

F – วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

การพัฒนาการจัดการเครื่องลูกข่ายภายในเครือข่ายสัญญาณไร้สาย

DEVELOPMENT OF CLIENT MANAGEMENT IN THE WIRELESS NETWORK

วรพล ระดมกิจ¹, ณัฐชามณูห์ ศรีจำเริญรัตน์², กายรัฐ เจริญราษฎร์^{1*}
Worapon Radomkit¹, Natchamol Srichumroenrattana², Kairat Jaroenrat^{1*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering at KamphaengSaen, Kasetsart University

²โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

²Business Computer Program, Faculty of Management Science, NakhonPathom Rajabhat University

*Corresponding author, E-mail: kairat.j@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการให้บริการอินเทอร์เน็ตไร้สายมีการให้บริการอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการใช้งานที่สามารถเชื่อมต่อแบบไร้สายได้โดยง่ายและสะดวกสบายในทุกสถานที่ การเข้าถึงเว็บไซต์ต่างๆ จึงสามารถเข้าถึงได้อย่างไม่มีขีดจำกัด เมื่อเชื่อมต่อได้แล้วทุกคนจะสามารถเข้าเว็บไซต์ใดๆ ก็ได้ตามที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะจำกัดการใช้งานเว็บไซต์ของผู้ใช้ โดยจำกัดขอบเขตการใช้งานเว็บไซต์ตามที่คุณดูแลกำหนดว่าเว็บไซต์ใดที่ไม่ต้องการให้เข้าถึงด้วยการใช้หลักการดักจับข้อมูลแพคเกจภายในระบบเครือข่าย แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการจัดการระบบ หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบในการจัดการเครื่องลูกข่าย ซึ่งพบว่ามีการทำงานได้อย่างรวดเร็วในการจำกัดการทำงานของเครื่องลูกข่ายไม่ให้ใช้งานเว็บไซต์ที่ถูกกำหนดว่าห้ามเข้าใช้งาน เมื่อมีเครื่องลูกข่ายเข้าใช้งานเว็บไซต์ดังกล่าว เครื่องลูกข่ายนั้นจะถูกปิดกั้นสัญญาณอินเทอร์เน็ตในระยะเวลาที่กำหนด โดยจะสามารถใช้งานได้หลังจากหมดสิ้นเวลาที่กำหนด และถูกบันทึกไว้ในรายงานของระบบ

คำสำคัญ: เอสเอ็นเอ็มพี เอสเอ็นเอ็มพีวอล์ค การตรวจสอบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์

ABSTRACT

Presently, the wireless internet access is widely available. Due to the current Internet can connect to the Internet wirelessly with ease and comfortable in any place, access to various sites can be accessed without limitation. Anyone can access any site which they want. We had an idea to limit the user's access by limiting the scope of the site which administrator's policy. Our research's concept is to capture the packets in the network management system. After that, we do the performance test of the system and see that the system can quickly block the client from surfing the site which was blocked. When clients access to the blocked site, they also blocked to access the whole Internet. But they can surf the Internet again after the punishment period and their violation will report to the administrator.

Keywords: SNMP, snmpwalk, Server Monitoring

บทนำ

เทคโนโลยีการสื่อสารในปัจจุบันก้าวหน้าและพัฒนาไปอย่างมาก จึงเกิดเทคโนโลยีใหม่ๆ เกิดขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร เช่น WiFi, WiMax, 3G และ 4G เป็นต้น (วิกิพีเดีย, 2555ข) ทำให้ผู้คนที่อยู่ห่างกันข้ามโลกสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างง่ายดายเสมือนว่าอยู่ใกล้กัน การสื่อสารกันโดยใช้การเครือข่ายสัญญาณไร้สายเพิ่มจำนวนมากขึ้น อาจกล่าวได้ว่า ในปัจจุบันนี้ ไม่ว่าสถานที่ใดก็ตามจะมีการสื่อสารกันโดยใช้สัญญาณไร้สาย และการเข้าถึงการบริการอินเทอร์เน็ตได้อย่างอิสระ (โรงเรียนเม็กรายมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิราวุธ, 2556) แต่ขาดการคัดกรองหรือป้องกันการใช้เว็บไซต์ที่ไม่พึงประสงค์ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันหรือไม่เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะในหมู่เด็กและเยาวชนที่ยังขาดวิจารณญาณในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ

จากการศึกษาโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟร์วอลล์ (บุญฤทธิ์, 2555) (วิกิพีเดีย, 2555ก) และระบบเครือข่ายสัญญาณไร้สาย ซึ่งนายวัฒนพงศ์ ประสทธิเม ได้ศึกษาเรื่องการนำระบบไฟร์วอลล์ สำหรับเครือข่ายขนาดเล็ก (Firewall Systems For Small Network) (วัฒนพงศ์, 2555) มาเป็นตัวช่วยปิดกั้นเว็บไซต์ และพอร์ตต่างๆ ในเครือข่ายทั้งขาเข้าและขาออก โดยสามารถคอนฟิกได้ภายในหน้าอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นจากภาษา PHP (Personal Home Page Tools) (วิกิพีเดีย, 2555ง) ไม่จำเป็นต้องเข้าไปคอนฟิกในระบบโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ ส่วนระบบจัดการการให้บริการอินเทอร์เน็ตไร้สายแบบจำกัดพื้นที่ (Area-Limit Wifi-Internet Service Management System) นอกจากนั้น พฤษพล ตั้งสัจจะธรรม และกายรัฐ เจริญราษฎร์ ได้ศึกษาการจัดการการให้บริการเครือข่ายสัญญาณไร้สายในพื้นที่ที่กำหนด (พฤษพล, 2555) โดยใช้โปรโตคอล SNMP (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555) (วิกิพีเดีย, 2555ค) เป็นตัวช่วยในการจัดการภายในตัวส่งสัญญาณวายเป็นมีการใช้เครื่องเซิร์ฟเวอร์เป็นตัวกลางในการจัดการเครื่องลูกข่ายในเครือข่ายสัญญาณไร้สาย ในการช่วยหาพิกัดในขอบเขตของพื้นที่ให้บริการ ถ้าเครื่องลูกข่ายในระบบมีการเคลื่อนที่ออกจากพื้นที่ให้บริการ จะทำการบล็อกไอพีของเครื่องลูกข่าย และไม่สามารถใช้บริการอินเทอร์เน็ตไร้สายได้

จากปัญหาการเข้าถึงเว็บไซต์ต่างๆ ได้ง่ายโดยขาดการคัดกรองนั้น ผู้จัดทำจึงเกิดแนวคิดที่จะสร้างระบบคัดกรองการใช้เว็บไซต์ของเครื่องลูกข่าย ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย โดยจะทำการตรวจสอบการใช้งานเว็บไซต์ของเครื่องลูกข่ายที่ทำการใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตไร้สาย โดยจะทำการกรองการใช้งานเว็บไซต์ผ่านระบบ

ไฟร์วอลล์ที่ติดตั้งอยู่ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (วิกิพีเดีย, 2555จ) เมื่อเครื่องลูกข่ายเข้าเว็บไซต์ที่ผู้ดูแลระบบไม่ต้องการ ทางระบบจะทำการตัดการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายช่วงเวลาหนึ่ง โดยมีโปรโตคอล SNMP (Simple Network Management Protocol) (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555) (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน, 2556) เป็นตัวช่วยจัดการไปยังตัวส่งสัญญาณไร้สายว่าให้ตัดการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายนี้ และศึกษาการเดินทางของข้อมูลในเครือข่ายและนำข้อมูลไปวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานและเพื่อการศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อทดสอบความสามารถของโปรโตคอล SNMP ในการตรวจสอบการทำงานของเครื่อง Access Point ในระบบเครือข่าย โดยพัฒนาเป็นระบบจัดการเครื่องลูกข่ายภายในเครือข่ายสัญญาณไร้สาย ด้วยการใช้ Shell script และคำสั่ง IPtables

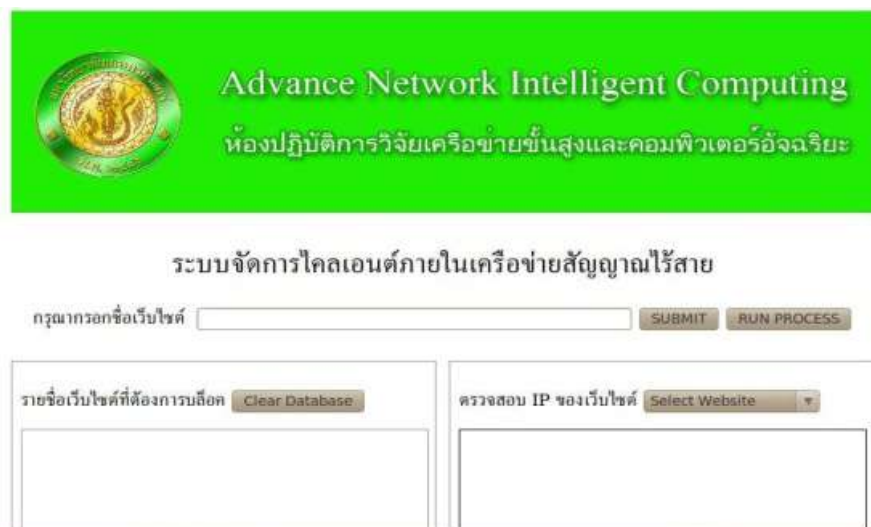
วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการสร้างระบบควบคุมโดยใช้ภาษา PHP

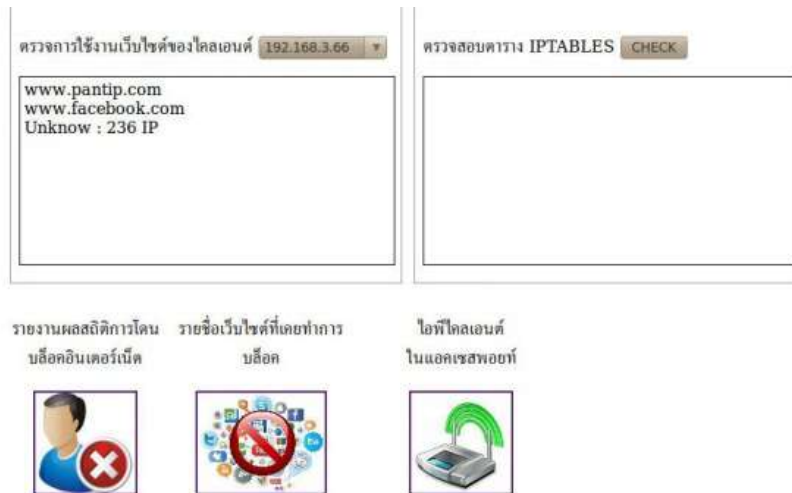
ทำระบบโดยการสร้างหน้าเว็บเพจเพื่อติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล มีการทำงานส่วนใหญ่อยู่บนหน้าเว็บเพจ อันประกอบไปด้วยการตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน การจำกัดเว็บไซต์ ควบคุมเครื่องลูกข่ายและการแสดงผลของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1 ถึง 4



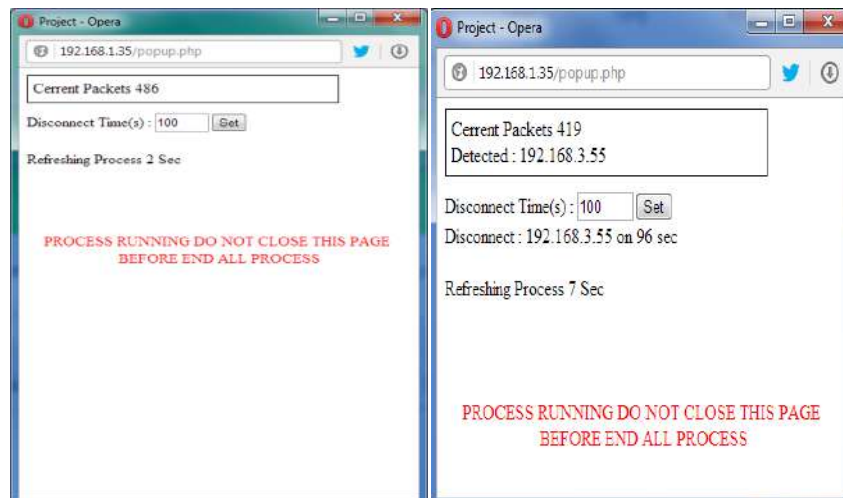
รูปที่ 1: ระบบตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานของผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 2: หน้าเว็บเพจควบคุมจำกัดเว็บไซต์



รูปที่ 3: หน้าเว็บเพจควบคุมการทำงานของเครื่องลูกข่าย



รูปที่ 4: หน้าเว็บเพจแสดงการทำงานของระบบ

2. จัดการเก็บข้อมูลการใช้งานของเครื่องลูกข่ายภายในเครือข่ายโดยการสั่งงานที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์

เขียนคำสั่งเพื่อทำการเก็บ Log ของแพคเกจภายในเครือข่ายโดยใช้ Network Command (nast-T any | grep) ดังแสดงในรูปที่ 5 เพื่อเก็บลงระบบฐานข้อมูล

```
root@zunji-desktop:/var/www# nast -T any | grep www
192.168.2.240:64221(unknown) -> 61.19.12.43:80(www)
61.19.12.43:80(www) -> 192.168.2.240:64221(unknown)
61.19.12.43:80(www) -> 192.168.2.240:64221(unknown)
192.168.2.240:64222(unknown) -> 61.19.12.41:80(www)
192.168.2.240:64221(unknown) -> 61.19.12.43:80(www)
192.168.2.240:64221(unknown) -> 61.19.12.43:80(www)
192.168.2.240:64221(unknown) -> 61.19.12.43:80(www)
61.19.12.41:80(www) -> 192.168.2.240:64222(unknown)
192.168.2.240:64222(unknown) -> 61.19.12.41:80(www)
61.19.12.43:80(www) -> 192.168.2.240:64221(unknown)
61.19.12.43:80(www) -> 192.168.2.240:64221(unknown)
61.19.12.43:80(www) -> 192.168.2.240:64221(unknown)
61.19.12.43:80(www) -> 192.168.2.240:64221(unknown)
61.19.12.43:80(www) -> 192.168.2.240:64221(unknown)
61.19.12.43:80(www) -> 192.168.2.240:64221(unknown)
192.168.2.240:64221(unknown) -> 61.19.12.43:80(www)
192.168.2.240:64221(unknown) -> 61.19.12.43:80(www)
192.168.2.240:64221(unknown) -> 61.19.12.43:80(www)
192.168.2.240:64221(unknown) -> 61.19.12.43:80(www)
192.168.2.240:64231(unknown) -> 206.190.38.30:80(www)
206.190.38.30:80(www) -> 192.168.2.240:64231(unknown)
192.168.2.240:64231(unknown) -> 206.190.38.30:80(www)
192.168.2.240:64231(unknown) -> 206.190.38.30:80(www)
192.168.2.240:64231(unknown) -> 206.190.38.30:80(www)
206.190.38.30:80(www) -> 192.168.2.240:64231(unknown)
206.190.38.30:80(www) -> 192.168.2.240:64231(unknown)
206.190.38.30:80(www) -> 192.168.2.240:64231(unknown)
206.190.38.30:80(www) -> 192.168.2.240:64231(unknown)
```

รูปที่ 5: Log ข้อมูลแพคเกจภายในเครือข่าย

3. เก็บข้อมูลการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายภายในเครือข่าย

เขียนคำสั่งเพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายกับ Access Point โดยการใช้ Network Command >snmpwalk -v1 -c public 192.168.2.1 เพื่อที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบโดยดูจากหมายเลขไอพีของเครื่องลูกข่ายว่ามีการใช้งานเว็บไซต์ใดบ้าง ดังตัวอย่างในรูปที่ 6



รูปที่ 6: จัดเก็บไอพีของเครื่องลูกข่ายลงฐานข้อมูล

4. เก็บเว็บไซต์ที่จะทำการปิดกั้น ลงระบบฐานข้อมูล โดยการกรอกข้อมูลบนหน้าเว็บเพจควบคุม

จากรูปที่ 7 และ 8 เป็นตัวอย่างการกรอกข้อมูลเว็บไซต์ที่ต้องการบล็อกและทำการกดปุ่ม INSERT แล้วระบบจะทำการเก็บชื่อเว็บไซต์และหมายเลขไอพีของเว็บไซต์ลงฐานข้อมูล

ระบบจัดการเว็บไซต์ภายในเครือข่ายด้วยการวิเคราะห์แพ็คเกจ

กรณารอกชื่อเว็บไซต์

รายชื่อเว็บไซต์ที่ต้องการบล็อก

ตรวจสอบ IP ของเว็บไซต์

รูปที่ 7: หน้าเว็บเพจกรอกชื่อเว็บไซต์เพื่อทำการบล็อก

←T→	www2 ▲	ipwww2
☐	☒ www.dek-d.com	61.47.61.39
☐	☒ www.facebook.com	31.13.79.33
☐	☒ www.google.co.th	74.125.135.94
☐	☒ www.kapook.com	202.183.165.60

รูปที่ 8: เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

5. ส่วนตรวจสอบการไอพีแอดเดรสของเว็บไซต์ต่างๆ

ระบบนี้มีส่วนของฐานข้อมูลเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบไอพีแอดเดรสของเว็บไซต์ ดังตัวอย่างในรูปที่ 9

ตรวจสอบ IP ของเว็บไซต์

IP : 173.194.126.79
IP : 173.194.126.87
IP : 173.194.126.88
IP : 173.194.126.95

รูปที่ 9: ตรวจสอบไอพีแอดเดรสของเว็บไซต์

6. ส่วนตรวจสอบการใช้งานของเครื่องลูกข่าย

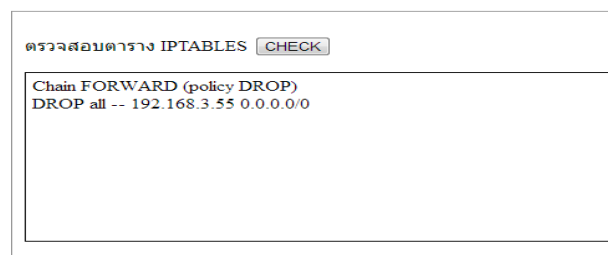
ผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบว่าเครื่องลูกข่ายแต่ละเครื่องว่าใช้งานเว็บไซต์ใดบ้าง โดยระบบจะแสดงชื่อเว็บไซต์ ซึ่งอ้างอิงจากฐานข้อมูลเว็บไซต์ที่มีรายชื่อจากส่วนการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล ถ้าเกิดเครื่องลูกข่ายทำการเข้าเว็บไซต์ที่ทางฐานข้อมูลไม่มีชื่อเว็บไซต์จะแสดงผลชื่อเป็น Unknow ดังตัวอย่างในรูปที่ 10



รูปที่ 10: การตรวจสอบรายชื่อเว็บไซต์ที่เครื่องลูกข่ายใช้งาน

7. ส่วนตรวจสอบตาราง iptables

ตาราง iptables จะแสดงไอพีแอดเดรสของเครื่องลูกข่ายที่โดน Firewall ตัดการเชื่อมต่อข้อมูลชั่วคราว เมื่อมีการใช้งานเว็บไซต์ที่ไม่ต้องการ ดังตัวอย่างในรูปที่ 11



รูปที่ 11: จากตาราง iptables แสดงไอพีเครื่องลูกข่ายใดโดนบล็อกอยู่บ้าง

8. ระบบจัดการ Access Point หลายตัว

Access Point แต่ละตัวมีข้อจำกัดในการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่ายในจำนวนไม่มาก ระบบนี้จึงออกแบบมาให้สามารถเพิ่ม Access Point ได้หลายตัวทำให้รองรับการใช้งานของเครื่องลูกข่ายได้จำนวนมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12: หน้าจัดการ Access Point

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การเก็บข้อมูลการใช้งานของเครื่องลูกข่ายลงฐานข้อมูล

เมื่อเริ่มต้นระบบ ระบบจะเก็บข้อมูลการใช้งานลงฐานข้อมูล โดยจะเก็บส่วนของหมายเลข source และ destination ลงฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 13

←T→			source	destination
☐			192.168.2.135	184.50.85.123
☐			192.168.2.135	184.50.85.133
☐			192.168.2.135	184.50.85.147
☐			192.168.2.135	184.50.85.94

รูปที่ 13: ฐานข้อมูลไอพีต้นทางและไอพีปลายทาง

2. การแสดงผลแบบสถิติและข้อมูลของระบบ

ระบบจะทำการเก็บสถิติข้อมูลต่างๆ ในการใช้งานของเครื่องลูกข่ายเพื่อนำมารายงานผลได้ดังรูปที่ 14 และรูปที่ 15

รายงานผลแสดงสถิติของแต่ละไอพีคอลเอนต์		
ไอพีแอดเดรส	จำนวน ครั้ง(Denied)	วัน/เดือน/ปี
192.168.3.123	1	17-09-2014
192.168.3.55	7	17-09-2014 17-09-2014 17-09-2014
แสดงผลรายงานยอดการโดนบล็อกอินเทอร์เน็ตรายวัน		
วัน/เดือน/ปี	จำนวน ครั้ง(Denied)	
17-09-2014	8	

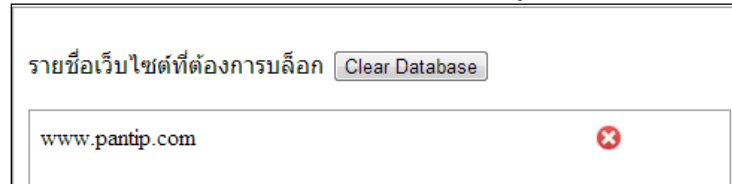
รูปที่ 14: สถิติของการโดนปิดกั้นการใช้งานของแต่ละเครื่องลูกข่าย

	SEARCH
ชื่อเว็บไซต์	วัน/เดือน/ปี
google.com	2014-09-19
hon.in.th	2014-10-30
localhost	2014-09-27
www.123.com	2014-09-18
www.4shared.com	2014-10-30
www.adobe.com	2014-12-03
www.apple.com	2014-11-2 2014-11-2
www.aura.co.th	2014-08-19 2014-11-13

รูปที่ 15: รายชื่อเว็บไซต์ที่เคยทำการบล็อก และมี Filter ในการค้นหา

3. ผลทดลองตรวจสอบการใช้งานของเครื่องลูกข่าย

ตัวอย่างการทดลองในรูปที่ 16 แสดงเครื่องลูกข่ายเป้าหมายคือเครื่องหมายเลข “192.168.2.240” ทดลองบล็อกเว็บไซต์ www.pantip.com เพื่อตรวจสอบระบบว่าสามารถปิดกั้นได้จริงหรือไม่ โดยเมื่อกรอกชื่อเว็บไซต์ดังกล่าวแล้ว ระบบจะเก็บหมายเลขไอพีของเว็บไซต์ไว้ด้วย ดังรูปที่ 17



รายชื่อเว็บไซต์ที่ต้องการบล็อก Clear Database

www.pantip.com	✖
----------------	---

รูปที่ 16: ตัวอย่างการปิดกั้นเว็บไซต์ www.pantip.com

			www2	ipwww2
☐		✖	www.pantip.com	203.151.13.167
☐		✖	www.pantip.com	203.151.13.169
☐		✖	www.pantip.com	203.151.13.166
☐		✖	www.pantip.com	203.151.13.168

รูปที่ 17: รายการหมายเลขไอพีของเว็บไซต์

จากรูปที่ 18 จะพบว่าระบบได้ทำการเก็บ source ซึ่งคือหมายเลขของเครื่องลูกข่าย และ destination ซึ่งคือหมายเลขของเว็บไซต์ www.pantip.com ลงฐานข้อมูล จากเป้าหมายที่ทดลอง “ip : 192.168.2.240” มีการใช้งานเว็บไซต์อื่นๆ รวมอยู่ด้วย เว็บไซต์เป้าหมาย คือ www.pantip.com โดยจากรูปที่ 17 มีการเก็บไอพีของเว็บไซต์ไว้ด้วยซึ่งตรงกัน

			source	destination
☐		✖	117.18.237.139	192.168.2.240
☐		✖	118.214.31.139	192.168.2.240
☐		✖	192.168.2.240	117.18.237.139
☐		✖	192.168.2.240	118.214.31.139
☐		✖	192.168.2.240	202.79.210.121
☐		✖	192.168.2.240	203.151.13.166
☐		✖	192.168.2.240	203.151.13.167
☐		✖	192.168.2.240	203.151.13.168
☐		✖	192.168.2.240	203.151.13.169

รูปที่ 18: Log การใช้งานของเครื่องลูกข่าย

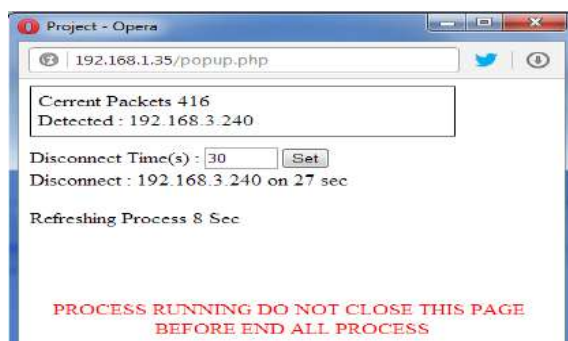
```
root@zunji-desktop:~# iptables -nL
Chain INPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination

Chain FORWARD (policy DROP)
target     prot opt source                destination
REJECT     all  --  0.0.0.0/0              0.0.0.0/0          STRING match "www.apple.com" ALGO name bm T
0 65535 reject-with icmp-port-unreachable
ACCEPT     all  --  0.0.0.0/0              127.0.0.1          STRING match "www.apple.com" ALGO name bm T
0 65535
ACCEPT     all  --  0.0.0.0/0              192.168.3.0/24
ACCEPT     all  --  192.168.3.0/24         0.0.0.0/0

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source                destination
root@zunji-desktop:~#
```

รูปที่ 19: Iptables Rule

ระบบจะเพิ่มกฎการปิดกั้นการใช้งานตามที่คุณและผู้ดูแลระบบได้ป้อนไว้ และหลังจากทำการ กดปุ่ม RUN PROCESS ระบบจะแสดงหน้าต่าง POPUP ดังแสดงในรูปที่ 20 และเมื่อมีการตรวจพบว่า เครื่องลูกข่ายหมายเลข 192.168.2.240 มีใช้งานเว็บไซต์ www.pantip.com ระบบจะทำการปิดกั้นการใช้งานของเครื่องหมายเลข 192.168.2.240 นี้ แต่จะสามารถกลับมาใช้งานอินเทอร์เน็ตอีกครั้งได้ภายใน ระยะเวลาที่ได้ตั้งค่าเอาไว้ ข้างต้นตั้งค่าเวลาไว้ 30 วินาที



รูปที่ 20: การพบใช้งานเว็บไซต์ www.pantip.com ของเครื่องลูกข่ายเป้าหมาย

สรุป

จากการทดลองพบว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการจำกัดการใช้งานของเครื่องลูกข่ายในการการใช้งานเว็บไซต์ที่คุณควบคุมระบบไม่ต้องการให้เข้าถึง โดยทำการตรวจสอบชื่อเว็บไซต์ปลายจากการใช้งานของเครื่องลูกข่าย แล้วไปตรวจเทียบกับรายการเว็บไซต์ที่ไม่ต้องการให้เข้าถึง ซึ่งถ้าเกิดตรงกันจะทำการปิดกั้นการใช้งานของเครื่องลูกข่ายนั้นด้วยไฟร์วอลล์ตามระยะเวลาที่กำหนดเอาไว้ ซึ่งจะทำให้เครื่องลูกข่ายไม่สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ชั่วคราว หลังจากหมดเวลาตามที่ตั้งค่าไว้เครื่องลูกข่ายจะสามารถกลับมาใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อีกครั้ง หรือผู้ดูแลระบบสามารถสั่งงานยกเลิกการตัดสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้จากหน้าระบบควบคุม ทั้งนี้ ผู้ดูแลระบบสามารถตั้งค่ารายการเว็บไซต์ที่ไม่ต้องการให้เข้าถึงได้หลายเว็บไซต์ และสามารถบล็อกเครื่องลูกข่ายได้หลายเครื่องลูกข่ายในเวลาเดียวกัน ระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติหลังจากการเริ่มโปรแกรม และจะสิ้นสุดเมื่อปิดโปรแกรม แต่ระบบจะยังทำการเก็บ Log ของเครื่องลูกข่ายต่อไปถ้าเกิดยังมีการใช้งานในระบบเครือข่ายอยู่ระบบ

จะทำการเก็บสถิติการใช้งานในรูปแบบต่างๆเพื่อการรายงานผล

จากระบบที่ได้ทำการทดลองผู้จัดทำคิดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการควบคุมการทำงานของบุคลากรต่างๆให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยถ้าหากนำมาใช้กับสถานศึกษา ครู อาจารย์จะสามารถควบคุมนักเรียนให้อยู่ในของเขตในการศึกษาหาความรู้ จากอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพไม่ได้ใช้เทคโนโลยีไปทางเสื่อมเสียให้เกิดโทษจากเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไปมากกว่านี้ อีกทั้งถ้ามีนิสิตนักศึกษาจะมาพัฒนาต่อในส่วนที่ขาดจะเกิดผลดีต่อทั้งตัวผู้พัฒนาและต่อผู้ใช้งานระบบอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

บุญฤทธิ์ คิตหงัน. 2555. *ไฟร์วอลล์คืออะไร*. สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2556, จาก

เว็บไซต์: <http://sci.feu.ac.th/boonrit/security/ch8%20>

พฤษพล ตั้งสัจจะธรรม. (2555). *ระบบจัดการการให้บริการอินเทอร์เน็ตไร้สายแบบจำกัดพื้นที่, งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 5*, 18-19 กรกฎาคม 2556 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2555). *SNMP*. สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2556, จากเว็บไซต์:

<http://csn.cs.psu.ac.th/~suphipan/doc/snmp-doc.pdf>

โรงเรียนเมืงรายมหาราชวิทยาคม. (2556). *ความหมายของอินเทอร์เน็ต*.

สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2556, จากเว็บไซต์:

http://vclass.mgt.psu.ac.th/~465-302/2007-1/Assignment-02/BPA_30_32/Internet%20Services%20Provider/01.htm

วัฒนพงศ์ ประสิทธิ์เม. (2555). *ไฟร์วอลล์สำหรับเครือข่ายขนาดเล็ก*. ปริญญาานิพนธ์สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2555ก). *ไฟร์วอลล์*. สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2556,

จากเว็บไซต์: <http://th.wikipedia.org/wiki/>

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2556ข). *วายฟาย*. สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2556,

จากเว็บไซต์: <http://th.wikipedia.org/wiki/>

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2556ค). *Simple Network Management Protocol*. สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2556, จากเว็บไซต์: http://en.wikipedia.org/wiki/Simple_Network_Management_Protocol,

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2556ง). *Personal Home Page Tools*. สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2556, จากเว็บไซต์: <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2127-php-คืออะไร.html>,

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2556จ). *เซิร์ฟเวอร์*. สืบค้นเมื่อ 23 กรกฎาคม 2556, จากเว็บไซต์: <http://th.wikipedia.org/wiki/>

การเปรียบเทียบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ ระหว่างการสอนปกติกับบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา

A COMPARISON OF ACADEMIC ACHIEVEMENT AND KNOWLEDGE SUSTAINABILITY, BETWEEN CONVENTIONAL TEACHING AND E-LEARNING WEBBOARD

อรรณพ หมั่นสกุล^{1*}, ศุภวรรณ บ่อหนา², พิสิษฐ์ ขาญเกียรติกิจ³
Annop Monsakul, Supawan Bona, Pisit Charnkeitkong

¹คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

¹Faculty of Information Technology, Thai-Nichi Institute of Technology
โรงเรียนทุ่งโพธิ์วิทยา

²Thungpo-Wittaya School

³คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

³Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

*E-mail: annop@tni.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนระหว่างวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนากับวิธีสอนปกติเรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป (2) เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนากับวิธีสอนปกติ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2โรงเรียนทุ่งโพธิ์วิทยาภาคเรียนที่1ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียนใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนาเอกสารการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนาแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนาสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (T-Test for Independent Samples) และผลการวิจัยปรากฏว่า

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนาสูงกว่าวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2) ความคงทนในการเรียนรู้วิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนามีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนามีความพึงพอใจในระดับมาก

คำสำคัญ: บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้ ความพึงพอใจ

ABSTRACT

This study has three objectives. First, compare the academic achievement between webboard-utilized e-learning method and conventional teaching method, on the subject of geography of Europe. Second, compare the knowledge sustainability between the two teaching methods. Third, find students' satisfaction toward the webboard-utilized e-learning method.

The sample groups used in the study were two classes, 30 students each, all of which were 8th grade students at Thungpo-Wittaya School, in the first semester of academic year 2014. Sampling was done by simple sampling method. One class was assigned as experiment group and the other as control group. The study tools were webboard-utilized e-learning lessons and their lesson plan, conventional teaching materials and their lesson plan, academic achievement test which consisted of 30 questions and had the reliability coefficient of 0.91, and students' satisfaction test toward the webboard-utilized e-learning method. Data analysis used statistics including mean, standard deviation, and T-Test for independent samples. The results of the study revealed as follows,

1. The academic achievement of webboard-utilized e-learning method was higher than conventional teaching method, with the statistical significance level of 0.05.
2. The knowledge sustainability in case of webboard-utilized e-learning method was higher than conventional teaching method, with the statistical significance level of 0.05.
3. The students in the study had high satisfaction toward the webboard-utilized e-learning method.

Keywords: webboard e-learning, learning achievement, knowledge sustainability, satisfaction

บทนำ

ในสภาพปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือที่เรียกกันว่าเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet Network) ได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะความเร็วในการประมวลผลงานของคอมพิวเตอร์และความเร็วในการสื่อสาร จึงทำให้ผู้ปฏิบัติงานทางด้านการศึกษามีโอกาสที่จะวิจัยหรือพัฒนางานได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น ระบบการศึกษาทางไกล (Distance Learning : DL) ที่ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่ผู้เรียนทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุถึงความสำเร็จในงาน (Harvard, B., Du, J. & Xu, J., 2008: 37-50) หรือเป้าหมายที่ร่วมกันทำ (Working Together to Accomplish Shared Goals) ภายใต้สถานการณ์ที่เรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนจะทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม (Neo, M., 2005: 220-232) ดังนั้นการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงเกิดขึ้นในบริบททางสังคม (Social-Context) ที่ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสจะ

พุดคุย (Ma, X., Wang, R. & Liang, J., 2008) หรือสื่อสารกับผู้อื่นได้สำหรับผู้สอนจะมีบทบาทเสมือนเป็นคนกลางที่คอยช่วยเหลือแนะแนวทางการทำงานเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาหรือมีข้อสงสัยในขณะทำงาน

โรงเรียนทุ่งโพธิ์วิทยา เป็นสถาบันการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ที่มีหน้าที่พัฒนาผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานตามมาตรฐานที่กำหนด ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถด้านวิชาการ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและมุ่งพัฒนาสถานศึกษาให้เป็นศูนย์กลางแห่งการเรียนรู้เพื่อประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารและเผยแพร่ความรู้สู่ชุมชน ตามนโยบายของรัฐบาลในการวัดคุณภาพของสถานศึกษา สามารถกำหนดขอบเขตการเรียนรู้ตามสภาพความต้องการของผู้เรียน ผู้ปกครอง ชุมชนและท้องถิ่น ผู้เรียนต้องเรียนหลักทฤษฎีเบื้องต้น ผู้สอนต้องจัดหาสื่อให้เหมาะสมตรงกับเนื้อหาเพื่อสร้างความรู้ให้กับผู้เรียนให้มากที่สุด ซึ่งเนื้อหาของสื่อบางเรื่องไม่ตรงหรือไม่ครอบคลุม การอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจทำได้ยากและผู้สอนไม่มีเวลาหรือความรู้ในการพัฒนาสื่อการสอน การเผยแพร่ความรู้บนเว็บไซต์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือจัดการเรียนการสอนในรูปแบบของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า e-Learning (P.-C. S., H. K. C., T.-C. L. & F.-S. W., 2008: 661-667) ถือว่าเป็นช่องทางหนึ่งที่จะทำให้โรงเรียนทุ่งโพธิ์วิทยา บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ในข้างต้นและการจัดการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผ่านกระดานสนทนา เป็นสิ่งสะดวกและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ก่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและเน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนหรือผู้เรียนกับผู้เรียน ซึ่งเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เป็นการเรียนรู้ร่วมกันแบบไม่ประสานเวลา นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ ช่วยลดปัญหานักเรียนที่ขี้อาย ไม่กล้าแสดงออกในห้องเรียน เนื่องจากกลัวเพื่อนๆ หัวเราะหากมีการถามหรือแสดงความคิดเห็นที่ผิดๆออกไป ซึ่งการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผ่านกระดานสนทนา ทำให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นของตนเองได้และมีความกล้าแสดงออกมากขึ้น เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเพิ่มมากขึ้นและพบว่าการสอนในห้องเรียนปกติ ครูผู้สอนจะเป็นผู้พูดถึง 2 ใน 3 หรือ 3 ใน 4 แต่การอภิปรายผ่านกระดานสนทนาทำให้เกิดการแสดงความคิดเห็น นักเรียนมีส่วนร่วมและกล้าแสดงออกทางความคิดมากขึ้น นอกจากนี้กระดานสนทนายังช่วยสร้างความรู้ที่หลากหลาย สร้างทักษะการคิด เกิดการสะท้อนทางความคิดอันนำไปสู่การพัฒนาสติปัญญา (Sarah, G., Tami, M., Matthew, W. & Peter, R., 2006) ทั้งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักอ่านที่แท้จริง ขจัดอุปสรรคระหว่างการเรียนรู้ในชั้นเรียนและการพูดในที่ประชุมเพราะต้องอาศัยความพร้อมหลายอย่าง ทั้งในเรื่องระยะเวลา และสถานที่ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักการอ่านและเรียนรู้ไปพร้อมกับสังคม (Serena, 2008) ซึ่งการอภิปรายผ่านกระดานสนทนาเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ทำหายและแตกต่างไปจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ

ด้วยคุณลักษณะเฉพาะของกระดานสนทนา จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนเรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรปให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบในขณะปฏิบัติกิจกรรมทั้งในและนอกห้องเรียนและนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ซึ่งก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนากับวิธีปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนากับวิธีปกติ
3. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนทุ่งโพธิ์วิทยา จังหวัดพังงา ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 4 ห้องเรียน ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง เพื่อเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

2.1 บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เรื่อง ภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป นำเสนอผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีรูปแบบเป็นบทเรียนที่นำเสนอด้วยข้อความและกราฟิกเป็นหลัก ที่มีการบรรจุเนื้อหา รายวิชาเพื่อการสอนและนักเรียนใช้กระดานเสวนาในการติดต่อเพื่อนในกลุ่มเพื่อช่วยกันระดมความคิดในการหาคำตอบ บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนาสร้างด้วยโปรแกรม Moodle ในการสร้างกลุ่มให้กับนักเรียน โดยผู้วิจัยได้นำบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนาให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาและการนำเสนอและการใช้ภาษาและได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.2 เอกสารการสอน เรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป

2.3 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา

2.4 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างและออกแบบ ด้วยแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ด้วยแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.20-0.80 จำนวน 30 ข้อ สำหรับใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียน (Pre-test) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการเรียน (Post-Test)

2.6 แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ แบบประเมินความพึงพอใจ ต่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา ใช้ลักษณะการประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) ที่มีความคิดเห็นให้เลือก 5 ระดับ นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาและเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษา ความชัดเจน ความเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมิน นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นไปทดลองเก็บข้อมูล

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 แนะนำวิธีการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มควบคุม พร้อมทั้งทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) จำนวน 30 ข้อ

3.2 นักเรียนกลุ่มทดลองเริ่มเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เรื่อง ภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป โดยใช้เวลาเรียน 10 คาบ (คาบละ 50 นาที) ต่อ 1 เรื่อง จำนวน 5 เรื่อง และตอบคำถามบนกระดานสนทนาของแต่ละเรื่องจนครบ

3.3 นักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนเรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป โดยมีครูเป็นผู้สอนบรรยายในชั้นเรียนตามปกติโดยใช้เวลาเรียน 10 คาบ (คาบละ 50 นาที) ต่อ 1 เรื่อง จำนวน 5 เรื่องและทำกิจกรรมการเรียนการสอนจนครบทั้งหมด

3.4 นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกับการสอบก่อนเรียนทั้งสองกลุ่ม

3.5 นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) เพื่อวัดความคงทนทางการเรียนรู้หลังเรียนจบไป 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกับการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งสองกลุ่ม

3.6 สอบถามความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป

3.7 นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

3.8 นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป และกลุ่มที่เรียนโดยวิธีบรรยายในชั้นเรียนปกติ ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ผลการวิจัย

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนายกับวิธีปกติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเรื่อง ภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา กับวิธีสอนปกติ นำข้อมูลที่ได้ ไปวิเคราะห์หาค่าที (T-Test) ด้วยโปรแกรม SPSS ได้ผลการวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 1และจากการวิเคราะห์คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาค่าที (T-Test) ด้วยโปรแกรม SPSS ได้ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1: แสดงผลคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีของ คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	30	16.03	2.28	-.399	.691
กลุ่มควบคุม	30	16.27	2.24		

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนากับการเรียนแบบปกติ เรื่อง ภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้ผลวิเคราะห์ดังตารางที่ 2 และจากการวิเคราะห์คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าที (T-Test) ด้วยโปรแกรม SPSS ผลการวิเคราะห์ พบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ตารางที่ 2: แสดงผลคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบค่าที ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นักเรียน	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	30	25.93	1.23	11.10	0.00*
กลุ่มควบคุม	30	21.00	2.10		

* $p < 0.05$

3. ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ที่เรียนด้วยบทเรียนบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนากับการเรียนแบบปกติ เรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรปสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังตารางที่ 3 และตารางที่ 4และพบว่าผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ระหว่างวิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนากับวิธีปกติจากการวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียนไปแล้ว 1 สัปดาห์และ 1 เดือนมาเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมพบว่าความคงทนในการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรปของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3: เปรียบเทียบผลของความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังจากจบบทเรียน 1 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	30	25.33	1.77	11.14	0.00*
กลุ่มควบคุม	30	19.93	1.98		

* $p < 0.05$

ตารางที่ 4: เปรียบเทียบผลของความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังจากจบบทเรียน 1 เดือน

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มทดลอง	30	23.47	1.50	14.36	0.00*
กลุ่มควบคุม	30	17.97	1.47		

* $p < 0.05$

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายพบว่ามีความเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.22 หมายถึงพอใจระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องภูมิศาสตร์ทวีปยุโรป ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการเรียนรู้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนากับวิธีปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า วิธีสอนด้วยบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นกว่าวิธีสอนปกติ ทั้งนี้มาจากข้อดีของการเรียนการสอนด้วยสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา (อนุโรจน์ นันทิวัดพงษ์, 2554) ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัยการเปรียบเทียบผลของวิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายกับวิธีสอนปกติที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” จังหวัดยะลา โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายมาใช้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียน เพื่อสนับสนุนกิจกรรมต่างๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการอภิปรายร่วมกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียนและมีการนำกระดานสนทนามาใช้เพื่อช่วยให้ความยืดหยุ่นทางการเรียนการสอน ผู้เรียนและผู้สอนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ทุกที่ ทุกเวลา ทุกโอกาส โดยผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายสูงกว่าวิธีสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความคงทนในการเรียนรู้วิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่าวิธีสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อวิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย มีความพึงพอใจในระดับมากและสอดคล้องกับนิมมอนค์ เดชภูงา (นิมมอนค์ เดชภูงา, 2555) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ (Online) โดยใช้เทคโนโลยีสื่อสังคม (Social Media) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง คอมพิวเตอร์กราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีปฐมพิทยาคม จังหวัดสุรินทร์โดยใช้เทคโนโลยีสื่อสังคม (Social Media) พบว่ามีลักษณะที่มีข้อได้เปรียบหลายประการคือ การเข้าถึงเครื่องมือในการสอน ได้แก่เว็บไซต์ซึ่งทำได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ มีเวลาในการโต้ตอบ โดยผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการคิดพิจารณาและไตร่ตรองถึงเนื้อหาที่จะนำเสนอต่อกลุ่ม ผู้เรียนสามารถบูรณาการความคิดจากการเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ พร้อมกับการส่งข้อมูลได้ ผู้เรียนมีสมาธิในการเรียนที่ดี ทำให้สามารถเชื่อมโยงและสร้างองค์ความรู้ต่างๆ ได้ดี ทำให้ผู้เรียนใช้สติปัญญาเต็มความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ (Online) โดยใช้เทคโนโลยีสื่อสังคม (Social Media) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องคอมพิวเตอร์กราฟิก มีความคิดเห็นเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. ความคงทนในการเรียนรู้ พบว่าผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เมื่อจบบทเรียนผ่านไป 1 สัปดาห์และ 1 เดือน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้คะแนนลดลงร้อยละ 2.00 และ 8.20 ตามลำดับ ในขณะที่ความคงทนในการเรียนรู้ ของผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบปกติเมื่อจบบทเรียนผ่านไป 1 สัปดาห์และ 1 เดือน ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้คะแนนลดลงร้อยละ 5.57 และร้อยละ 10.10 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่าผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสื่อ

บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา มีความคงทนในการเรียนรู้ว่าสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าความคงทนในการเรียนรู้เป็นไปตามเกณฑ์การประเมินผลความคงทนในการเรียนของผู้เรียน(มนต์ชัย เทียนทอง, 2544) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินว่า หลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ไม่เกิน 1 สัปดาห์ (7 วัน) ความคงทนทางการเรียนจะลดลงได้ไม่เกินร้อยละ 10 และหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ไม่เกิน 1 เดือน (30 วัน) ความคงทนทางการเรียนจะลดลงได้ไม่เกินร้อยละ 30 หากบทเรียนที่สร้างและพัฒนาขึ้น ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้นี้ จะถือว่าเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพดี ซึ่งความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านกระดานสนทนา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้(อนุโรจน์ นันทิวัดทอง, 2554)ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลของวิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายกับวิธีสอนปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเบตง “วีระราษฎร์ประสาน” จังหวัดยะลา พบว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เมื่อจบบทเรียนผ่านไป 1 สัปดาห์และ 1 เดือน มีความคงทนในการเรียนรู้ ลดลงร้อยละ 2.93 และ 16.89 ตามลำดับ ในขณะที่ความคงทนในการเรียนรู้ ของผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติเมื่อจบบทเรียนผ่านไป 1 สัปดาห์และ 1 เดือน ลดลงร้อยละ 4.07 และ 19.2 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้ ของผู้เรียนที่เรียนด้วยสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา พบว่าสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (สิริลักษณ์ ดวงตา, 2552) ซึ่งได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการใช้ชุดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง เซลล์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนควนโดนวิทยา จังหวัดสตูล ผลการวิจัยพบว่าชุดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง เซลล์ ซึ่งประสิทธิภาพอยู่ที่ 81.80/82.50 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อวิธีสอนด้วยสื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา รายวิชาสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม หน่วยที่ 1-5 เรื่องภูมิศาสตร์ยุโรป มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.22 หมายถึง พอใจระดับมาก ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า สื่อบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา มีองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้เรียน ได้แก่ ความท้าทาย สนุกและตื่นเต้น และจากคุณลักษณะที่สำคัญของสื่อบนเครือข่าย ซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เช่น การเปิดโอกาสให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน สามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่อผสม เปิดโอกาสให้ผู้ใช้นำเนื้อหาในการเข้าถึงข้อมูลได้ทั่วโลกที่อุดมไปด้วยทรัพยากรเพื่อการสืบค้นออนไลน์ ความไม่มีข้อจำกัดทางสถานที่และเวลา ผู้เรียนที่มีคอมพิวเตอร์ในระบบใดก็ได้ ซึ่งต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ต จะเข้าเรียนจากสถานที่ใดก็ได้ในเวลาใดก็ได้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อม ความถนัดและความสนใจของตน (กิตติสาร พรหมแก้ว, 2551) ซึ่งได้วิจัยเรื่อง ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่องการหายใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอยู่ในระดับ

มาก และ (รัตนา บรรณธรรม, 2546) เรื่อง ผลของการสร้างผังความคิดและการเปิดเผยตัวในกระดานสนทนาที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์ในการเรียนบนเว็บไซต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการสร้างและพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอน

1. รายวิชาที่จะนำมาสร้างและพัฒนาเป็นบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา ควรพิจารณาถึงความจำเป็น ความพร้อม ความเหมาะสม ต่อการเรียนการสอน และประโยชน์ที่จะเกิดต่อผู้เรียน
2. การสร้างและพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา โรงเรียนควรมีโครงสร้างพื้นฐานด้านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ที่มีความพร้อมและเพียงพอต่อการใช้งาน เช่น จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง มีเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่สามารถให้บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้
3. โรงเรียนควรมีบุคลากรที่มีความรู้ ด้านการสร้างและพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ผ่านกระดานสนทนา ที่สามารถให้ความรู้ ให้คำปรึกษาได้ ตลอดจนสามารถดูแลเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่สามารถให้บริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้
4. ควรศึกษาและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ด้วยโปรแกรมอื่นๆ ที่สามารถเก็บข้อมูลของผู้เรียนในรูปแบบฐานข้อมูล
5. ควรศึกษาวิจัยรูปแบบและเทคนิคการสอน เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เพราะสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนได้เต็มศักยภาพ ควรใช้เทคนิคการสอนและสื่ออื่นๆ มาประกอบด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กิตติสาร พรหมแก้ว. (2551). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง การหายใจสำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาจังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นิ่มอนงค์ เดชภูงา. (2555). การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ (Online) โดยใช้เทคโนโลยีสื่อสังคม (Social Media) กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องคอมพิวเตอร์กราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีปทุมพิทยาคม จังหวัดสุรินทร์. โรงเรียนศรีปทุมพิทยาคม จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 33.
- ประภาภรณ์ นະไชย. (2548). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องเทคโนโลยีอวกาศ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนศรีสวัสดิ์วิทยาการ จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตแขนงวิชาหลักสูตรและการสอนสาขาวิชาศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2544). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาคณะครุศาสตร์ อดุสากรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

- รัตนา บรรณาธรรม. (2546). ผลของการสร้างผังความคิดและการเปิดเผยตัวในกระตารสนทนาที่มีผลต่อการคิดวิเคราะห์ในการเรียนบนเว็บไซต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริลักษณ์ ดวงตา. (2552). ผลการใช้ชุดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย เรื่อง เซลล์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนควนโดนวิทยา จังหวัดสตูล. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน.
- อนุโรจน์ นันทิวัดทอง. (2554). การเปรียบเทียบผลของวิธีสอน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายกับวิธีสอนปกติที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเบตง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- Harvard, B., Du, J. & Xu, J. (2008). Online collaborative learning and communication media. *Journal of Interactive Learning Research*, (1), 37-50.
- Ma, X., Wang, R. & Liang, J. (2008). Towards E-Learning in Higher Education in Libya. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Web-based Learning*, Issue College of Computer and Information Engineering, Tianjin Normal University, China.
- Neo, M. (2005). Engaging Students in Group-based Co-operative Learning - A Malaysian. *Educational Technology & Society*, 220-232.
- P.-C. S., H. K. C., T.-C. L. & F.-S.W. (2008). A design to promote group learning in e-learning: Experiences from the field. *ELSEVIER, Issue Computers and Education*, 661-667.
- Sarah, G., Tami, M., Matthew, W. & Peter, R. (2006). *Impact of e-learning in Further Education: Survey of Scale and Breadth*, Nottingham: DfES Publications.
- Serena, (2008). *Assessing Online Team-Based Learning*, s.l.: EDUCAUSE.

การศึกษากระบวนการทำงานเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในสินค้าไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น A STUDY ON OPERATIONS AND WORKING CONDITIONS FOR REDUCING THE TOTAL PLATE COUNT IN PASTEURIZED EGG LIQUID PRODUCT

นฤมล ขจรจิต¹, วิจิตรา สานพภา^{1*}, อรพิน รานอก²

Naruemon Kajonjud¹, Wichitra Sanoppa^{1*}, Saipin Ranok²

¹ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรและการจัดการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

¹Department of Agro-industry Technology and Management,

Faculty of Agro Industry, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

²เจ้าหน้าที่วิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ บริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) จำกัด ธุรกิจแปรรูปไข่บ้านนา

² Research and product development, CPF (Thailand) Co., Ltd (Public) business processing eggs Ban Na

*Corresponding author, E-mail: wichitra_neung@hotmail.com, Kajonjud@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการทำงานในกระบวนการผลิตไข่เหลวพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น บริษัท ซีพีเอฟ แปรรูปไข่บ้านนา โดยนำหลักการ Lean Six Sigma มาใช้ปรับปรุงพฤติกรรมการทำงานในกระบวนการผลิตไข่เหลวพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น โดยทวนสอบผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น ย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2557 พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็นเฉลี่ย 2,600 CFU/g ผู้ศึกษาจึงได้ระดมสมอง เพื่อหาแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหา จัดทำตารางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) พิจารณาเกณฑ์การประเมินความรุนแรงของข้อบกพร่อง โอกาสการเกิดข้อบกพร่อง และความสามารถในการตรวจพบเพื่อควบคุมปัจจัยข้อบกพร่อง นำไปสู่การคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number: RPN) และวิเคราะห์ผลกระทบ ความถี่ มาตรฐานการควบคุม และคัดเลือกปัจจัยเพื่อแก้ปัญหา งานวิจัยนี้เลือกปัจจัยที่มีคะแนน RPN สูง 17 ปัจจัย มาดำเนินการแก้ปัญหา พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ย 2,600 CFU/g ภายหลังการปรับปรุงลดเหลือไม่เกิน 100 CFU/g ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของบริษัท สามารถลดการนำผลิตภัณฑ์เข้ากระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ใหม่ และส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้ตามความต้องการของลูกค้า

คำสำคัญ: Lean Six Sigma การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ ไช้เหลวพาสเจอร์ไรซ์ แผนผังพาเรโต

ABSTRACT

This research applied a principle of Lean Six Sigma in order to improve a process of pasteurized chilled liquid whole egg at CPF (Thailand) Public Co. Ltd., egg processing plant (Ban Na). The total plate count was determined for 3 months from March to May, 2014. The average total plate count in pasteurized chilled liquid whole egg products was 2,600 CFU/g. The brainstorming was conducted to find an appropriate solution by using Cause and Effect Diagram (Fishbone diagram) as well as Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). The probability of risk factors occurrence, the severity of risk factors and the ability to detect and control risk factors were used to calculate the risk priority number (RPN). The risk factors were selected based on their impact, frequency as well as a control standards. Then, Pareto diagram was generated to show relationship between the causes of the defect and the amount of losses incurred. Seventeen risk factors with high RPN were selected to improve the process. It was found that the average total plate count of products successfully decreased to less than 100 CFU/g. This reduced the frequency of re-pasteurization process and the products which meet the customers satisfaction could be delivered.

Keywords: Lean Six Sigma, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Pasteurized chilled liquid whole egg g, Pareto diagram

บทนำ

การดำเนินงานในอุตสาหกรรมแปรรูปไข่ มีข้อกำหนดในการผลิตภายใต้ระบบคุณภาพที่จำเป็นต่างๆ เช่น การวิเคราะห์อันตรายและควบคุมจุดวิกฤต (Hazard Analysis and Critical Control Point) ระบบการบริหารคุณภาพมาตรฐานสากล (ISO 9001) เป็นต้น ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคเป็นอุตสาหกรรมที่มีการเจริญเติบโตอย่างมากและมีการแข่งขันกันสูง ดังนั้นทางผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนา ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อให้สินค้าเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ลดต้นทุนการผลิต สามารถส่งมอบให้แก่ลูกค้าได้ตรงเวลา เพื่อที่จะสามารถแข่งขันและเพิ่มส่วนแบ่งทางการตลาดให้สูงขึ้น ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สำคัญ คือการลดความผันแปรที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตลง เพื่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายสูงขึ้น โดยทั่วไปแล้วในกระบวนการผลิตจะมีความผันแปรเกิดขึ้นตลอดเวลา ซึ่งแหล่งที่มาสำคัญ

นั้นมาจากการเลือกใช้วัตถุดิบและกระบวนการผลิต ดังนั้นการลดปริมาณจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตจึงเป็นส่วนสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความผันแปรของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธีทางสถิติ เพื่อหาสาเหตุของความผันแปรและลดความผันแปรที่เกิดขึ้นลง เพื่อเป็นแนวทางในการลดปริมาณ จุลินทรีย์ในกระบวนการผลิต ซึ่งปัจจุบันผลิตภัณฑ์ไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้มีการผลิตผลิตภัณฑ์นี้ในปริมาณที่สูง ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นผลิตภัณฑ์นี้มาศึกษาถึงสาเหตุของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ เพื่อเป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์ไข่เหลวทั้งหมด ซึ่งจากการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็นเบื้องต้นพบว่า ปัจจุบันมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ 2600 CFU/g และมีเป้าหมายภายหลังปรับปรุงกระบวนการที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน คาดหวังให้ปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนทั้งหมดลดลงเหลือ ≤ 1000 CFU/g เป็นไปตามมาตรฐานโรงงานกำหนด และอาจจะส่งผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่มากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. วิเคราะห์หาความเสี่ยงที่เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์ไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น
2. เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์ไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็นให้เหลือ ≤ 1000 CFU/g

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจสภาพแวดล้อมทั่วไปของการดำเนินการผลิตในโรงงาน
การสำรวจบริเวณโรงงานและสภาพแวดล้อมโดยรอบทั้งบริเวณสำนักงาน โรงอาหารและห้องพักของบริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) โดยการเดินสำรวจ สังเกตบริเวณต่างๆ ด้วยสายตา และมีการจดบันทึก
2. การศึกษาขั้นตอนต่างๆของกระบวนการผลิต
ดำเนินการสังเกต สำรวจ สอบถาม และจดบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสายการผลิตในโรงงาน โดยการสำรวจการดำเนินงานของแต่ละสายการผลิต

3. การทวนสอบข้อมูลย้อนหลังเพื่อทำการกำหนดปัญหาในการศึกษา (Define)

ตรวจสอบผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด CFU/g โดยการทวนสอบผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม - พฤษภาคม พ.ศ. 2557 ข้อมูลดังกล่าวทวนสอบจากเจ้าหน้าที่ฝ่ายควบคุมคุณภาพ โดยผู้วิจัยนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อไป

4. การสอบเทียบ เพื่อลดการคลาดเคลื่อนในการแปรผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Measure)

ประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิต เพื่อลดการคลาดเคลื่อนในการแปรผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิตตามมาตรฐานโรงงาน

5. การวิเคราะห์ (Analyze)

นำข้อมูลที่ได้จากการทวนสอบผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม - เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 มาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา วิเคราะห์ความเสี่ยงด้านคุณภาพที่อาจเกิดในขั้นตอนกระบวนการผลิต โดยจัดทำแผนผังก้างปลา (Fish Bone diagram) มีการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหาและจัดทำตารางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบ ความถี่ มาตรการควบคุม มีการให้คะแนนของตัวเลขลำดับความสำคัญ Risk Priority Number (R.P.N) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ Severity (S) เป็นความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดจากความล้มเหลว (1= ไม่มีผลกระทบ, 4=มีผลกระทบน้อย, 7 = มีผลกระทบมาก 10 = มีผลกระทบมากที่สุด) Occurrence (O) เป็นโอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุนั้นว่าบ่อยเพียงใด (1 = ไม่มีโอกาสเกิด, 4 = มีโอกาสเกิดน้อย, 7 = มีโอกาสเกิดมาก, 10 = มีโอกาสเกิดมากที่สุด) Detection (D) เป็นความสามารถในการตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวขึ้น (1 = มีการควบคุมแบบอัตโนมัติ, 4 = มีการควบคุม visual check ,WI, 7 = มีการควบคุมแต่ไม่มีการจัดการ, 10 = ไม่มีการควบคุม) $RPN = S \times O \times D$ ซึ่งค่า S,O และ D จะถูกบันทึกอยู่ในตารางของ FMEA ด้วย ใช้แบ่งแยกระดับความเสี่ยงของความล้มเหลว และแสดงให้เห็นความเร่งรีบในการจัดการกับความล้มเหลวนั้น จากนั้นจัดทำแผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น

6. การหาแนวทางในการแก้ไข (Improvement)

เก็บข้อมูลในช่วงก่อนการปรับปรุงปัญหา และดำเนินการหาวิธีแก้ไขปัญหาที่พบจากแผนผังพาเรโต (Pareto diagram) ที่มีผลต่อการแปรปรวนของจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด

7. การควบคุมเพื่อให้กระบวนการที่ดำเนินการยังอยู่ในขอบเขตที่ควบคุม (Control)

เปรียบเทียบข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ในช่วงก่อนและหลังการปรับปรุง และแก้ปัญหาที่มีผลต่อความแปรปรวนของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ถูกตรวจสอบ โดยหลังจากการปรับปรุงจำนวนผลเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องมีจำนวนไม่เกิน 1,000 CFU/g (ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานที่ทางโรงงานได้กำหนด) และต้องมีการควบคุมให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดดังกล่าวอยู่ในระดับมาตรฐานตลอดการดำเนินการ

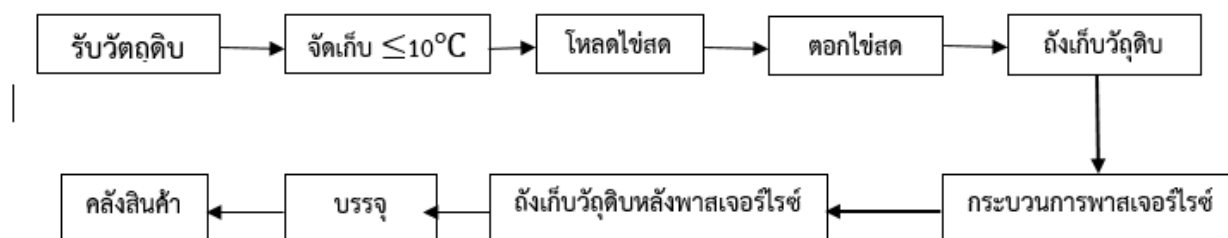
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การสำรวจสภาพแวดล้อม การดำเนินการผลิตในโรงงาน

การสำรวจบริเวณโรงงาน และสภาพแวดล้อมโดยรอบ ทั้งบริเวณสำนักงานโรงอาหาร และห้องพักของบริษัท ซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ธุรกิจแปรรูปไข่ บ้านนา โดยแบ่งออกเป็น 4 อาคาร ดังนี้ อาคารสำนักงาน โรงคัดไข่ โรงแปรรูปไข่ และห้องพัก

2. การศึกษาขั้นตอนต่างๆของกระบวนการผลิต

ในขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ไข่เหลวพาสเจอร์ไรซ์ มีขั้นตอนในการดำเนินงาน เริ่มจากการรับวัตถุดิบ โหลดไข่สด ตอกไข่สด ถึงเก็บวัตถุดิบ คลังสินค้า บรรจุ เก็บวัตถุดิบหลังพาสเจอร์ไรซ์ กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ บรรจุ และเก็บสินค้าเข้าคลังสินค้า



รูปที่ 1: กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไข่เหลวพาสเจอร์ไรซ์

3. การทวนสอบข้อมูลย้อนหลังเพื่อกำหนดปัญหาในการศึกษา (Define)

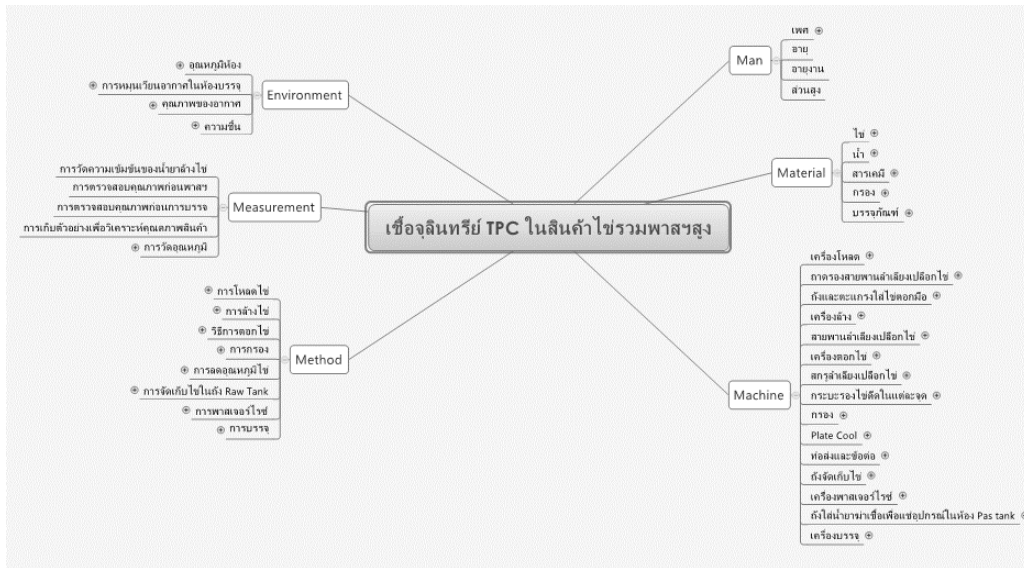
จากการทวนสอบข้อมูลผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ในสินค้าไขรวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็นย้อนหลัง 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2557 พบว่าจำนวนผลเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในสินค้าไขรวมพาสเจอร์ไรซ์ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงสุดเฉลี่ย 2,600 CFU/g และมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำสุดเฉลี่ย 70 CFU/g

4. การสอบเทียบ เพื่อลดการคลาดเคลื่อนในการแปรผลจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Measure)

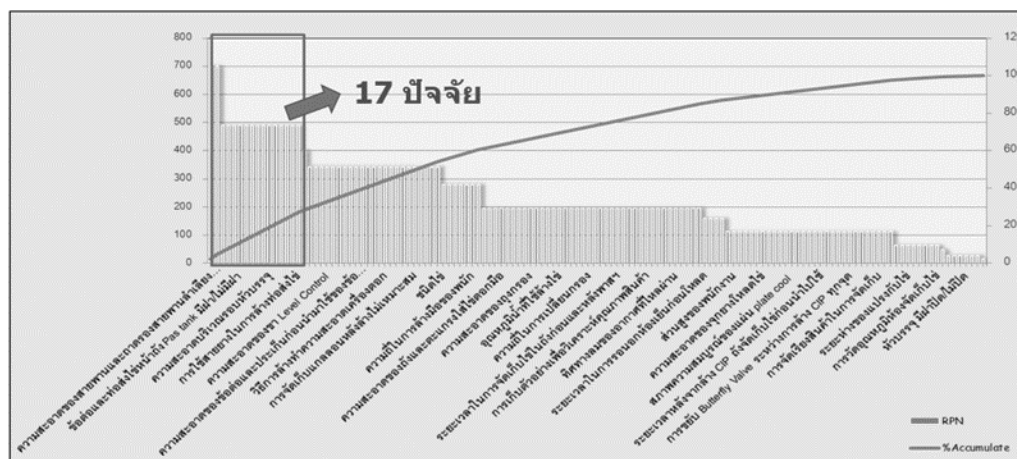
ประเมินประสิทธิภาพเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิต เพื่อลดการคลาดเคลื่อนในการแปรผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยการสอบเทียบเครื่องมือวัดในกระบวนการผลิตตามมาตรฐานโรงงาน (Monfort et al, 2012) พบว่าเครื่องมือที่ผ่านการสอบเทียบไม่มีการคลาดเคลื่อนในการแปรผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

5. การวิเคราะห์ (Analyze)

วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในไขเหลวพาสเจอร์ไรซ์เกินมาตรฐานที่โรงงานกำหนด โดยการระดมสมองจากฝ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้อง และจัดทำแผนผังก้างปลา (Fish Bone diagram) (Samiullah et al, 2013) ดังแสดงในรูปที่ 2 และจัดทำตารางวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของผลกระทบ ความถี่ มาตรการควบคุม และคัดเลือกปัจจัยเพื่อนำมาแก้ปัญหา พบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหามีจำนวน 78 ปัจจัย จึงได้ดำเนินการเลือกปัจจัยที่มีคะแนนสูงสุด 17 ปัจจัย มาทำการวิเคราะห์ และหาวิธีแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่วัตถุประสงค์งานวิจัย แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2: การระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหา (Fish Bone diagram)



รูปที่ 3: แผนผังพาเรโต (Pareto Chart)

6. การหาแนวทางในการแก้ไข (Improvement)

6.1 การปรับปรุงระยะเวลาในการเก็บไซโก่สดนอกห้องเย็น

ปรับปรุงระยะเวลาในการเก็บไซโก่สดนอกห้องเย็น โดยเปลี่ยนการปฏิบัติงานของพนักงานจาก โหลดไซ 1 พาเรท ต่อ เครื่องโหลดไซ 1 เครื่อง ใช้เวลา 20 นาที เป็นการโหลดไซ 1 พาเรท ต่อ เครื่องโหลดไซ 2 เครื่อง ทำให้เวลาในการโหลดไซ เหลือเพียง 10 นาที ส่งผลให้อุณหภูมิไซโก่สดเพิ่มขึ้นน้อยกว่าการปฏิบัติงานแบบเดิม แสดงดังรูปที่ 4



โหลดไข่ 1เรท ต่อ 1เครื่อง



โหลดไข่ 1เรท ต่อ 2 เครื่อง

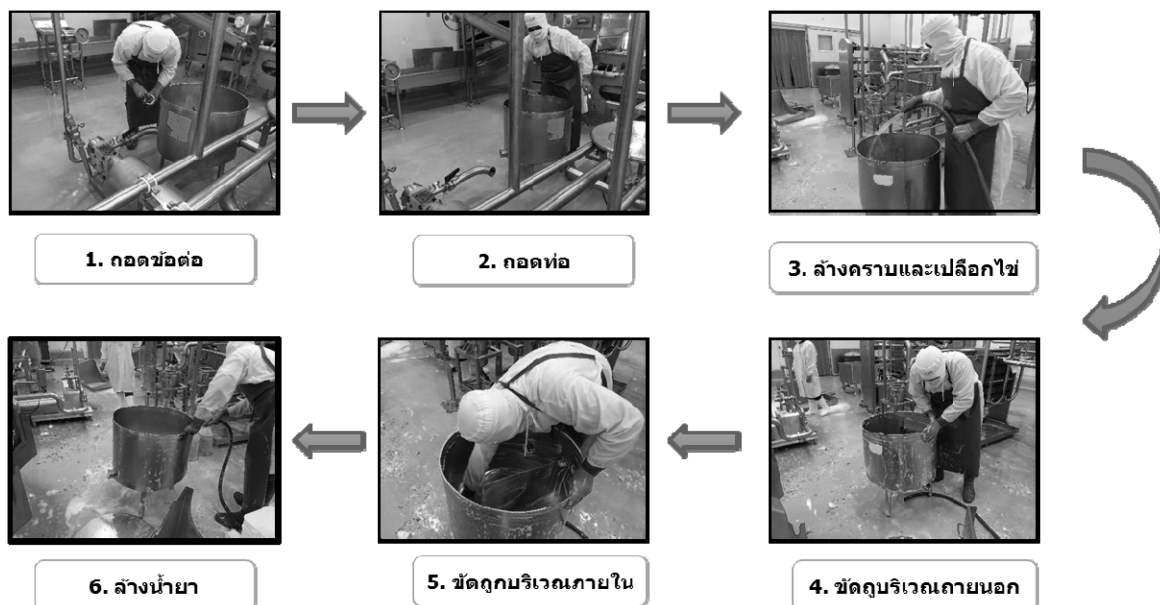
รูปที่ 4: การปรับปรุงระยะเวลาในการเก็บไข่ไก่สดนอกห้องเย็น

6.2 การปรับปรุงการเปิด/ปิด ถังเก็บน้ำไข่ (Balance tank)

ก่อนการปรับปรุงการปฏิบัติงานของพนักงานจะมีการเปิดถังเก็บน้ำไข่ (Balance tank) ตลอดระยะเวลาการผลิต เมื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นให้มีการเปิดฝาถังที่เก็บน้ำไข่ (Balance tank) เฉพาะเวลาที่มีการเติมน้ำไข่ลงในถังเก็บน้ำไข่ (Balance tank) แล้วปิดฝาถังทันที ทำให้ลดโอกาสการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้มากขึ้น (Jakociune et al, 2014)

6.3 การปรับปรุงวิธีการล้างถังเก็บน้ำไข่ (Balance tank)

จากเดิมวิธีการล้างถังเก็บน้ำไข่ (Balance tank) จะมีการล้างถังเก็บน้ำไข่ 3 ส่วน คือ ล้างส่วนข้อต่อ ล้างส่วนท่อ และล้างคราบและเปลือกไข่ ปรับปรุงเป็น 6 ส่วน คือ ล้างส่วนข้อต่อ ล้างส่วนท่อ ล้างคราบและเปลือกไข่ ขัดถูบริเวณภายนอก ขัดถูบริเวณภายใน ล้างน้ำยาทำความสะอาด พบว่าหลังการปรับปรุงวิธีการล้างถังเก็บน้ำไข่ (Balance tank) มีความสะอาดมากขึ้น และไม่พบคราบไข่หรือเปลือกไข่ไก่หลงเหลืออยู่ในถังเก็บน้ำไข่ (Balance tank) แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5: การปรับปรุงวิธีการล้างถังเก็บน้ำไข่ (Balance tank)

6.4 การปรับปรุงการจัดเก็บอุปกรณ์ก่อนการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานของพนักงานแบบเดิมมีการเก็บอุปกรณ์ก่อนปฏิบัติงานไม่เหมาะสม กล่าวคือพนักงานจะเก็บอุปกรณ์ไว้ตามข้อต่อท่อส่งไข่ต่างๆ จึงเป็นผลให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนในอุปกรณ์ได้ ปรับปรุงการปฏิบัติโดยการจัดหาอ่างน้ำแช่อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับอุปกรณ์และแช่อุปกรณ์ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ พบว่าผลจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำแช่อุปกรณ์ลดลงจาก 1400 CFU/g เหลือ 120 CFU/g

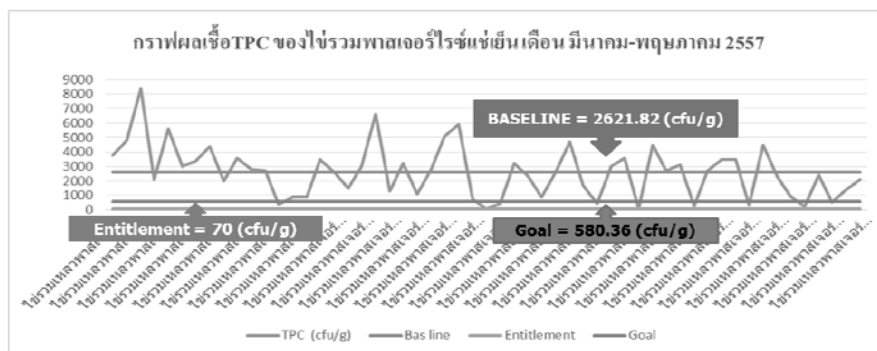
6.5 การปรับปรุงวิธีการตอกไข่ไก่ก่อนเข้าเครื่องตอกไข่

ก่อนการปรับปรุงพนักงานจะเก็บไข่ไก่ก่อนเข้าเครื่องตอกไข่โดยการขยำไข่ไก่ที่หลายๆ ฟอง ปรับปรุงเป็นหยิบไข่ไก่ที่หลายๆ ฟองมาตอก โดยไม่มีการขยำไข่ไก่ จากการปรับปรุงดังกล่าวสังเกตด้วยสายตาพบว่าสิ่งแปลกปลอม เช่น เปลือกไข่ไก่ ขนไก่ และมูลไก่ ที่ไม่สามารถล้างออกให้หมดได้ลดลง

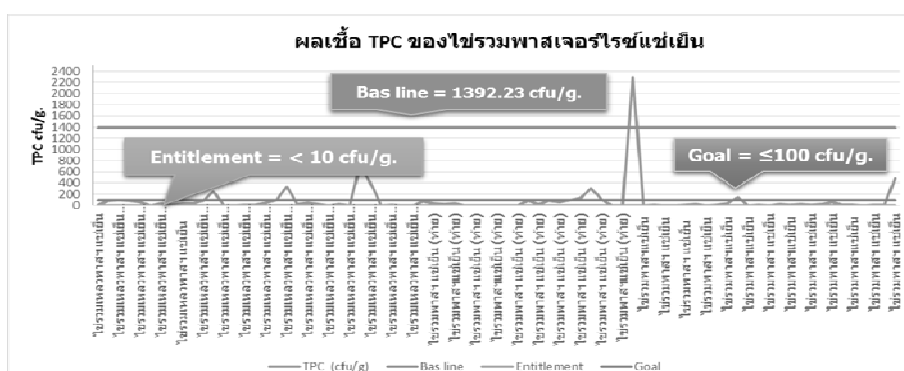
6.6 การปรับปรุงวิธีการบรรจุ

ปรับปรุงโดยให้พนักงานล้างมือและเปลี่ยนหัวบรรจุทุกๆ 30 นาทีระหว่างการบรรจุ พบว่าการปรับปรุงวิธีการบรรจุดังกล่าวมีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในสินค้าไขรวมพาสเจอร์ไรส์ลดลง

จากการปรับปรุงและแก้ไขปัญหามลเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานที่โรงงานกำหนด จำนวนมลเชื้อจุลินทรีย์จากเดิม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2600 CFU/g ลดลงเหลือเพียง ≤ 100 (CFU/g) แสดงดังรูปที่ 6, 7



รูปที่ 6: ผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน



รูปที่ 7: ผลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการทำงานเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในสินค้าไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น โดยนำหลักการ Lean Six Sigma มาประยุกต์ใช้ในการทำงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาความเสี่ยงที่เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและลดความเสี่ยงที่เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น จากปัจจุบันจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 2600 CFU/g ให้ลดลงเหลือ ≤ 1000 CFU/g โดยมีการระดมสมอง เพื่อหาแนวทางปรับปรุงและแก้ไขปัญหาดังกล่าว จัดทำตารางการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) พิจารณาเกณฑ์การประเมินความรุนแรงของข้อบกพร่อง โอกาสการเกิดข้อบกพร่อง และ

ความสามารถในการตรวจพบเพื่อควบคุมปัจจัยข้อบกพร่อง นำไปสู่การคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงชั้นนำ (Risk Priority Number: RPN) วิเคราะห์ผลกระทบ ความถี่ มาตรฐานการควบคุม และคัดเลือกปัจจัยเพื่อแก้ปัญหา งานวิจัยนี้เลือกปัจจัยที่มีคะแนน RPN สูง 17 ปัจจัย มาดำเนินการแก้ปัญหา พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ย 2,600 CFU/g ภายหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงานปริมาณจุลินทรีย์ลดลงเหลือน้อยกว่า 100 CFU/g ผลจุลินทรีย์ทั้งหมดในสินค้าไข่รวมพาสเจอร์ไรซ์แช่เย็น เป็นไปตามเป้าหมายของบริษัท ส่งผลให้สามารถลดการดำเนินการนำผลิตภัณฑ์เข้าสู่กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ใหม่ (reprocess) และส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้ตามความต้องการของลูกค้า

เอกสารอ้างอิง

- Jakociune, D. Bisgaard, M., Herve, G., Protais, J. and Olsen, J.E. (2014). Effects of environmental conditions on growth and survival of *Salmonella* in pasteurized whole egg. *International Journal of Food Microbiology*. 184, 27-30.
- Monfort, S., Ramos Monfort, S., Meneses, N., Knorr, D., Raso, J. and Alvarez, I. (2012). Design and evaluation of a high hydrostatic pressure combined process for pasteurization of liquid whole egg. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 14, 1-10.
- Samiullah, Chousalkar, K.K., Roberts, J.R., Sexton, M. May, D. and Kiermeter, A. (2013). Effects of egg shell quality and washing on *Salmonella* Infantis penetration. *International Journal of Food Microbiology*. 165, 77-83.

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้านการบริการ: กรณีศึกษาร้านสะดวกซื้อ

Carbon footprint assessment in services: Case study convenient store

ลลิตา ชุมประยูร¹, อ.สุคนธ์ทิพย์ เพ็ญศิลป์^{2*}

Lalida Chumprayoon¹, Lect.Sukonthip Permsin^{2*}

^{1,2} สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

^{1,2} Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology
Panyapiwat Institute of Management

*Corresponding author, E-mail: sukonthipper@pim.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ สำหรับร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษาที่มีพื้นที่แสดงสินค้า 190.50 ตารางเมตร โดยใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์การบริการ ซึ่งจะทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ การได้มาของวัตถุดิบ การขนส่ง การบริการ และการกำจัดของเสียหลังการให้บริการ จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของวัฏจักรการบริการ ของร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา มีปริมาณเท่ากับ 1,817.10 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ กิจกรรมการเลือกซื้อสินค้าซึ่งมีค่า 778.40 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 42.84 ของกิจกรรมทั้งหมดของร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา รองลงมาคือกิจกรรมการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้ามาร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา กิจกรรมการเตรียมสินค้า กิจกรรมการกำจัดของเสียหลังการให้บริการ กิจกรรมการคำนวณราคาสินค้าและบรรจุ และจากกิจกรรมการได้มาของวัตถุดิบ ตามลำดับ

คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์ คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

Abstract

This research aims to evaluate the carbon footprint of case study convenient store which has display area 190.50 square meters by using the assessment guideline for carbon footprint in services. The scopes of carbon footprint evaluation are: raw materials acquisition, transportation, service and waste disposal from service processes. The study found that the amount of greenhouse gas emissions of a case study convenience store is 1,817.10 kilograms of carbon dioxide equivalent per square meter. The products selection activity has highest emission of greenhouse gas 778.40 kilograms of carbon dioxide equivalent per square meter or 42.84 % of the activity in case study convenience store. Followed by transportation activities from the convenience store distribution center, product preparation activities, waste disposal activities after the service, price calculation and packaging activities and from the acquisition of raw materials, respectively.

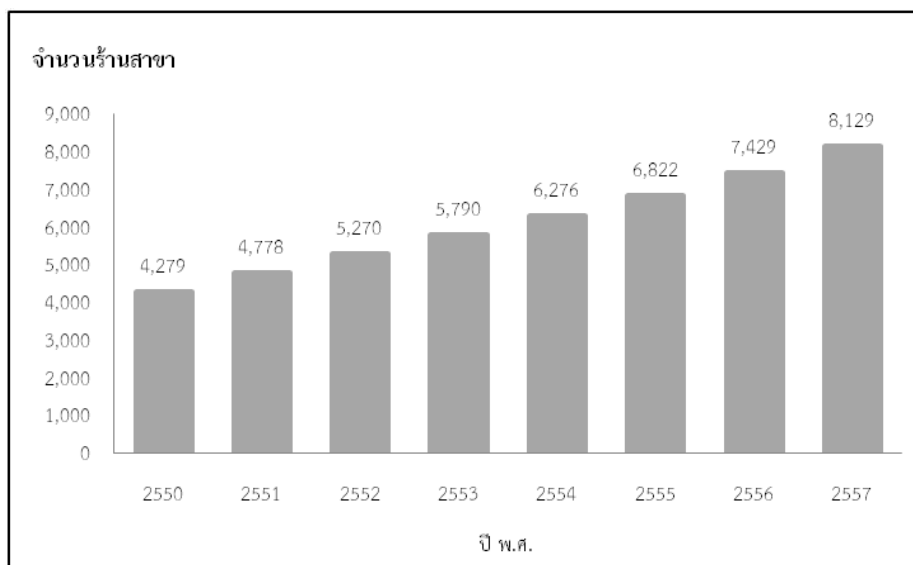
Keywords: Carbon footprint, Carbon dioxide equivalent

บทนำ

ปัจจุบันมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งการใช้พลังงาน การเกษตรกรรม การพัฒนาและการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง ธุรกิจบริการ รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน และนับวันปัญหาดังกล่าวก็ยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น จากผลกระทบของภาวะโลกร้อน ทำให้ประเทศต่างๆ ทั่วโลกตื่นตัวในการดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก เป็นวิธีการในการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร อันจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหาร จัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ริเริ่มครั้งแรกในประเทศอังกฤษ ในเดือนมีนาคม พ.ศ.2550 โดย “คาร์บอนทรัสต์” (Carbon Trust) องค์กรเอกชนที่จัดตั้งขึ้นโดยรัฐบาลสำหรับประเทศไทยคณะรัฐมนตรีมีมติเห็นชอบให้จัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกเป็นองค์การมหาชน เมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2550 มีวัตถุประสงค์หลักในการวิเคราะห์ กลั่นกรองและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการให้คำรับรองโครงการที่ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด รวมทั้งติดตามประเมินผลโครงการที่ได้รับคำรับรอง ส่งเสริมการพัฒนาโครงการและการตลาดซื้อขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรอง เป็นศูนย์กลางข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดำเนินงานด้านก๊าซเรือนกระจก จัดทำฐานข้อมูลเกี่ยวกับโครงการที่ได้รับคำรับรองและการขายปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับการรับรอง ส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพตลอดจนให้คำแนะนำแก่หน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนเกี่ยวกับการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา ซึ่งเป็นร้านสะดวกซื้อรายใหญ่ที่มีสาขาอยู่ทั่วประเทศและมีการขยายตัวของร้านสาขาอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งจะเห็นว่าธุรกิจมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการใช้พลังงานมากขึ้นตามไปด้วยส่งผลให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงเริ่มจัดทำการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ร้านสะดวกซื้อที่เป็นร้านต้นแบบเพื่อใช้เป็นแนวทางในการขยายผลไปยังร้านสาขาอื่นๆ ที่มีอยู่ทั่วประเทศ



รูปที่ 1: อัตราการขยายตัวของร้านสะดวกซื้อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้านการบริการ เป็นการอ้างอิงหลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับผลิตภัณฑ์จากหลักการประเมินผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดช่วงชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment: LCA) โดยพิจารณาตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ พลังงานและทรัพยากร การใช้งานของผู้บริการ ตลอดจนการจัดการของเสียหรือซากหลังการใช้งาน ซึ่งมีขั้นตอนในการประเมินดังนี้

1. กำหนดเป้าหมายการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์
2. กำหนดขอบเขตการประเมิน
 - 2.1 ระบบผลิตภัณฑ์
 - 2.2 หน่วยการทำงาน
 - 2.3 ขอบเขตของระบบ
 - ขั้วการได้มาของวัตถุดิบหรือวัสดุใช้สอย
 - ขั้วการบริการ
 - การขนส่งวัตถุดิบและวัสดุใช้สอย และการเดินทาง
 - ขั้วการใช้งานอุปกรณ์หรือวัสดุใช้สอย ในกิจกรรมบริการ
 - ขั้วการกำจัดซากวัสดุใช้สอยและของเสียหลังหมดอายุการใช้งาน
3. ข้อมูลและคุณภาพข้อมูล
4. การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการบริการ
5. การแสดงผล

(องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2555)

ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของร้านสะดวกซื้อ ได้มีผู้ทำการศึกษาคือ ญัฐพล (2555) ซึ่งงานวิจัยของญัฐพลได้ใช้หลักการการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ขอบเขตตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยมีลักษณะการเก็บข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกับร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา นอกจากนี้ยังมี ธนาพร (2556) ที่ใช้หลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์เช่นเดียวกับร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา ซึ่งมีขอบเขตการประเมินที่แตกต่างกันคือขอบเขตการประเมินแบบ Cradle to Gate (B2B) เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ขั้นตอนการได้มาซึ่งวัตถุดิบ และกิจกรรมการผลิต ณ สถานประกอบการนั้นๆ เพื่อจัดทำมาตรฐานการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา โดยมี 4 ขอบเขตในการประเมินคือ การได้มาของวัตถุดิบ การขนส่งสินค้า การบริการ และการกำจัดของเสียหลังการให้บริการ

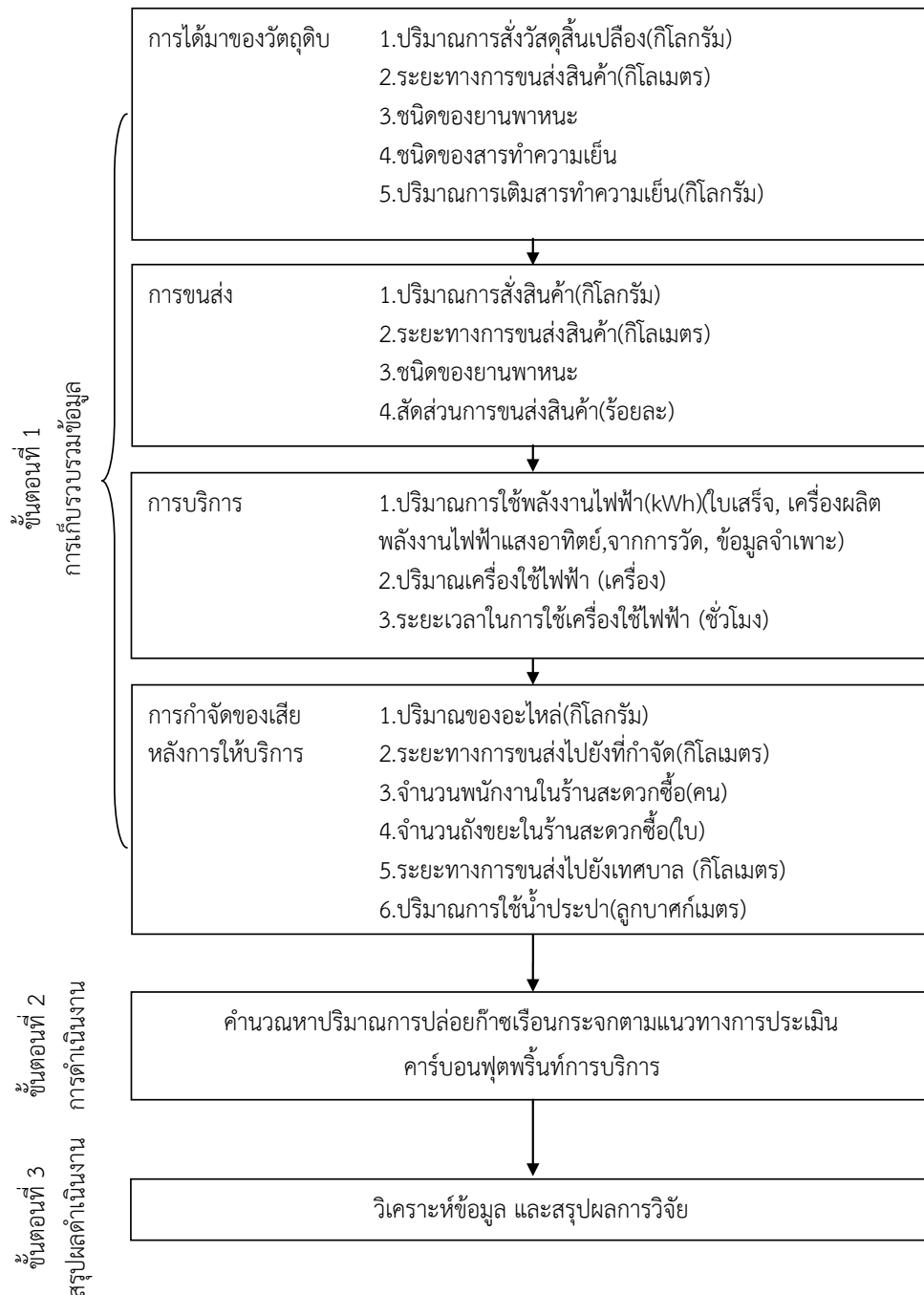
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย มี 3 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 2 โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) ขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ 2) ขั้นตอนการขนส่ง 3) ขั้นตอนการบริการ 4) ขั้นตอนการกำจัดของเสียหลังการให้บริการ

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินงาน คือการคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์การบริการ

ขั้นตอนที่ 3 สรุปผลดำเนินงาน คือการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ และสรุปผลการวิจัย

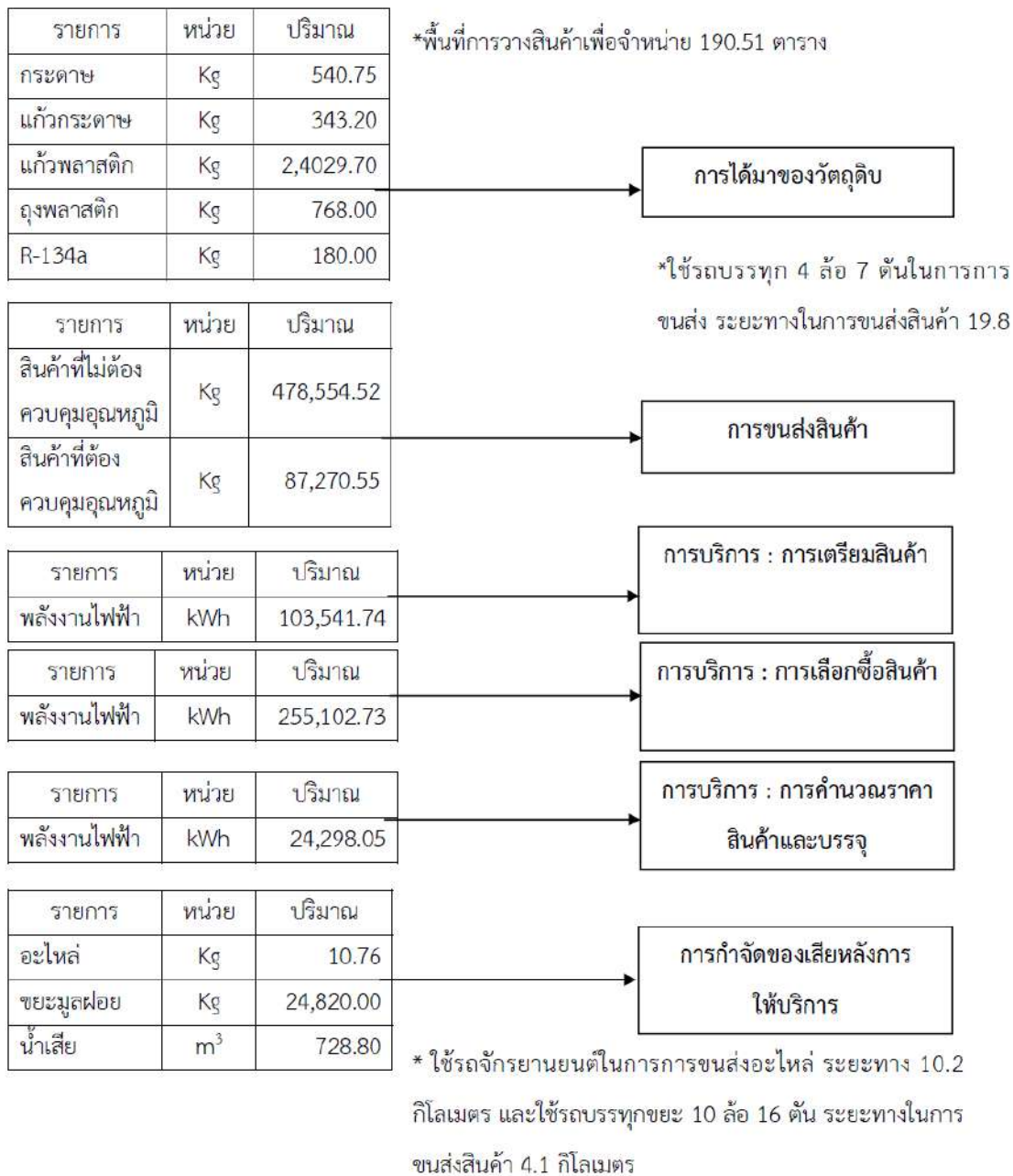


รูปที่ 2: ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ส่วนที่ 1 ผลการเก็บรวบรวมข้อมูล

คือผลที่ได้จากขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลจากร้านสะดวกซื้อในระยะเวลา 2 ปี ซึ่งแสดงในรูปที่ 3 ยกตัวอย่างเช่น การเก็บรวบรวมข้อมูลของขั้นตอนการได้มาของวัตถุดิบ คือ ปริมาณการใช้กระดาษ 540.75 กิโลกรัม ปริมาณการใช้แก้วกระดาษ 343.20 กิโลกรัม ปริมาณการใช้แก้วพลาสติก 24,029.70 กิโลกรัม ปริมาณการใช้ถุงพลาสติก 768.00 กิโลกรัม และปริมาณการใช้สารทำความเย็น R-134a 180.00 กิโลกรัม

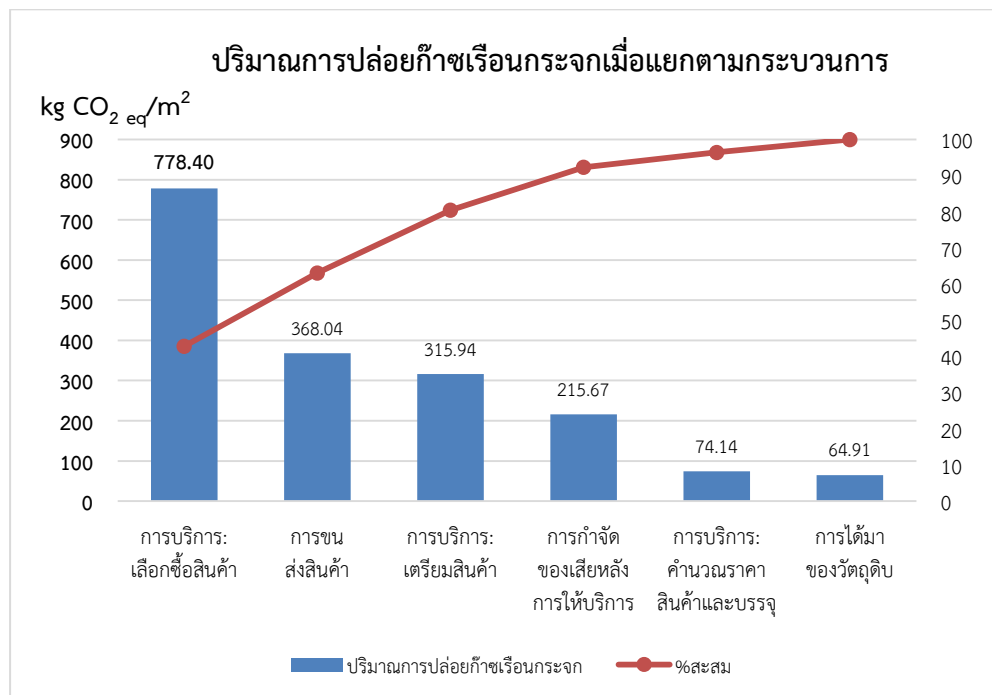


รูปที่ 3: ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแยกเป็นกระบวนการ

ส่วนที่ 2 ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา

จากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษาในรอบระยะเวลา 1 ปี พบว่าร้านสะดวกซื้อที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ แสดงดังรูปที่ 4 โดยมีรายละเอียดคือ

- กิจกรรมการเลือกซื้อสินค้า 778.40 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร
- กิจกรรมการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้ามาร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา 368.04 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร
- กิจกรรมการเตรียมสินค้า 315.94 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร
- กิจกรรมการกำจัดของเสียหลังการให้บริการ 215.6 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร
- กิจกรรมการคำนวณราคาสินค้าและบรรจุ 74.14 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร
- จากกิจกรรมการได้มาของวัตถุดิบ 64.91 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร



รูปที่ 4: ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเมื่อแยกตามกระบวนการ

ตัวอย่าง การคำนวณของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้กระดาษ เช่น ร้านสะดวกซื้อที่มีปริมาณการใช้กระดาษตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2556 ถึง 31 พฤษภาคม 2557 ซึ่งแบ่งออกเป็นกระดาษ A4 288.00 กิโลกรัมและกระดาษใบเสร็จ 252.75 กิโลกรัม

$$\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก} = \left(\frac{\text{ปริมาณการใช้กระดาษ}}{\text{พื้นที่วางสินค้าเพื่อจำหน่าย}} \right) \times \text{EF}$$

ปริมาณการใช้กระดาษ A4	=	288.00	Kg
ปริมาณการใช้กระดาษใบเสร็จ	=	252.75	Kg
พื้นที่วางสินค้าเพื่อจำหน่าย	=	190.51	ตารางเมตร
ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	=	0.5122	KgCO ₂ e/Kg

$$\text{ดังนั้น ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก} = \left(\frac{288.00 + 252.75}{190.51} \right) \times 0.5122$$

$$= 1.45 \text{ KgCO}_2\text{e/ตารางเมตร}$$

ตัวอย่าง การคำนวณของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปั๊มน้ำ ตั้งแต่ 1 มิถุนายน 2556 ถึง 31 พฤษภาคม 2557

$$\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก} = \left(\frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า}}{\text{พื้นที่วางสินค้าเพื่อจำหน่าย}} \right) \times \text{EF}$$

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	=	285,986.00	kWh ข้อมูลจากการไฟฟ้านครหลวง
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	=	437,967.80	kWh ข้อมูลจากการเครื่องใช้ไฟฟ้าในร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา (ข้อมูลจำเพาะ)
ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	=	0.5813	KgCO ₂ e/ kWh
พื้นที่วางสินค้าเพื่อจำหน่าย	=	190.51	ตารางเมตร

ข้อมูลพื้นที่การเตรียมสินค้า

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	=	158,567.01	kWh (ข้อมูลจำเพาะ)
--------------------------	---	------------	--------------------

$$\text{สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า} = \left(\frac{158,567.01}{437,967.80} \right) \times 100 = 36.21\%$$

$$\text{ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า} = \frac{285,986.00 \times 36.21}{437,967.80} \text{ (จากใบเสร็จ)} = 103,555.53 \text{ kWh}$$

ข้อมูลของเครื่องปั๊มน้ำ

จำนวนเครื่องปั๊มน้ำ	=	4	เครื่อง
เวลาใช้งาน	=	4.08	ชั่วโมง
ค่าพลังงานไฟฟ้า (ข้อมูลจำเพาะ)	=	370	W
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า	=	2,204.02	kWh (ข้อมูลจำเพาะ)

$$\text{สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า} = \left(\frac{2,204.02}{158,567.01} \right) \times 100 = 1.39\%$$

$$\text{ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า} = \frac{103,555.53 \times 1.39}{100} \text{ (จากใบเสร็จ)} = 1,439.42 \text{ kWh}$$

$$\text{ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก} = \left(\frac{1,439.42}{190.51} \right) \times 0.5813 = 4.39 \text{ KgCO}_2\text{e/ตารางเมตร}$$

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์การคิดมูลค่าของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษาที่มีการให้บริการในการขาย 3 ส่วนคือ 1) บริการขายสินค้าอุปโภค 2) บริโภคบริการขายขนมปังอบสด และ 3) การบริการที่มีเภสัชกรในการให้คำแนะนำและจำหน่ายยา มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 1,817.10 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งหากมีการชดเชยโดยการซื้อคาร์บอนเครดิต เมื่อใช้ราคาสัญญาซื้อขายล่วงหน้าสำหรับส่งมอบในเดือนธันวาคม 2557 อยู่ที่ระดับ 4.99 เหรียญสหรัฐต่อตันหรือเท่ากับ 164.23 บาทต่อตัน ดังนั้นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเท่ากับ 298.42 บาท โดยราคาในการซื้อขายคาร์บอนเครดิตนั้นเป็นไปตามกลไกตลาด แต่ส่วนใหญ่แล้วการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์การบริการนั้น จะแสดงความรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งทำได้ 2 แนวทางคือ 1) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ใน และ 2) การเข้าร่วมโครงการซื้อคาร์บอนเครดิต

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการบริการทั้งหมดของร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา เท่ากับ 1,817.10 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร ซึ่งเมื่อแยกตามกระบวนการจะเห็นได้ว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการเลือกซื้อสินค้าซึ่งมีค่ามากที่สุดคือ 778.40 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 42.84 ของกิจกรรมร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา รองลงมาคือกิจกรรมการขนส่งสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้ามาร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา 368.04 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 20.25 ของกิจกรรมร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา จากกิจกรรมการเตรียมสินค้า 315.94 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 17.39 ของกิจกรรมร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา จากกิจกรรมการจัดของเสียหลังการให้บริการ 215.64 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 11.87 ของกิจกรรมร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา จากกิจกรรมการคำนวณราคาสินค้าและบรรจุ 74.14 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.08 ของกิจกรรมร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา และจากกิจกรรมการได้มาของวัตถุดิบ 64.91 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 3.57 ของกิจกรรมร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษา

2. จากผลศึกษาพบว่ากิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดคือ กิจกรรมการให้บริการในพื้นที่การเลือกซื้อสินค้า เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบแสงสว่าง ระบบทำความเย็น ระบบปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด

3. จากผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้ สามารถนำมาใช้เสนอแนะมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ และนำไปสู่การวางแผนการบริหารจัดการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร้านสะดวกซื้อกรณีศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).(2555). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ด้านการบริการ*. กรุงเทพฯ: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
- ณัฐพล เชื้อนสูงค์.(2555).*การลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของร้านสะดวกซื้อที่มีการออกแบบอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม*.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธนาพร ลือศิรินันท์.(2556).*การลดปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแปรรูปเต้าหู้ปลา*.วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

การประยุกต์ใช้เกมการเรียนรู้ในการศึกษา: กรณีศึกษาของการออมเงินสำหรับนักเรียน APPLIED GAME-BASED LEARNING IN EDUCATION: A CASE STUDY OF MONEY SAVING FOR STUDENT

ดร.พรรณเชษฐ ณ ลำพูน^{1*}, กัญญาวีร์ ฌวิลกรณ², อธิสร มาวันยา³
Dr. Phannachet Na Lamphun¹, Ganyawee Chawinlakon², Theerisara Marana³

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Department of Engineering and Technology, Faculty of Information Technology,
Panyapiwat Institute of Management

^{2,3}คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันจัดการปัญญาภิวัฒน์

^{2,3}Department of Engineering and Technology, Student of Information Technology,
Panyapiwat Institute of Management
Email: phannachetna@pim.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานับเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาความรู้และศักยภาพของบุคลากร จากแต่ก่อนที่อาจารย์ผู้สอนจะบรรยายและเขียนบนกระดาน ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้พัฒนาสื่อการเรียนการสอนขึ้นหลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นสื่อในการนำเสนอ สื่อวีดิโอการสอน หรือการพัฒนาการเรียนในรูปแบบออนไลน์ แม้ว่าจะมีสื่อการเรียนหลากหลายรูปแบบในบางครั้งผู้เรียนก็ไม่ได้ให้ความสนใจกับสื่อเหล่านั้นเพราะไม่ได้มีการโต้ตอบ ตัวสื่อการเรียนไม่มีความน่าดึงดูดใจ หรือ กระตุ้นให้อยากเรียน ซึ่งปัจจุบันนี้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีอุปกรณ์เทคโนโลยีต่างๆ ที่สามารถเข้าถึงความบันเทิงได้ เช่น เกม หนังสือ แม้กระทั่งสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้มีการประยุกต์เกมการเรียนรู้ หรือ Game-Based Learning เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและสนุกกับการเรียน โดยพัฒนาเกมการเรียนรู้ด้านการออมเพื่อมอบความรู้ให้กับนักเรียนโดยใช้หลักการของ Games-Based Evaluation Framework ผลการประเมินของตัวเกมที่ได้พัฒนาโดยหลักการนี้แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนให้ความสนใจมากขึ้นและสามารถตอบสนองต่อระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละระดับได้

คำสำคัญ: เกมการเรียนรู้ ผู้เรียน กรอบการประเมินเกมการเรียนรู้ การออม

Abstract

Education is important to build knowledge and capability of the people. Previously, teachers were teaching through lectures and writing on the board. With the advancement of technology, teaching media can be developed in various forms such as presentations, educational videos, and even e-learning portals. However, with varieties of teaching media, sometimes the learners lose their interest due to lack of interaction, the teaching media not

being interesting or does not engage the learner to learn. There are also distractions such as games, movies or even social media that can distract the learner. To respond to such problems, Games-based learning has been applied to stimulate the learner to develop interest in and enjoy the education. Games-based evaluation framework was chosen as a guideline to develop game-based learning to save money. The evaluation of the game-based learning to save money shows that learners are more interested to learn and the game is suitable for each individual's learning style.

Keywords: Game-Based Learning, Learner, Games-Based Learning Evaluation Framework, Saving Money

บทนำ

การศึกษานับเป็นส่วนสำคัญสำหรับเยาวชนในการพัฒนาความรู้และศักยภาพ การเรียนการสอนระหว่างอาจารย์และนักเรียนเป็นการถ่ายทอดความรู้เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้นั้นไปพัฒนาต่อยอดและใช้ในวิชาชีพได้ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนนั้นมีหลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับรูปแบบการสอนของอาจารย์แต่ละคน โดยส่วนมากจะเป็นรูปแบบที่อาจารย์บรรยายเนื้อหาให้กับนักเรียน ทำกิจกรรมและแบบทดสอบในห้องเรียนซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้แก่สื่อการเรียนการสอน เพราะเป็นตัวกลางที่ใช้ในการเรียนการสอนระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียนซึ่งผู้เรียนต้องศึกษาและทำความเข้าใจเพื่อพัฒนาเป็นความรู้ ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้ผู้สอนสามารถผลิตสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบที่หลากหลายมากขึ้น เช่นใช้ Power Point ในการนำเสนอเนื้อหา ใช้ VDO เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น หรือแม้กระทั่งพัฒนาเป็นการเรียนการสอนในรูปแบบดิจิทัลออนไลน์ หรือ e-Learning ที่ผู้เรียนสามารถเข้าสู่ระบบออนไลน์และเรียนรู้จากสถานที่ใดก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบ

แม้ว่าสื่อการเรียนการสอนในปัจจุบันมีหลากหลายรูปแบบแต่ปัญหาที่พบคือตัวผู้เรียนนั้นมีทักษะ ความรู้ความสามารถไม่เท่ากัน บางคนอาจจะต้องใช้เวลาในการทำความเข้าใจในเนื้อหามากกว่าคนอื่น ทำให้การเรียนการสอนแบบบรรยายหรือการนั่งเรียนในห้องเรียนไม่อาจตอบโจทย์ให้กับนักเรียนทุกคน บางครั้งระหว่างการเรียนการสอน นักเรียนบางคนตามเนื้อหาที่อาจารย์สอนไม่ทันก็จะเริ่มหมดความสนใจในเนื้อหาการเรียนการสอน และเริ่มหากิจกรรมอื่นทำในระหว่างเรียน อีกทั้งบางวิชามีการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนแต่นักเรียนบางคนใช้คอมพิวเตอร์ในการเล่นอินเทอร์เน็ตหรือเกมระหว่างเรียนทำให้ไม่ได้รับฟังเนื้อหาในช่วงนั้น ที่สำคัญเนื่องด้วยปัจจุบันมีอุปกรณ์เทคโนโลยีเช่น โทรศัพท์มือถือได้มีการพัฒนาเป็นโทรศัพท์สมาร์ทโฟนที่สามารถรองรับการใช้งานได้อย่างหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการโทรศัพท์ การเช็ค e-Mail สื่อบันเทิง เช่น เกม หนังสือ และเพลง ซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ จึงทำให้ผู้เรียนบางกลุ่มไม่สนใจในเนื้อหาการเรียนการสอน

เพื่อตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้ Game-Based Learning เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเกม เพื่อสร้างความน่าสนใจให้กับเนื้อหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเข้าร่วม โดยการพัฒนาเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของสื่อ Power Point ที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลา อีกทั้งยังมีการใช้งานที่ง่ายสำหรับผู้สอนส่วนใหญ่ในการปรับเปลี่ยนเนื้อหาตามความเหมาะสม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกมการเรียนรู้หรือ Game-Based Learning ไม่ใช่การนำเกมไปใช้สอนแทนอาจารย์เป็นการนำเกมไปใช้ในห้องเรียนเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจในเนื้อหาตลอดจนกิจกรรมต่างๆในห้องเรียน (Prenksy, 2004; Pivec, 2009; Perrotta et. al., 2013) ซึ่งเกมนับเป็นส่วนหนึ่งของการเติบโตของผู้เรียนซึ่งทุกคนเคยเล่นเกมตั้งแต่เด็กจนโต เกมจึงเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของชีวิต (Oblinger, 2004) ในปัจจุบันมีเกมจำนวนมากมาที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านสื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น จากทางอินเทอร์เน็ต หรือ สมาร์ทโฟน

Raptivity: e-Learning Tool (2012) ได้กล่าวถึง Game-Based Learning ว่าเป็นการเรียนรู้ในรูปแบบ e-Learning แบบหนึ่งซึ่งผู้เรียนจะต้องมีทั้งความตั้งใจและไว้วางใจตนเองได้เพื่อที่จะสามารถสร้างความคืบหน้าในการเรียนรู้ได้ Boyle (2011) ได้กล่าวว่าเกมเป็นนำเสนอโครงสร้างรูปแบบใหม่ในการสอน จุดประกายความคิด สร้างสรรค์และความหลากหลาย นอกจากนี้สภาพแวดล้อมของเกมยังช่วยให้ผู้เล่นมีความรู้สึกสมจริงสมจังมากขึ้น ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากเหตุการณ์เสมือนจริง เช่น เกมการเรียนด้านการบิน การทหาร หรือ ความปลอดภัย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากเหตุการณ์เสมือนจริงได้โดยไม่ต้องนำตัวเองไปอยู่ในสถานการณ์จริงเพื่อความปลอดภัยของผู้เรียน (Annetta, 2008)

จึงสามารถกล่าวได้ว่าเกมการเรียนรู้หรือ Game-Based Learning เป็นการประยุกต์ใช้เกมการเรียนรู้การสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและต้องการเรียนมากขึ้นด้วยตนเองโดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากที่ใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องไปอยู่ในสถานการณ์จริง

Perrotta et. al. (2013) ได้กล่าวถึงหลักการของ Game-Based Learning ได้แก่

- Intrinsic Motivation คือ ต้องเกิดจากแรงจูงใจภายในของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนรู้สึกสนใจจะทำให้ผู้เรียนอยากเล่นและจะเป็นการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้
- Enjoyment and Fun คือ ในการเล่นเกมการเรียนรู้ผู้เล่นจะต้องสนุกสนานและชื่นชอบ
- Authenticity คือ ตัวเกมต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจนว่าต้องการสื่ออะไรและผลที่ได้คืออะไร
- Self-reliance คือ ผู้เรียนต้องสามารถพึ่งพาตัวเองในการเล่นการเรียนรู้ได้
- Experiential Learning คือ ผู้เรียนสามารถสร้างและพัฒนาประสบการณ์จากเนื้อหาได้

โดยหลักการนี้สามารถทำให้ทำสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบเกมที่สร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนในการที่จะเล่นและเรียนในเวลาเดียวกันซึ่งยังมุ่งเน้นไปที่ผู้เรียนเป็นหลักโดยผู้เรียนจะสนุกไปกับการเล่น ในขณะที่ผู้เรียนต้องสามารถพึ่งพาตนเองได้เพื่อให้ได้คำตอบเพื่อให้สามารถจบบทเรียนได้

ในการพัฒนาเกมการเรียนรู้หลักการคล้ายกับการพัฒนาเกมทั่วไปแต่เนื้อหาจะเป็นส่วนที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้ศึกษา (Teed 2004) โดยทั่วไปการพัฒนาเกมเน้นที่

- Competition เมื่อมีการแข่งขันเกิดขึ้นทำให้ผู้เล่นเริ่มสนใจและพยายามมากขึ้น
- Engagement ผู้เล่นจะพยายามเล่นให้จบซึ่งความต้องการนี้มาจากแรงจูงใจต่างๆของผู้เล่น
- Immediate Reward ได้รับรางวัลหรือผลตอบแทนทันที ไม่ว่าจะเป็นคะแนนหรือสิ่งของ เมื่อผู้เล่นได้รับแล้วก็จะเกิดแรงจูงใจให้พยายามเล่นต่อไป

แม้ว่าปัจจุบันจะมีการเรียนการสอนในรูปแบบ e-Learning แต่ตัว e-Learning นั้น อาจจะไม่ตอบโจทย์ผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนไม่ได้รู้สึกว่ามีส่วนร่วมหรือได้ตอบกับสื่อเพื่อแก้ปัญหาในส่วนนี้ Game-Based Learning จึงมีความจำเป็น

Fuszard (2001) ได้กล่าวว่าเกมการเรียนการสอนนั้นมีประโยชน์อย่างหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการทำให้การสอนน่าสนใจมากขึ้น ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการการเรียนการสอน อีกทั้งยังสามารถลดช่องว่างระหว่างผู้เรียนที่เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและผู้ที่ยังคงได้ช้าลงได้ โดยมุ่งเน้นไปที่

- ช่วยให้เด็กเรียนรู้ถึงสำคัญของเนื้อหาการเรียน
- ความสร้างสรรค์
- ดึงดูดความสนใจจากผู้เรียนหลากหลายรูปแบบ
- สนับสนุนผู้เรียนที่มีระดับสมมติต่างกัน
- กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วม
- ช่วยสร้างความคิดสร้างสรรค์ที่หลากหลายในหมู่ผู้เรียน
- ส่งเสริมการแก้ปัญหาร่วมกัน

ซึ่งการเรียนรู้ด้วยเกมนั้นสามารถปรับเปลี่ยนได้หลายรูปแบบและมีความยืดหยุ่นสูง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนที่หลากหลาย ในขณะที่นักเรียนสามารถสนุกสนานและผ่อนคลายไปกับการเรียนรู้

Connolly et. al. ได้พัฒนากกรอบการประเมินเกมการเรียนรู้ Games-Based Evaluation Framework ซึ่งเกมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องมุ่งเน้นที่รายละเอียดดังต่อไปนี้

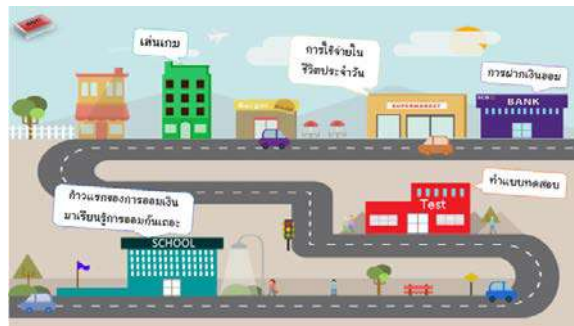
- Learner Motivation: การประเมินการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน เป็นการประเมินเกมการเรียนรู้ว่าสามารถสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนในการเรียนหรือไม่
- Learner Attitude: การประเมินทัศนคติของผู้เรียนต่อหัวข้อการเรียนด้วยเกม อีกทั้งยังส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเกม ไม่ว่าจะเป็นภาพ เสียง สี หรือ ส่วนผลงานกับผู้ใช้งาน
- Learner Performance: การประเมินประสิทธิภาพของผู้เรียนเป็นการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนจากการใช้เกมการเรียนรู้ เช่น การรับรู้ การวิเคราะห์ และทักษะอื่นๆ
- Learner Preferences: การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนซึ่งผู้เรียนแต่ละคนนั้นมีความต้องการวิธีในการเรียนรู้ต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละคน ดังนั้นตัวเกมต้องสามารถรองรับผู้เรียนที่แตกต่างกันได้
- Learner Perceptions: การประเมินการรับรู้ของผู้เรียน ว่าผู้เรียนสามารถรับรู้เนื้อหาได้มากน้อยแค่ไหน และยังประเมินถึงตัวคุณภาพของเนื้อหาเช่นกัน
- Game Based Learning Environment: สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ด้วยเกม เป็นการประเมินสภาพแวดล้อมเสมือน การใช้งานของเกม ระดับทางสังคม คำแนะนำต่างๆสำหรับผู้เรียน และการนำไปใช้ในการเรียน

เกณฑ์การประเมินนี้สามารถนำมาใช้เป็นหลักการในการพัฒนาเกมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพต่อผู้เรียนที่หลากหลาย

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาโดยการนำหลักการในการพัฒนาเกมการเรียนรู้มาใช้ในการพัฒนาสื่อการสอนโดยใช้หลักการ Games-Based Evaluation Framework ของ Connolly et. al. ในการพัฒนาเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของ Power Point เนื้อหาของบทเรียนเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการออมเงินเพื่อให้ผู้เรียนรับรู้ถึงประโยชน์และความสำคัญของการออมเงิน

ในหน้าหลักของเกมผู้เล่นสามารถเลือกได้ว่าต้องการทำอะไร สามารถเลือกเข้าบทเรียนการออมเงิน การใช้เงินในชีวิตประจำวัน การฝากเงินออม ทำแบบทดสอบ และเล่นเกม ผู้เล่นมีอิสระในการเลือกกิจกรรมที่ตนสนใจ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1: หน้าจอหลักของเกมการเรียนรู้ในการออม

เมื่อผู้เรียนเลือกที่เนื้อหา หัวข้อเกี่ยวกับการออมจะปรากฏดังรูปที่ 2 ผู้เรียนสามารถศึกษา หัวข้อต่างๆได้ด้วยตัวเองและยังสามารถใช้เวลาในการศึกษาได้ตามรูปแบบการเรียนรู้ของแต่ละคน



รูปที่ 2: เนื้อหาการออมเงิน

เพื่อให้สามารถเข้าถึงเนื้อหาในการเรียนมากขึ้นภาพกราฟฟิกหลากหลายรูปแบบได้ถูกนำมาใช้เพื่อสนับสนุนเนื้อหาของบทเรียนและดึงดูดใจให้กับผู้เรียนในการเรียนและทำกิจกรรมดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3: การนำกราฟฟิกมาช่วยสร้างความน่าสนใจ

ตัวเกมนั้นมีทั้งแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเองก่อนการเรียน หลังจากนั้นเมื่อได้ศึกษาเนื้อหาแล้วผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบหลังการเรียนเพื่อที่จะประเมินความรู้ที่ได้รับได้อีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4: แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

ในระหว่างทำแบบทดสอบนั้นตัวเกมการเรียนรู้ได้มีระบบคะแนนเพื่อเป็นตัวชี้วัด อีกทั้งยังสามารถให้ผู้เรียนสามารถแข่งขันกันได้ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5: คะแนนจากการเล่นเกม

เมื่อผู้เล่นได้ศึกษาและทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ตัวเกมจะแสดงคะแนนที่ผู้เล่นได้รับ และแสดงความยินดีกับผู้เล่น ดังแสดงในรูปที่ 6 เพื่อเป็นสิ่งตอบแทน หรือแสดงเป้าหมายของเกม



รูปที่ 6: หน้าจอแสดงความยินดีที่ผู้เรียนสามารถเล่นเกมและได้คะแนนผ่านเกณฑ์

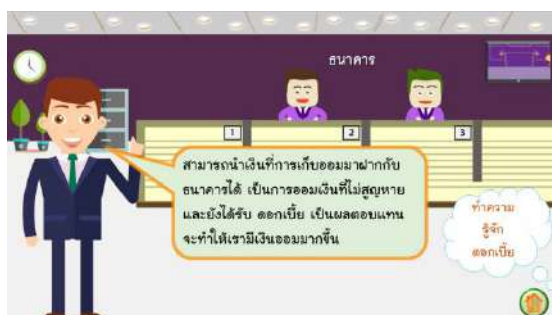
หลังจากนั้นตัวเกมมีการต่อยอดทางความคิดโดยให้ตัวเลือกกับผู้เล่นว่าจะนำรางวัลในเกมหรือก็คือเงินออมไปใช้อย่างไร ตัวเลือกสำหรับตัวต้นแบบของเกม ได้แก่ มอบให้ผู้ปกครอง ฝากธนาคาร และใช้จ่ายอย่างอื่น ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยที่เมื่อผู้เล่นสามารถเลือกเส้นทางของตนเองได้เส้นทางหนึ่ง เมื่อเลือกแล้วเนื้อเรื่องของเกมจะดำเนินต่อไปในเส้นทางที่ผู้เรียนเลือกและสอนเกี่ยวกับหัวข้อนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 8 เช่นถ้าผู้เล่นเลือกที่จะฝากธนาคาร ตัวเกมก็จะเปลี่ยนสภาพแวดล้อมเป็นธนาคารและนำเสนอความรู้ในส่วนของการดอกเบี้ยเงินฝากเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและเอาไปใช้ได้ ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 7: ทางเลือกสำหรับผู้เรียนเพื่อเรียนรู้หัวข้อในการต่อยอดเงินออม



รูปที่ 8: เนื้อหาตามทางเลือกของผู้เล่น



รูปที่ 9: เนื้อหาต่อยอดการนำเงินออมไปฝากธนาคาร

ผลการวิจัย

หลังจากที่พัฒนาเกมการเรียนรู้เรื่องการออมเงินแล้วเสร็จ ได้มีการนำเกมไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 39 คนและทำการประเมินโดยใช้การประเมินของ Games Based Evaluation Framework โดยมุ่งเน้นไปที่ แรงจูงใจ ทักษะคิด ประสิทธิภาพ ความพึงพอใจ การรับรู้ และสภาพแวดล้อม โดยได้ทำแบบสอบถามขึ้นโดยใช้ เกณฑ์ตามกรอบการประเมิน แบบสอบถามมีสองส่วน โดยส่วนแรกให้นักเรียนทำการประเมินในรูปแบบระดับ ตั้งแต่ 1 แสดงถึงไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งจนถึง 5 แสดงถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง ในส่วนที่สองเป็นส่วนให้นักเรียนหรือผู้ถูก ประเมินสามารถให้ข้อคิดเห็นตลอดจนแนวทางต่างๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาต่อไป ผลการประเมินดังแสดงในตาราง ที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมิน

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียน	4.26	ดีมาก
ทัศนคติของผู้เรียนต่อหัวข้อการเรียน	4.28	ดีมาก
ประสิทธิภาพของผู้เรียน	4.41	ดีมาก
ความพึงพอใจของผู้เรียน	4.30	ดีมาก
การรับรู้ของผู้เรียน	4.30	ดีมาก
สภาพแวดล้อมของการเรียน	4.20	ดี
ดีมาก = 4.26-5.00 ดี = 3.26- 4.25 ปานกลาง = 2.26-3.25 แย่ = 1.26-2.25 แย่มาก = 0.00-1.25		

ผลการประเมินพบว่า 76.92% (19 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 11 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการเรียนนั้นสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียน ด้วยรูปแบบของเกมทำให้รูปแบบการเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น ทำให้อยากเรียนรู้และเล่นเกม ในด้านทัศนคติของผู้เรียน 82.05% (18 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 14 คนเห็นด้วย) มีทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับเกมการเรียนรู้ ผู้เรียนเห็นด้วยว่าตัวเนื้อหาตลอดจนองค์ประกอบอื่นๆของเกม เช่น ภาพ เสียง ข้อมูล มีความเหมาะสม และเพียงพอต่อการเรียนรู้ 84.62% (22 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 11 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการเรียนรู้เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้กับผู้เรียน ด้วยรูปแบบของสื่อที่น่าสนใจและดึงดูดใจ ทำให้ผู้เรียนสนุกและตั้งใจกับการเรียน นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนนั้นมากขึ้นกับคะแนนก่อนเรียน ทำให้ประสิทธิภาพการเรียนเพิ่มขึ้น 79.49% (20 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 11 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการเรียนรู้สามารถตอบสนองต่อรูปแบบการเรียนของแต่ละคนได้ ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเรียนที่ตนเองถนัด และยังสามารถเรียนรู้ตามระดับความเร็วของแต่ละบุคคลได้ ในด้านการรับรู้ของผู้เรียน พบว่า 79.49% (20 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 11 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนรับรู้ถึงข้อมูลรายละเอียดได้ง่ายและไวขึ้น และสุดท้ายในด้านสภาพแวดล้อมของเกมการเรียนรู้ พบว่า 82.05% (18 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 14 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการอมนั้นมีขั้นตอนการเรียนและกิจกรรมที่ง่ายซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้เองโดยไม่ต้องมีคนช่วย 71.80% (12 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 16 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่า สภาพแวดล้อมในเกมทำให้ผู้เล่นรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งกับเกมเช่นฉาก ธรรมชาติ หรือซีอปปิง เป็นต้น 84.62% (17 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 16 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าตัวเกมมีความสนุกสนานและสามารถแข่งขันกันเพื่อวัดระดับได้โดยใช้คะแนนที่ได้ระหว่างเล่นเกม 84.62% (15 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 18 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าตัวเกมมีการให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนการเล่นเกมที่ต่างๆ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายขึ้น

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าการนำเกมมาใช้ในการเรียนเพื่อสร้างเกมการเรียนรู้ หรือ Game-Based Learning นั้นสามารถสร้างความน่าสนใจในเนื้อหาการเรียนได้มากขึ้นและสามารถดึงดูดใจให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนตัวเกมสามารถสร้างสรรค์ได้หลากหลายรูปแบบเพื่อสร้างความแปลกใหม่และน่าสนใจ อีกทั้งผู้เรียน

สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในระดับความเร็วที่เหมาะสม ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกรำคาญและยังสามารถทบทวนเนื้อหาเข้าไปซ้ำมาเพื่อพัฒนาระดับคะแนนเพื่อของรางวัลอีกด้วย เกมการเรียนรู้จึงจัดเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับใช้เป็นสื่อการสอนในการศึกษา เนื่องจากปัจจุบันผู้เรียนสามารถเล่นเกมได้จากหลายแหล่งไม่ว่าจะเป็นอินเทอร์เน็ต คอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ ในเมื่อผู้เรียนสนุกสนานกับเกม ดังนั้นการนำเกมมาให้เล่นระหว่างเรียน และยังสอนเนื้อหาไปด้วยจึงเป็นอีกแนวทางที่ตอบโจทย์ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสนุกกับเนื้อหา ร่วมกันแสดงความคิดเห็น หรือแม้กระทั่งแข่งขันกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกรำคาญ

แนวทางในการพัฒนาในอนาคต

พัฒนารูปแบบของเกมการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น การพัฒนาระดับในการเรียนแต่ละบท หรือ ใช้รูปแบบต่างๆของเกมโชว์ในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้กับเกมเพื่อให้ผู้เรียนที่ติดตามเกมโชว์เหล่านั้นสนใจที่จะใช้สื่อเกมการเรียนรู้ ตัวเกมการเรียนรู้สามารถพัฒนาให้เชื่อมกับ Social Network เช่น Facebook เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแชร์คะแนนที่ตนได้รับเพื่อสร้างบรรยากาศในรูปแบบการแข่งขันเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมากยิ่งขึ้นรวมถึงพัฒนาด้านภาษาให้เกมการเรียนรู้มีทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาษาจีน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- Annetta, A.L. (2008). *Video Games in Education: Why They Should Be Used and How They Are Being Used. Theory Into Practice*, 47(3), Special Issue: New Media and Education in the 21st Century.
- Boyle, S. (2011). *An introduction to Games Based Learning, UCD Teaching and Learning/Resource*. Retrieved October 2, 2014, from website: <http://www.ucd.ie/t4cms/UCDTLT0044.pdf>
- Bushnell, N. (2009). *Presentation at Game Based Learning 2009 Conference*. March 19–20, London.
- Connolly, T., Stansfield, M. & Hainey, T. (2009). Towards the Development of a Games-Based Learning Evaluation Framework, *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*, IGI Global.
- Fuszard, B. (2001). Gaming. IN LOWENSTEIN, A. J., BRADSHAW, M. J. & FUSZARD, B. (Eds.) *Fuszard's innovative teaching strategies in nursing*. 3rd ed. Gaithersburg, MD, Aspen Publishers.
- Oblinger, D. (2004). The next generation of educational engagement, *Journal of Interactive Media in Education - Special Issue on the Educational Semantic Web*, 2004(8), 1–18.
- Paul Pivec. (2009). *Game-based Learning or Game-Based Teaching?, Becta, Leading Next generation Learning*. Retrieved October 14, 2014, from website: <http://www.becta.org.uk>

- Perrotta, C., et. al. (2013). *Game-based Learning: Latest Evidence and Future Directions* (NFER Research Programme: Innovation in Education). Slough: NFER.
- Prensky, M. (2004). *Presentation at NCBL eLearning Summit*. July 13, 2004, Orlando, Florida.
- Raptivity (2012). *Game Based Learning: Redefining Engagement in e-Learning*. Hirbinger Knowledge Products pvt. Ltd. Retrieved October 2, 2014, from website:
<http://www.raptivity.com/white-papers/Game-based-learning-Whitepaper.pdf>
- Teed, R. & Manduca, C. (2004). "Teaching with Games: Online Resources and Examples for Entry-Level Courses" Poster presented at American Geophysical Union, San Francisco CA.

การประยุกต์ใช้การผสมผสานโลกเสมือนเข้าไปในโลกจริงในเกมการเรียนรู้ APPLIED AUGMENTED REALITY IN GAME-BASED LEARNING

ดร.พรรณเชษฐ ญ ลำพูน^{1*}, คณิน ประดิษฐานนท์²
Dr. Phannachet Na Lamphun¹, Kanin Praditnanon²

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹ Department of Engineering and Technology, Faculty of Information Technology,
Panyapiwat Institute of Management

² คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สถาบันจัดการปัญญาภิวัฒน์

² Department of Engineering and Technology, Student of Computer Engineering
Panyapiwat Institute of Management
Email: phannachetna@pim.ac.th

บทคัดย่อ

สื่อการสอนนับเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญในการศึกษา ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้สามารถผลิตสื่อการสอนได้หลากหลายรูปแบบเช่น สื่อการนำเสนอ สื่อวิดีโอ และสื่อการสอนออนไลน์ เป็นต้น สำหรับผู้เรียนบางกลุ่มสื่อเหล่านี้ไม่ดึงดูดหรือสร้างความน่าสนใจให้กับผู้เรียน เนื่องจากการไม่มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับสื่อทำให้ผู้เรียนหมดความสนใจในเนื้อหาการเรียน นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถเข้าถึงความบันเทิงในรูปแบบต่างๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นเกมในรูปแบบต่างๆ ที่ผู้เล่นสามารถเข้าถึงออนไลน์หรือผ่านอุปกรณ์ส่วนตัว เพื่อตอบโจทยปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้พัฒนาเกมการเรียนรู้โดยนำเทคโนโลยี Augmented Reality มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเกมการเรียนรู้ หรือ Game-Based Learning เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้และเกมในการทดสอบความรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสนุกและสนใจกับเนื้อหามากขึ้น โดยหัวข้อของบทเรียนเป็นหัวข้อการใช้เงินอย่างประหยัด

คำสำคัญ: เกมการเรียนรู้ สื่อการเรียน กรอบการประเมินเกมการเรียนรู้ การผสมผสานโลกเสมือนกับโลกจริง การประหยัด

Abstract

Learning materials are one of the important aspects of education. Advancement of technology allows learning materials to be created in various forms such as presentations, videos, and online materials. For some groups of learners, such learning materials are not attractive as there is no interaction between learner and learning material. As a result the learners might lose their interest in the learning content. Furthermore, learners are able to entertain themselves from various sources such as online game or game in their personal handheld device. To respond to such an issue, Augmented Reality (AR) has been applied in the

development of Game-Based learning to develop learning materials and test for understanding. This way learner will be interested and enjoyed learning more than before. The subject of the AR Game-Based learning is to spend money wisely.

Keywords: Game-Based Learning, Learning Material, Games-Based Learning Evaluation Framework, Augmented Reality, Spending Money Wisely

บทนำ

เทคโนโลยีเป็นหนึ่งในองค์ประกอบในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ จากแต่ก่อนที่ผู้สอนบรรยายและเขียนบนกระดานให้กับผู้เรียน ทำกิจกรรม แบบทดสอบในห้องเรียน หรือจากหนังสือที่ผู้เรียนอ่านเพื่อศึกษาและทำแบบทดสอบได้ด้วยตนเอง ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสื่อการเรียนรู้ได้ถูกพัฒนาหลากหลายรูปแบบ เช่น สื่อในการนำเสนอ เช่น Power Point ที่ช่วยให้การทำสื่อการเรียนมีความสวยงามเป็นระเบียบมากขึ้น และยังสามารถนำมาใช้ต่อได้ ไม่ต้องทำใหม่ทุกครั้งที่สอน สื่อการเรียนในรูปแบบวิดีโอที่สามารถมอบเนื้อหาทั้งภาพและเสียงเพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น หรือสื่อการเรียนออนไลน์ในรูปแบบ e-Learning ที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้จากทุกที่ทุกเวลาด้วยการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่าย สื่อการเรียนเหล่านี้สามารถนำเสนอความรู้ในรูปแบบที่เหมาะสมกับผู้เรียนมากขึ้น

แม้ว่าจะมีสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย แต่บางครั้งผู้เรียนหมดความสนใจในเนื้อหาระหว่างเรียน เนื่องจากการสื่อสารทางเดียวที่ผู้สอนบรรยายให้กับผู้เรียน หรือ ผู้เรียนอ่านจากสื่อ ซึ่งไม่มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับสื่อ ทำให้ผู้เรียนหมดความสนใจในเนื้อหาการเรียน อีกทั้งการทำความเข้าใจในเนื้อหาการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนนั้นมีระดับและความเร็วในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนบางคนทำความเข้าใจช้ากว่าคนอื่นในห้องเรียน สื่อการเรียนการสอนมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนและเรียนรู้ได้ในระดับของตน แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ สื่อการเรียนบางครั้งก็ไม่ดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจ และไม่กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน ทำให้ผู้เรียนหมดความสนใจในตัวสื่อการเรียน

เพื่อตอบสนองต่อปัญหาที่เกิดขึ้นได้มีแนวคิดในการประยุกต์ใช้ Game-Based Learning และ Augmented Reality (AR) มาใช้ร่วมกันในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเกม เพื่อผสมผสานโลกเสมือนเข้าไปในโลกจริง เพื่อสร้างความน่าสนใจให้กับเนื้อหา และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่เพราะได้มีส่วนร่วมร่วมกับตัวเกม โดยการพัฒนาเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของ Augmented Reality ที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาและสร้างความสนุกสนานให้กับผู้เรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลักสองส่วน ส่วนแรกคือเกมการเรียนรู้หรือ Game-Based Learning ส่วนที่สองคือการผสมผสานโลกเสมือนเข้าไปในโลกจริงหรือ Augmented Reality (AR) องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนาเกมการเรียนรู้

เกมการเรียนรู้หรือ Game-Based Learning เป็นการนำเกมไปใช้เป็นสื่อการสอนในห้องเรียน ที่สามารถนำมาใช้ประยุกต์ในการสอน การมอบเนื้อหา กิจกรรมในห้องเรียนตลอดจนการทดสอบเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและมีส่วนร่วม (Prenkysy, 2004; Pivec, 2009; Perrotta et. al., 2013) การนำเกมมาใช้ในการเรียนนั้นสามารถ

สร้างความน่าสนใจซึ่งเกมถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเติบโต ทุกคนได้เคยเล่นเกมมาก่อนแล้วทั้งนั้นไม่ว่าจะเป็นเด็กหรือผู้ใหญ่ (Oblinger, 2004) เนื่องจากเกมมีความสนุกสนาน การนำเกมมาใช้ในการเรียนจึงทำให้ผู้เรียนสามารถสนุกสนานกับการเรียนได้ อีกทั้งผู้เรียนสามารถเข้าถึงสภาพแวดล้อมของเกมได้โดยไม่ต้องไปอยู่ในสถานที่จริง จึงทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ได้โดยที่ตนไม่ต้องเข้าไปอยู่ในสภาวะเสี่ยงอันตราย (Annetta, 2008) เช่น การเรียนการขับเครื่องบิน เป็นต้น

จึงสามารถสรุปได้ว่าเกมการเรียนรู้หรือ Game-Based Learning เป็นการประยุกต์ใช้เกมการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและต้องการเรียนมากขึ้นด้วยตนเองโดยผู้เรียนสามารถเรียนจากที่ใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องไปอยู่ในสถานการณ์จริง

Teed (2004) ได้อธิบายว่าปัจจัยที่ทำให้เกมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและดึงดูดผู้เรียน คล้ายกับเกมทั่วไปโดยมุ่งเน้นไปที่

- Competition หรือการแข่งขัน เมื่อมีการแข่งขันเกิดขึ้นทำให้ผู้เล่นเริ่มสนใจและพยายามมากขึ้นเพื่อให้ผู้เล่นได้เป็นที่หนึ่ง
- Engagement หรือความผูกพันที่ผู้เล่นจะพยายามเล่นให้จบเพื่อให้รู้เนื้อหาทั้งหมดหรือจุดสิ้นสุดของเกม ซึ่งความผูกพันนี้มาจากแรงจูงใจของผู้เล่นที่มี
- Immediate Reward หรือการได้รับรางวัลหรือผลตอบแทนทันทีเพื่อเป็นการกระตุ้นและเกิดแรงจูงใจให้กับผู้เล่น

ทั้งสามส่วนนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาเกมการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เล่นเกิดความสนใจและอยากมีส่วนร่วม

เกมการเรียนรู้ไม่ได้มุ่งเน้นที่ความสนุกเพียงอย่างเดียวแต่ผู้เรียนต้องได้รับความรู้จากการเล่นเกมด้วยเช่นกัน Connolly et. al. (2009) ได้พัฒนากรอบการประเมินเกมการเรียนรู้เรียกว่า Games-Based Evaluation Framework ซึ่งเกมการเรียนรู้ควรมุ่งเน้นไปที่รายละเอียดดังต่อไปนี้เพื่อพัฒนาเกมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

- Learner Motivation: เกมการเรียนรู้ต้องสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน
- Learner Attitude: ผู้เรียนต้องมีทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับเกม ไม่ว่าจะเป็นวิธีการ ภาพ เสียง สี หรือ ส่วนผสมกับผู้ใช้งาน
- Learner Performance: ตัวเกมการเรียนรู้ต้องมีประสิทธิภาพต่อผู้เรียน
- Learner Preferences: ตัวเกมการเรียนรู้เหมาะสมและรองรับกับผู้เรียนที่แตกต่างกัน
- Learner Perceptions: เนื้อหาของเกมต้องมีคุณภาพ ผู้เรียนต้องรับรู้เนื้อหาได้อย่างง่าย
- Game Based Learning Environment: สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ต้องมีความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง

กรอบการประเมิน Games-Based Evaluation Framework นี้สามารถนำมาใช้เป็นหลักการในการพัฒนาเกมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน และ สนุกสนานกับการเรียน

อีกหนึ่งเทคโนโลยีที่สามารถนำเสนอสื่อที่น่าสนใจมากขึ้นได้แก่ Augmented Reality หรือการผสมผสานโลกเสมือนเข้าไปในโลกจริง เป็นการนำข้อมูลดิจิทัลมาผสานในโลกจริงเพื่อเสริมการนำข้อมูลให้มีความน่าสนใจมาก

ขึ้น และสามารถนำเสนอข้อมูลมากกว่าที่กระดาษหรือเอกสารสามารถทำได้ [(Mackay, 1998), (Kaufmann and Papp, 2006), (Höllerer and Feiner, 2004)] โดยคุณลักษณะของ AR มีดังนี้

- ผสมโลกเสมือนเข้ากับโลกจริง
- มีการโต้ตอบหรือสนองแบบ Real-Time
- นำเสนอข้อมูลในรูปแบบ 3 มิติ

การผสมโลกเสมือนเข้ากับโลกจริงเป็นการนำจินตนาการ โลกเสมือน และ โลกจริง ผสมผสานเข้าด้วยกัน (Nilsen et. al., 2004) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน เช่น การทำสื่อ การทำการตลาด การศึกษา ความสนุกสนาน และ เกม เป็นต้น

ในการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล 3 มิติ ที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบได้ ทำให้ตัวสื่อมีความน่าสนใจมากขึ้นและสามารถนำเสนอสื่อได้ในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหา ภาพ 3 มิติ หรือวิดีโอ ซึ่งสามารถนำเทคโนโลยี AR มาใช้ในการผลิตสื่อการสอนที่น่าสนใจได้ โดยการผสมโลกเสมือนเข้ากับโลกจริงและจินตนาการของผู้เรียน เพื่อสามารถสื่อเนื้อหาได้อย่างน่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนเห็นโลกรอบๆ ตัวในมุมมองที่ใหม่ไปจากเดิม (Duneleavy & Dede, 2014) ซึ่งการสอนในบางเรื่องนั้นบางสถานศึกษาอาจไม่สามารถหาสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนทุกคนได้ เช่น การศึกษาโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในวิชาชีววะ หรือ การศึกษาโครงสร้างทางวิศวกรรม ประโยชน์ในการนำ AR มาใช้ในห้องเรียนได้แก่

- ในการนำเสนอแนวคิดหรือทฤษฎีได้ในหลายรูปแบบ
- ใช้ในการอธิบายหรือแสดงตัวอย่างของทฤษฎี
- เป็นสื่อผสมที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับสื่อได้
- ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนร่วมกันและการอภิปรายในหมู่ผู้เรียน

ในการเรียนผ่านสื่อ AR นั้น ผู้เรียนสามารถสำรวจรายละเอียดได้ในหลายมิติและรายละเอียดในหลายระดับของสื่อการเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาและจดจำกับสิ่งในส่วนของเนื้อหาที่สำคัญได้ (Liarokapis & Anderson, 2010)

การพัฒนาสื่อการเรียน AR สามารถสร้างความน่าสนใจให้กับเนื้อหาการเรียน แต่อาจจะยังไม่เพียงพอต่อผู้เรียนจึงได้มีการประยุกต์นำ AR มาพัฒนาเกมสำหรับการเรียนซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียน สามารถเรียนโดยการเล่น (Learning by Playing)

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาโดยการนำหลักการในการพัฒนาเกมการเรียนรู้ (Game-Based Learning) และการผสมโลกเสมือนกับโลกจริง (Augmented Reality) มาใช้ในการพัฒนาสื่อการสอนในรูปแบบของ AR เกมสำหรับการเรียน (AR Game-Based Learning) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบและสนุกกับการเรียน โดยใช้หลักการของ Games-Based Evaluation Framework ของ Connolly et. al. ในการพัฒนาเกมการเรียนรู้ เนื้อหาของบทเรียนเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นการลดหรือประหยัดค่าใช้จ่ายเพื่อให้ผู้เรียนเห็นวิธีและแนวทางที่จะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้

เริ่มต้นจากจัดทำตัว Marker ที่ต้องการให้แสดงผลข้อมูลในรูปแบบ 3 มิติ เมื่อนำโทรศัพท์สมาร์ทโฟนมาส่องที่ตัว Marker โดยตัว Marker จะมีสองแบบ แบบที่หนึ่งเพื่อนำเสนอเนื้อหาของการเรียนดังแสดงในรูปที่ 1

และแบบที่สองเป็นเกมเพื่อวัดผลการเรียนรู้ดังแสดงในรูปที่ 2 ตัว Marker นี้สามารถพิมพ์ลงบนกระดาษ หรือ ผู้เรียนจะใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนส่องที่หน้าจอ คอมพิวเตอร์

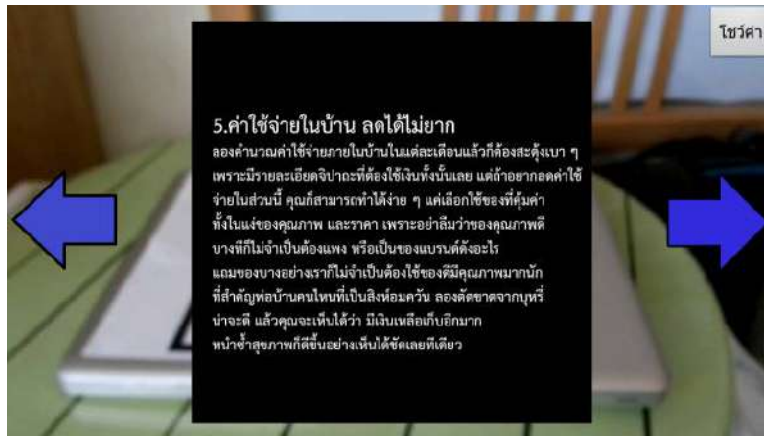


รูปที่ 1: Marker ของบทเรียน



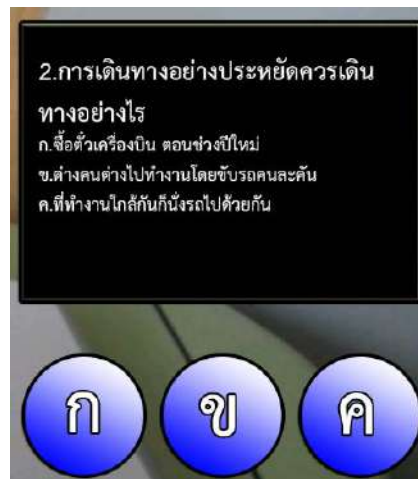
รูปที่ 2: Marker ของตัวเกมทดสอบความรู้

ในส่วนของบทเรียน เมื่อนำโทรศัพท์สมาร์ทโฟนที่ได้ติดตั้งตัวโปรแกรมเกมการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นส่องที่ตัว Marker เนื้อหาของบทเรียนจะแสดงขึ้นมาดังรูปที่ 3 ผู้เรียนสามารถแตะลูกศรทางด้านขวาเพื่อไปหน้าถัดไป หรือแตะลูกศรทางด้านซ้ายเพื่อย้อนกลับไปหน้าก่อนนี้ ในการแสดงผลรูปแบบนี้ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาด้วยตนเอง ในระดับการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตน ผู้เรียนไม่ต้องจำเป็นต้องเร่งรีบในการทำความเข้าใจในเนื้อหา และสามารถทบทวนเนื้อหาในส่วนที่ตนต้องการได้



รูปที่ 3: เนื้อหาบทเรียน

เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแล้วเสร็จ ผู้เรียนสามารถใช้ Marker ตัวที่ 2 ในการเล่นเกม ตัวเกมเป็นรูปแบบถามตอบที่ระบบจะขึ้นคำถามแล้วให้ผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องจากตัวเลือกที่มีในระบบโดยแต่ละคำตอบที่หน้าจอแสดงในรูปที่ 4 ตัวคำถามจะมาจากการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากเนื้อหาการประหยัด



รูปที่ 4: คำถามและตัวเลือก

หน้าจอของเกม ดังแสดงในรูปที่ 5 ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่หนึ่งคือส่วนคำถามและคำตอบที่จะแสดงโจทย์และตัวเลือกคำตอบให้กับผู้เล่น ส่วนที่สองคือส่วนของตัวละครของเกม และส่วนที่สามคือส่วนของระดับหรือคะแนนที่ผู้เรียนสะสมได้

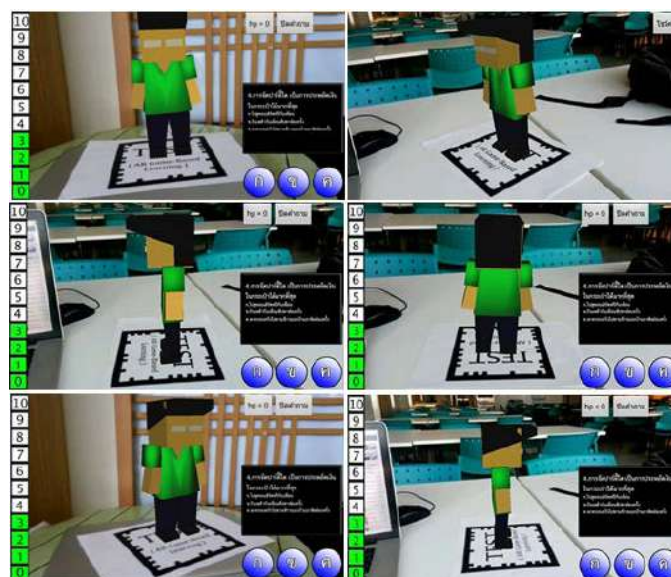


รูปที่ 5: หน้าจอหลักของเกม

เมื่อผู้เล่นเลือกคำตอบที่ถูกต้อง คะแนนก็จะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ถ้าผู้เล่นเลือกคำตอบผิด คะแนนก็จะลดลง โดยทุกครั้งที่ตอบถูก ตัวละครจะเปลี่ยนรูปแบบไป เสมือนว่าผู้เล่นเข้าใจหลักการและวิธีการประหยัด ตัวละครก็จะดูภูมิฐานมากขึ้น ดัง แสดงในรูปที่ 6 แถบทางด้านซ้ายของหน้าจอจะทำหน้าที่แสดงระดับที่ผู้เล่นตอบถูก โดยผู้เล่นสามารถขยับหรือหมุนตัว Marker เพื่อดูรายละเอียดของตัวละครในมุมมองต่างๆ ได้ ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 6: การพัฒนาตัวละครเมื่อตอบคำถามถูก



รูปที่ 7: ผู้เรียนสามารถมองรายละเอียดของตัวละครได้ในหลายมุมมอง

หน้าจอจะแสดงผลคำตอบที่ผู้เรียนได้เลือกไว้เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับไปให้ผู้เรียนเข้าใจว่าสิ่งที่ตัวผู้เล่นเลือกนั้นถูกหรือผิด ดังแสดงในรูปที่ 8 ในส่วนนี้สามารถแสดงให้ผู้เรียนเข้าใจได้ว่าผู้เรียนอาจจะเข้าใจผิดหรือคลุมเครือในบางประเด็นซึ่งผู้เรียนสามารถนำผลย้อนกลับไปใช้ในการศึกษาในส่วนเนื้อหาเพิ่มเติม



รูปที่ 8: ผลย้อนกลับ ถูก-ผิด ให้กับผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนเล่นเกมจบ ตัวเกมจะแสดงผลรายละเอียดเพื่อให้เรียนทราบถึงความก้าวหน้าของตน ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9: แสดงข้อมูลให้กับผู้เรียนเมื่อเล่นเกมจบ

ซึ่งผู้เรียนจะมีเวลาในการทบทวนเพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษามาก่อนหน้าในการเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ผลจากการทำแบบทดสอบสามารถนำมาใช้ในการวัดระดับความเข้าใจในหัวข้อนั้นๆ ซึ่งถ้าผู้เรียนตอบหัวข้อใดผิดก็สามารถกลับไปศึกษาเพิ่มและเล่นเกมอีกรอบได้ ในการแสดงรูปแบบของตัวละครที่ใช้แทนผู้เล่นเกมสามารถเปลี่ยนระดับได้สามารถทำให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้เรียนอีกด้วย

ผลการวิจัย

หลังจากที่พัฒนาเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของ AR เรื่องการประหยัดเงินแล้วเสร็จ ได้มีการนำเกมไปทดสอบกับนักเรียน จำนวน 37 คนและทำการประเมินโดยใช้หลักการประเมินของ Games Based Evaluation Framework โดยการประเมินมุ่งเน้นไปที่ตัวเกมสามารถสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ทศนคติของเกมกับผู้เรียน ประสิทธิภาพในการเรียน ความพึงพอใจของผู้เรียน การรับรู้ของผู้เรียน และสภาพแวดล้อมในการเรียนจากตัวเกม

ในรูปแบบของ AR โดยได้ทำแบบสอบถามขึ้นโดยใช้เกณฑ์ตามกรอบการประเมิน แบบสอบถามประกอบด้วยสองส่วน ส่วนแรกให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นที่มีต่อตัวเกมโดยทำการประเมินในรูปแบบระดับ ระดับมีตั้งแต่ระดับ 1 (แสดงถึงไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) จนถึงระดับ 5 (แสดงถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง) ในส่วนที่สองเป็นส่วนให้นักเรียนหรือผู้ถูกประเมินสามารถให้ข้อคิดเห็นตลอดจนแนวทางต่างๆ เพื่อใช้ในการพัฒนาต่อไป ผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมิน

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ระดับ
สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียน	4.43	ดีมาก
ทัศนคติของผู้เรียนต่อหัวข้อการเรียน	4.16	ดี
ประสิทธิภาพของผู้เรียน	4.24	ดี
ความพึงพอใจของผู้เรียน	4.19	ดี
การรับรู้ของผู้เรียน	4.30	ดีมาก
สภาพแวดล้อมของการเรียน	4.36	ดีมาก
ดีมาก = 4.26-5.00 ดี = 3.26- 4.25 ปานกลาง = 2.26-3.25 แย่ = 1.26-2.25 แย่มาก = 0.00-1.25		

ผลการประเมินพบว่า 86.49% (21 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 11 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของ AR นั้นสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียน ด้วยรูปแบบของเกมใหม่ที่แปลกใหม่ซึ่งผู้เรียนไม่เคยพบมาก่อน ทำให้ผู้เรียนสนใจในรูปแบบการเรียนซึ่งทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และเล่นเกม ในด้านทัศนคติของผู้เรียน 81.08% (13 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 17 คนเห็นด้วย) มีทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับเกมการเรียนรู้ ตัวเกมในรูปแบบ 3มิติ ที่ตอบสนองต่อผู้เล่น ทำให้ผู้เล่นสนุกและรู้สึกมีส่วนร่วม ตัวละครในรูปแบบ 3 มิติ ทำให้ตัวเกมมีความน่าสนใจ ผู้เรียนสามารถดูรายละเอียดและการเปลี่ยนแปลงในหลายๆมุมเมื่อตอบคำถามได้ถูกต้อง 81.08% (16 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 14 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของ AR สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้กับผู้เรียน ด้วยรูปแบบของสื่อที่น่าสนใจและดึงดูดใจ ทำให้ผู้เรียนสนใจในเนื้อหามากขึ้น ตัวเกมมีการเปลี่ยนระดับของตัวละครทำให้ผู้เรียนมีความสนใจมากขึ้น อีกทั้งยังสร้างความสนุกให้กับผู้เรียน 78.38% (15 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 14 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าผู้เรียนแต่ละคนสามารถใช้เวลาในการเรียนด้วยตัวเองได้อย่างเหมาะสม และยังสามารถทำความเข้าใจในระดับการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลได้ ซึ่งตัวเกมมีการตอบสนองโดยการแสดงผลย้อนกลับหลังจากผู้เรียนเลือกคำตอบ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่ตนทำและนำมาปรับปรุงได้ 83.78% (17 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 14 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของ AR ช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ในเนื้อหาการเรียนได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น ในด้านสภาพแวดล้อมของเกมการเรียนรู้ จากการประเมินพบว่า 94.59% (21 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 14 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของ AR นั้นมีขั้นตอนการเรียนและกิจกรรมที่ง่ายซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนได้เองโดยไม่ต้องมีคนช่วย 91.89% (20 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 14 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่า สภาพแวดล้อมในเกมทำให้ผู้เล่นรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งกับเกมโดยการนำภาพ 3 มิติมาแสดงในโลกจริงผ่านทางเกมการเรียนรู้ 89.18%

(19 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 14 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยว่าตัวเกมมีความสนุกสนาน 72.97% (12 คนเห็นด้วยอย่างยิ่งและ 15 คนเห็นด้วย) ของผู้เรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าตัวเกมมีการให้คำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนการเล่น เกมต่างๆที่สามารถเข้าใจได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นในส่วนเนื้อหาหรือตัวเกมที่ใช้รูปแบบและสัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐาน

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การนำ AR มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเกมการเรียนรู้สามารถสร้างความน่าสนใจให้กับเนื้อหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ จากข้อมูลผลการวิจัยสามารถแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนให้ความสนใจกับสื่อในรูปแบบที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับสื่อได้ การนำ AR มาผสานโลกเสมือนเข้ากับโลกจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นเนื้อหาในรูปแบบที่แปลกใหม่ และยังสามารถเห็นรายละเอียดในหลายมิติได้ ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการทำความเข้าใจหรือทบทวนเนื้อหาได้ตามความเหมาะสม การนำเกมมาใช้เป็นบททดสอบทำให้ผู้เรียนมีความสุขกับการทดสอบและเมื่อมีการแข่งขันกัน ผู้เรียนจะมีความตั้งใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งเนื้อหาและเกมสามารถพัฒนาได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับผู้สอน ทำให้สื่อการสอนมีความหลากหลาย อีกทั้งการแสดงผลภาพ 3มิติในโลกจริงทำให้ผู้เรียนเหมือนมีส่วนร่วมกับการเรียนมากยิ่งขึ้น Augmented Reality จึงนับเป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่สามารถนำมาประยุกต์ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนได้

แนวทางในการพัฒนาในอนาคต

การพัฒนาต่อยอดเกมการเรียนรู้ในรูปแบบของ AR สามารถสานพัฒนารูปแบบของสื่อเนื้อหาเป็นภาพเคลื่อนไหวหรือการ์ตูนเพื่อให้เนื้อหามีความน่าสนใจมากขึ้น โดยการใช้โมเดล 3มิติมานำเสนอเนื้อหา หรือสามารถนำสื่อการสอนในรูปแบบวิดีโอมาใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ซึ่งการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบภาพเคลื่อนไหวหรือวิดีโอสามารถอธิบายเนื้อหาให้เข้าใจง่ายขึ้น ตัวเกมสามารถพัฒนาได้หลากหลายรูปแบบ สามารถนำเกมโชว์ในปัจจุบันมาประยุกต์เป็นเกมได้เพื่อให้ผู้เรียนสนุกสนานและสนใจมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Annetta, A. L. (2008). *Video Games in Education: Why They Should Be Used and How They Are Being Used. Theory Into Practice*, 3(47), Special Issue: New Media and Education in the 21st Century.
- Connolly, T., Stansfield, M. & Hainey, T. (2009). Towards the Development of a Games-Based Learning Evaluation Framework, *Games-Based Learning Advancements for Multi-Sensory Human Computer Interfaces: Techniques and Effective Practices*, IGI Global.
- Dunleavy, M. & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In J.M. Spector, M.D Merrill, J. Elen, & M.J. Bishop (Eds.), *The Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (4th ed.). New York: Springer.
- Höllerer, H.T. & Feiner, K.S. (2004). Mobile Augmented Reality. *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*. H Karimi and A. Hammad (eds.).

- Kaufmann, H. & Papp, M. (2006). Learning Objects for Education with Augmented Reality. Proceedings of EDEN 2006 Conference (European Distance and E-Learning Network)
- Liarokapis, F. & Anderson, E. F. (2010). Using augmented reality as a medium to assist teaching in higher education. Proceeding of the 31st Annual Conference of the European Association for Computer Graphics (Eurographics 2010).
- Oblinger, D. (2004). 'The next generation of educational engagement', *Journal of Interactive Media in Education – Special Issue on the Educational Semantic Web, 2004*(8), 1–18.
- Mackay, E.W. (1998). Augmented Reality: Linking real and virtual worlds A new paradigm for interacting with computers. In *Proceedings of AVI'98, ACM Conference on Advanced Visual Interfaces*, New York: ACM Press.
- Nilsen, T., Linton, S. & Looser, J. (2004). Motivations for Augmented Reality Gaming. NZGDC'04, June 26–29, 2004, Dunedin, New Zealand.
- Pivec, P. (2009) Game-based Learning or Game-Based Teaching?, Becta, Leading Next generation Learning. Retrieved: 14 October 2014 from website: <http://www.becta.org.uk>
- Perrotta, C., et. al. (2013). *Game-based Learning: Latest Evidence and Future Directions* (NFER Research Programme: Innovation in Education). Slough: NFER.
- Prensky, M. (2004). Presentation at NCBL eLearning Summit. 13 July 2004, Orlando, Florida.
- Teed, R. and Manduca, C. 2004. Teaching with Games: Online Resources and Examples for Entry-Level Courses. Poster presented at American Geophysical Union, San Francisco CA.

รายงานผลการวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง วิธีการให้คะแนนกลุ่มโดยใช้ความคิดเห็นในชั้นเรียน RESULT OF A METHOD TO SCORE STUDENT WORK IN GROUP USING CLASS OPINION

วสุธาน ตันบุญเฮง
Vasutan Tunbunheng

วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
The Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management
E-mail: vasutantun@pim.ac.th

บทคัดย่อ

ในรายวิชาที่ไม่มีเกณฑ์การตัดสินถูกหรือผิดอย่างชัดเจน หากอาจารย์ผู้สอนให้คะแนนนักเรียนน้อยกว่าที่นักเรียนคาดหวัง นักเรียนจะไม่ยอมรับ และ เมื่อติดต่ออาจารย์ผู้สอน ซึ่งมีผลกระทบต่อการประเมินการสอนโดยนักเรียนในภายหลัง การวิจัยนี้แสดงวิธีการที่ใช้ในการให้คะแนนโดยใช้ความคิดเห็นของนักเรียนภายในชั้นเรียน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิธีการให้คะแนนในลักษณะนี้

คำสำคัญ: เกณฑ์การให้คะแนน งานกลุ่ม ความคิดเห็นในชั้นเรียน

Abstract

In the teaching subject which scoring based on opinion, there is not exact rule to judge student's score, thus, the score is depending on lecturer opinion. If the lecturer give score to the students less than their expectation, the student will refuse, and, usually has bias to the teaching later. This research shows a method to score student's work using class opinion. The result shows that most students have good attitude to this scoring method.

Keywords: scoring rubric, students work group, class opinion

บทนำ

ในรายวิชาที่เน้นการเรียนการสอนให้นักศึกษาแสดงความคิดสร้างสรรค์ หรือ สร้างสรรค์ผลงานซึ่งไม่มีเกณฑ์การตัดสินถูกหรือผิดอย่างชัดเจน เช่น รายวิชาที่เกี่ยวข้องกับด้านศิลปะ หรือ วิชาการออกแบบที่ต้องใช้ความรู้สึกลงในการตัดสินคะแนน คะแนนของนักเรียนจะขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาเป็นหลัก เหตุการณ์ที่นักเรียนได้คะแนนน้อยกว่าที่ตนเองคาดหวังเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นประจำ นักเรียนที่ได้คะแนนน้อยจะพยายามยกเหตุผลต่างๆ มาแสดงเพื่อให้ตนเองได้รับการพิจารณาคะแนนสูงขึ้น นักเรียนบางคนสามารถเข้าใจเหตุผลที่อาจารย์ผู้สอนอธิบาย แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่ยอมรับเหตุผลทั้งที่ผลงานมีคุณภาพเป็นอย่างดีชัดเจน ซึ่งสร้างความลำบากใจให้แก่อาจารย์ผู้สอน หากอาจารย์ไม่ให้คะแนนอย่างนี้นักเรียนต้องการ นักเรียนจะไม่พอใจ และมีผลต่อการประเมินการสอนของอาจารย์ในภายหลัง

การตัดสินคะแนนโดยอาจารย์ผู้สอนเพียงคนเดียว และ ลักษณะการตัดสินที่ไม่มีเกณฑ์การตัดสินถูกหรือผิดอย่างชัดเจน มีส่วนทำให้นักศึกษาบางคนใช้เป็นเหตุผลในการไม่ยอมรับผลการตัดสินคะแนน จึงเกิดเป็นแนวความคิดการให้คะแนนโดยใช้ความคิดเห็นของนักศึกษาทุกคนที่อยู่ในชั้นเรียน เพื่อช่วยให้นักศึกษามีความรู้สึกว่าผลการตัดสินเป็นความเห็นของคนกลุ่มใหญ่ ไม่ได้มาจากความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนเพียงคนเดียว ทำให้นักศึกษามีแนวโน้มในการยอมรับผลการตัดสินคะแนนมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อแสดงผลการทดสอบวิธีการตัดสินคะแนนโดยใช้ความคิดเห็นของนักศึกษาในชั้นเรียน ว่ามีผลอย่างไรต่อทัศนคติที่นักศึกษามีต่อการประเมินการสอนของอาจารย์ผู้สอน

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยขั้นนี้มีอยู่ทั้งหมด 5 ขั้นตอนคือ

1. ออกแบบวิธีการที่จะนำมาใช้ตัดสินคะแนนโดยใช้ความคิดเห็นของนักศึกษาในชั้นเรียน
2. แจกงานที่จะมอบหมายให้นักศึกษาทำ และ วิธีการตัดสินคะแนน ให้นักศึกษาทุกคนทราบ
3. ให้นักศึกษาทำงานที่ได้รับ แล้วนำผลงานที่ทำมาแสดงให้เพื่อนนักศึกษาทุกคนดู
4. ให้นักศึกษาทุกคนประเมินผลงานของเพื่อนนักศึกษาแต่ละกลุ่ม
5. นำผลการประเมินของนักศึกษาทุกคนมาวิเคราะห์ แล้วคิดเป็นคะแนนของแต่ละกลุ่ม

วิธีการตัดสินคะแนนโดยใช้ความคิดเห็นของนักศึกษาในชั้นเรียน

รายวิชาใช้ในงานวิจัยนี้คือ " CPE4901: การศึกษาเฉพาะเรื่องทางวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (Selected Topics in Computer Engineering)" ซึ่งเป็นรายวิชาเปิดที่ให้นักศึกษาเรียนหัวข้อด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างจากรายวิชาที่เปิดสอนตามปกติ เพื่อให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในขณะนั้น โดยหัวข้อที่เลือกมาใช้ในการเรียนการสอนคือ "การใช้งานโปรแกรมประยุกต์ Blender" ซึ่งเป็นโปรแกรม Open Source ที่ใช้สำหรับสร้างภาพนิ่ง และ ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติขนาดเล็ก สามารถ download มาใช้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย [1] มีนักศึกษาลงทะเบียนจำนวน 23 คน (หน่วยกิต 3 (3-0-6))

รูปแบบการเรียนการสอนเริ่มต้นโดยอาจารย์ผู้สอนอธิบายพื้นฐานการใช้งานโปรแกรม Blender ให้นักศึกษาสามารถนำรูปทรงเรขาคณิตมาจัดวางในฉาก และ สอนวิธีการสร้างรูปทรงใดๆ โดยใช้ "Edit Mode" ในช่วงเวลา 2 อาทิตย์แรก จากนั้นจึงให้นักศึกษาจัดกลุ่มไม่เกิน 5 คนเพื่อไปศึกษาเทคนิคอื่นเพิ่มเติม เามานำเสนอหน้าชั้นเรียนให้นักศึกษากลุ่มอื่นฟัง จากนั้นนักศึกษากลุ่มอื่นแต่ละคนจะนำเทคนิคใหม่ที่ได้เรียนมาทำงานส่งท้ายชั่วโมง 1 ชิ้น (กลุ่มที่นำเสนอไม่ต้องส่งงานในวันที่นำเสนอ)

หลักเกณฑ์การให้คะแนนกลุ่มโดยทั่วไปซึ่งเป็นที่ยอมรับคือ การให้คะแนนโดยใช้ "scoring rubric" ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อยสำหรับให้คะแนนในด้านต่างๆแล้วนำมารวมกันเป็นคะแนนสุดท้าย คะแนนสูงสุดในแต่ละข้ออาจไม่เท่ากัน โดยหัวข้อที่มีความสำคัญมากอาจมีคะแนนสูงกว่าหัวข้ออื่น [2] [3] และ [4] แต่เมื่อนำผลคะแนนมาประกาศให้นักศึกษาทราบ บ่อยครั้งที่พบว่านักศึกษาที่ได้คะแนนน้อยไม่ยอมรับในผลการตัดสิน โดยเฉพาะการ

ให้คะแนนที่ไม่มีเกณฑ์การตัดสินถูกหรือผิดอย่างชัดเจน จำเป็นต้องใช้ความรู้สึกในการตัดสินว่า สวยหรือไม่สวย คนอื่นชอบหรือไม่ชอบ เป็นต้น

งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอวิธีการตัดสินคะแนนอีกรูปแบบ ซึ่งใช้ผลการเปรียบเทียบความชอบของแต่ละคน ภายในชั้นเรียน แล้วตีค่าออกมาเป็นคะแนน หลังจากนักศึกษาทุกกลุ่มได้นำเสนอเทคนิคที่กลุ่มตนได้ศึกษาค้นคว้าแล้ว อาจารย์ผู้สอนจะให้นักศึกษาทุกคนเขียนลำดับกลุ่มที่ชอบ จากกลุ่มที่ชอบมากที่สุดไล่จนถึงกลุ่มที่ชอบน้อยที่สุด และ กำชับให้นักศึกษาแยกกันทำแล้วนำมาส่งโดยห้ามให้เพื่อนนักศึกษาคนอื่นรู้ เนื่องจากอาจทำให้นักศึกษาเกิดความเกรงใจในการให้คะแนนกัน การเรียงลำดับกลุ่มที่ชอบนั้นต้องไม่นำกลุ่มของตนเองมาเรียงอยู่ในลำดับ เพื่อไม่ให้นักศึกษาสามารถประเมินกลุ่มอื่นต่ำกว่ากลุ่มของตนเอง และ ห้ามมีกลุ่มที่อยู่ในลำดับเดียวกัน จะต้องตัดสินใจให้ได้ว่าชอบกลุ่มไหนมากกว่ากัน ไม่ว่าจะเป็นด้านปริมาณสาระความรู้ที่ได้รับ ความยากง่ายในการนำเสนอ ให้เกิดความเข้าใจ ความประทับใจในการนำเสนอ เป็นต้น หากมีกลุ่มที่จะได้คะแนนเท่ากันจริง เมื่อรวมผลการตัดสินจากนักศึกษาทุกคน ลำดับทั้ง 2 กลุ่มจะอยู่ใกล้กันตามธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น หากมีนักศึกษาจำนวน 20 คน นักศึกษา 10 คนอาจให้กลุ่ม A เป็นอันดับ 3 และ กลุ่ม B เป็นอันดับ 4 ในขณะที่นักศึกษาอีก 10 คนที่เหลืออาจให้กลุ่ม A เป็นอันดับ 4 และ กลุ่ม B เป็นอันดับ 3 เป็นต้น ในกรณีนี้คะแนนของทั้งกลุ่ม A และ กลุ่ม B จะเท่ากัน สรุปข้อห้ามที่ต้องแจ้งให้นักศึกษาทราบในการจัดลำดับคือ

1. ห้ามนักศึกษาปรึกษากันในขณะที่ทำการจัดลำดับ
2. ห้ามนักศึกษานำกลุ่มของตนเองมาจัดในลำดับ
3. ห้ามมีกลุ่มที่ได้ลำดับเท่ากัน

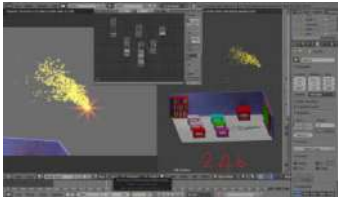
คำถามที่นักศึกษาจะถามเมื่อได้รับทราบวิธีให้คะแนนนี้คือ กลุ่มที่มีจำนวนสมาชิกในกลุ่มน้อยกว่าจะเสียเปรียบกลุ่มที่มีจำนวนสมาชิกมากกว่าหรือไม่ ให้อาจารย์ผู้สอนแจ้งนักศึกษาว่า "ผลการจัดลำดับความชอบของนักศึกษาจะถูกใช้เพื่อดูว่าอาจารย์ให้คะแนนสอดคล้องกับความเห็นของนักศึกษาส่วนใหญ่แล้วหรือไม่ สุดท้ายแล้วแต่ละกลุ่มจะได้คะแนนเท่าใด อาจารย์จะเป็นผู้ตัดสินเอง" ตอนนำเอาคะแนนมาคำนวณ จะนำเอาการจัดลำดับความชอบของอาจารย์มาใส่แทนนักศึกษาที่ไม่มาเรียน หรือ จำนวนสมาชิกที่ขาดไป ทำให้จำนวนสมาชิกของทุกกลุ่มเท่ากัน

การคำนวณคะแนนจากผลการจัดลำดับของนักศึกษาแต่ละคน กำหนดให้กลุ่มที่นักศึกษาชอบน้อยที่สุดได้ 1 คะแนน และ กลุ่มที่อยู่ลำดับสูงกว่าได้ 2 คะแนนไล่ไปถึงกลุ่มที่นักศึกษาชอบมากที่สุดซึ่งจะได้คะแนนสูงสุด จากนั้นจึงนำคะแนนทั้งหมดจากนักศึกษาทุกคนมารวมกันจะได้คะแนนดิบของแต่ละกลุ่ม สุดท้ายใช้วิธีเทียบบัญญัติไตรยางค์เพื่อปรับให้คะแนนอยู่ในช่วงที่ต้องการ (ตั้งแต่ 0 ถึง 30 คะแนน)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

นักศึกษาแบ่งเป็นทั้งหมด 7 กลุ่มโดยแต่ละกลุ่มจะมีชื่อกลุ่มเรียงตามลำดับตามตัวอักษรตั้งแต่ A ถึง G สามารถแสดงจำนวนสมาชิกและเทคนิค หรือ หัวข้อความรู้ที่นักศึกษานำเสนอได้ดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 แสดงการจัดลำดับความชอบของอาจารย์ผู้ชอบโดยพิจารณาจาก ปริมาณเนื้อหาความรู้ที่ผู้ฟังได้รับ ลักษณะการนำเสนอ ความยากง่ายของเนื้อหา (ลำดับที่ 1 คือชอบมากที่สุด)

ตารางที่ 1: ตารางแสดงรายชื่อกลุ่ม จำนวนสมาชิก และ หัวข้อความรู้ที่นักศึกษานำเสนอ

ชื่อกลุ่ม	สมาชิก	หัวข้อความรู้	ตัวอย่างงาน
A2	5 คน	- การสร้างน้ำให้เหมือนจริง - การเคลื่อนไหวของน้ำ - การสร้างท่อโดยเทคนิคการใช้ Path - การสร้างท่อให้เหมือนแก้วโปร่งใส - การเปลี่ยนพื้นผิววัตถุให้ Smooth	
B3	2 คน	- การใช้ Sculpt Mode ขึ้นรูปทรงวัตถุ - การใส่ Toon Shedding ให้วัตถุ - การใส่ Smoke and Fire ลงในฉาก	
C4	4 คน	- การใส่ Particle จำนวนมากลงในฉาก - การใช้ Path กำหนดเส้นทางการเคลื่อนไหว - การใส่ Force Field จำลองลมพัด - การใช้ Node System แก้ไขรายละเอียดภาพ	
D5	2 คน	- การใช้ Modifier เพิ่มจำนวนวัตถุแบบ Array - การใช้ Rigidbody ใน Physic Simulation - การแก้ไข Origin Point ของวัตถุ	
E6	2 คน	- การใส่ Keyframe เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหว - การใส่ Particle ลงบนพื้นผิวของวัตถุ	

ชื่อกลุ่ม	สมาชิก	หัวข้อความรู้	ตัวอย่างงาน
F7	4 คน	- การสร้างเกมโดยใช้โปรแกรม Blender - การใช้ Logic Editor กำหนดพฤติกรรมของวัตถุที่อยู่ในฉาก	
G8	4 คน	- การจำลองการเคลื่อนไหวน้ำเมื่อวัตถุวิ่งผ่าน	

ตารางที่ 2: ตารางแสดงลำดับความชอบที่จัดโดยอาจารย์ผู้สอน (ลำดับที่ 1 คือชอบมากที่สุด)

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7
ชื่อกลุ่ม	C	F	A	B	D	E	G

ตารางที่ 3 แสดงการจัดลำดับความชอบโดยนักศึกษาที่อยู่ในชั้นเรียน ซึ่งมีบางบรรทัดซึ่งเป็นการจัดลำดับที่มาจากอาจารย์ผู้สอนเพื่อให้จำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน เมื่อนำความเห็นของอาจารย์ผู้สอนใส่เพิ่มลงในกลุ่มใด จะต้องตัดชื่อกลุ่มนั้นออกไปจากลำดับซึ่งแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 3: ตารางแสดงการจัดลำดับความชอบโดยอาจารย์และนักศึกษาที่อยู่ในชั้นเรียน

ชื่อกลุ่ม	ผู้ให้คะแนน	คะแนน					
		6	5	4	3	2	1
A	นักศึกษา	F	B	G	E	C	D
	นักศึกษา	E	G	C	B	F	D
	นักศึกษา	E	G	B	C	F	D
	นักศึกษา	G	F	C	B	E	D
	นักศึกษา	E	G	F	B	C	D
B	นักศึกษา	G	E	C	A	D	F
	นักศึกษา	C	E	A	G	F	D
	อาจารย์	C	A	F	D	E	G
	อาจารย์	C	A	F	D	E	G
	อาจารย์	C	A	F	D	E	G
C	นักศึกษา	B	A	D	G	F	E

ชื่อกลุ่ม	ผู้ให้คะแนน	คะแนน					
		6	5	4	3	2	1
	นักศึกษา	D	A	G	F	B	E
	นักศึกษา	F	E	D	G	B	A
	อาจารย์	A	B	F	D	E	G
	อาจารย์	A	B	F	D	E	G
D	นักศึกษา	E	C	A	B	G	F
	นักศึกษา	E	C	A	B	G	F
	อาจารย์	C	A	B	F	E	G
	อาจารย์	C	A	B	F	E	G
	อาจารย์	C	A	B	F	E	G
E	นักศึกษา	G	B	D	A	C	F
	อาจารย์	C	A	B	F	D	G
	อาจารย์	C	A	B	F	D	G
	อาจารย์	C	A	B	F	D	G
	อาจารย์	C	A	B	F	D	G
F	นักศึกษา	G	B	A	E	D	C
	นักศึกษา	E	A	G	C	B	D
	นักศึกษา	G	B	A	E	D	C
	อาจารย์	C	A	B	D	E	G
	อาจารย์	C	A	B	D	E	G
G	นักศึกษา	D	F	A	B	E	C
	นักศึกษา	D	F	A	B	E	C
	นักศึกษา	F	A	C	E	B	D
	นักศึกษา	F	A	C	E	B	D
	อาจารย์	C	A	B	F	D	E

จากตารางที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการโหวตให้อยู่ในลำดับที่ 1 (ชอบมากที่สุด) จะได้รับ 6 คะแนน ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับการโหวตให้อยู่ในลำดับที่ 6 (ชอบน้อยที่สุด) จะได้รับ 1 คะแนน ผลรวมคะแนนดิบจากทั้งอาจารย์ และ นักศึกษาที่อยู่ในชั้นเรียนสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4 เรียงลำดับจากกลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุดไปยังกลุ่มที่ได้คะแนนน้อยที่สุด (ขั้นตอนที่ 1) ซึ่งต้องเทียบให้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 30 คะแนนในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4: ตารางแสดงขั้นตอนการคำนวณหาคะแนนที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มจะได้รับ

ขั้นตอนการคำนวณ	ชื่อกลุ่ม						
	A	C	B	F	E	G	D
1. ผลรวมคะแนนดิบทั้งหมด	137	130	111	102	95	84	76
2. นำมาลบกับคะแนนดิบต่ำสุด	61	54	35	26	19	8	0
3. เทียบหาผลต่างคะแนนเต็ม	12.00	10.62	6.88	5.11	3.73	1.57	0.00
4. คะแนนที่แต่ละกลุ่มจะได้รับ	30.00	28.62	24.88	23.11	21.73	19.57	18.00

จากนั้นอาจารย์ผู้สอนจะทำการประเมินคะแนนเฉพาะกลุ่มที่ได้คะแนนสูงที่สุดและต่ำที่สุด คะแนนของกลุ่มอื่นจะถูกคิดโดยการเทียบบัญญัติไตรยางค์ตามลำดับคะแนนดิบ กำหนดให้กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้ 30 คะแนน และ กลุ่มที่ได้คะแนนต่ำสุดคือ 18 คะแนน ดังนั้นผลต่างของคะแนนคือ 12 คะแนน

คำนวณในขั้นตอนที่ 2 จะทำการหาต่างของคะแนนโดยนำคะแนนดิบมาลบกับคะแนนที่ต่ำที่สุดคือ 76 คะแนน แล้วจึงเทียบบัญญัติไตรยางค์ให้อยู่ในช่วง 0 - 12 คะแนนในขั้นตอนที่ 3 (เทียบหาผลต่างคะแนนเต็ม) จากนั้นจึงนำมาบวกกับคะแนนต่ำสุดคือ 18 คะแนน จะได้คะแนนที่แต่ละกลุ่มจะได้รับในขั้นตอนที่ 4

หมายเหตุ: สำหรับการประเมินผลความพอใจที่วิธีการให้คะแนนนี้จากนักศึกษา ในเบื้องต้นได้ทำการแจ้งผลคะแนนผ่านระบบ Facebook ซึ่งมีนักศึกษาเห็นแล้วจำนวน 25 คน ถูกใจ 3 คน แต่ไม่มีนักศึกษาแสดงความเห็นใดเพิ่มเติม แต่เนื่องจากถึงกำหนดเวลาส่งบทความฉบับนี้แล้วจึงมีผลลัพธ์การประเมินแสดงอยู่เพียงเท่านี้ หากยังสามารถแก้ไขบทความนี้ได้ และ ผลการประเมินมีการเปลี่ยนแปลง ผู้เขียนจะนำผลการประเมินใหม่มาแสดงให้ทราบต่อไป

สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถใช้ช่วยตัดสินคะแนนได้สำหรับรายวิชาที่ไม่มีเกณฑ์การตัดสินคะแนนถูกหรือผิดอย่างชัดเจน นักศึกษาแต่ละคนจะแสดงความเห็นโดยเรียงลำดับกลุ่มที่ชอบจากมากไปหาน้อย แล้วนำมาส่งอาจารย์ผู้สอนเพื่อคำนวณคะแนน การจัดลำดับจะต้องไม่มีกลุ่มใดอยู่ลำดับเดียวกัน และ นักศึกษาสามารถนำกลุ่มอื่นมาจัดลำดับได้เท่านั้น ห้ามแสดงความคิดเห็นต่อกลุ่มของตน

การให้คะแนนโดยวิธีนี้ อาจารย์ผู้สอนสามารถกำหนดช่วงคะแนนสูงสุด และ ต่ำสุดได้ ข้อควรระวังในการคำนวณคือจำนวนนักศึกษาแต่ละกลุ่มจะต้องเท่ากัน วิธีการนี้เหมาะสำหรับการให้คะแนนกลุ่มเนื่องจากจำนวนข้อมูลที่นำมาคำนวณจะเพิ่มขึ้นแบบทวีคูณ

เมื่อพิจารณาผลการจัดลำดับของนักศึกษาโดยรวมพบว่านักศึกษามีแนวโน้มที่จะชอบกลุ่มที่นำเสนอเนื้อหาต่างๆ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการใช้ความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนเพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมของเนื้อหา ร่วมในการคำนวณด้วย โดยอาจนำไปใส่เพิ่มลงในกลุ่มที่จำนวนสมาชิกไม่เท่ากับกลุ่มอื่น หรือ อาจสร้างเป็นกลุ่มใหม่ที่มีแต่ความเห็นของอาจารย์ผู้สอนเพื่อถ่วงน้ำหนักคะแนน

เมื่อแจ้งวิธีการให้คะแนนให้นักศึกษาทราบว่า จะนำความคิดเห็นของนักศึกษาทุกคนมาใช้ในการพิจารณา คะแนน พบว่านักศึกษาสามารถยอมรับได้แต่ก็ยังมีส่วนที่รู้สึกไม่แน่ใจเนื่องจากเป็นวิธีการใหม่ที่ไม่เคยเจอมาก่อน ซึ่งยังต้องทำการศึกษาผลจากการใช้วิธีการนี้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Blender Foundation. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2558, จากเว็บไซต์: <http://www.blender.org>
- Wikipedia. (2548). *Rubric (academic)*. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2558, จากเว็บไซต์: [http://en.wikipedia.org/wiki/Rubric_\(academic\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Rubric_(academic))
- สุทธินันท์ บุญศักดิ์. (2555). *เกณฑ์การให้คะแนนการทำงานกลุ่ม*. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2558, จากเว็บไซต์: <http://www.kroobannok.com/blog/48185>
- Pamela Flash. (2558). *Creating grading rubrics for writing assignments*. สืบค้นเมื่อ 14 กุมภาพันธ์ 2558, จากเว็บไซต์: <http://writing.umn.edu/tww/responding/rubrics.html>

ผลของระยะห่างระหว่างอักษร ตำแหน่งอักษร และจำนวนอักษร ต่ออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์

EFFECT OF SPACING, POSITIONS, AND NUMBERS OF CHARACTERSON TEXT-BASED CAPTCHA'S HUMAN AFFIRMATIVE RATES

วงศ์กร รัตติรุจิเสวต^{1*}, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชพงศ์ ตั้งมณี²
Wongsakorn Rattirujisawet¹, Assistant Professor Dr.Chatpong Tangmanee²

^{1,2}ภาควิชาสถิติ, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

^{1,2}Department of Statistics, Faculty of Commerce and Accountancy, Chulalongkorn University

E-mail: wongsakorn.rat@student.chula.ac.th

บทคัดย่อ

แคปทชาข้อความมักใช้เป็นเครื่องมือเพื่อยืนยันความเป็นมนุษย์ของผู้ใช้ อย่างไรก็ตามแคปทชาข้อความยังคงเป็นปัญหาในการใช้งานของมนุษย์ทั้งนี้ อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ หมายถึง อัตราที่ผู้ใช้สามารถระบุอักษรที่ปรากฏในแคปทชาข้อความได้ถูกต้อง ดังนั้นจึงน่าสนใจที่จะวิเคราะห์ผลของ (1) ระยะห่างระหว่างอักษร (2) ตำแหน่งอักษรและ (3) จำนวนอักษรของแคปทชาข้อความต่ออัตราดังกล่าว

การวิเคราะห์ผลของการทดลองในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ พบว่าระยะห่างระหว่างอักษรและจำนวนอักษร มีผลต่ออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทว่าผลของตำแหน่งอักษรต่ออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ไม่มีนัยสำคัญข้อสรุปที่ได้จากการศึกษานี้เป็นแนวคิดในการพัฒนาแคปทชาข้อความ อีกทั้งผู้พัฒนาแคปทชายังใช้เป็นข้อมูลในการเลือกระยะห่างระหว่างอักษรตำแหน่งอักษร และจำนวนอักษรของแคปทชาข้อความเพื่อให้่ายต่อการใช้งานของมนุษย์

คำสำคัญ: แคปทชาข้อความ, ระยะห่างระหว่างอักษร, ตำแหน่งอักษร, จำนวนอักษร, อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์

ABSTRACT

Text-based CAPTCHAs are used to confirm that a user is human. However, they are still a problem for humans. The human-affirmative rate is the proportion of those who are able to correctly decode the text-based CAPTCHAs to those who have made an attempt to do it. It is thus interesting to examine the effects of (1) spacing, (2) positions, and (3) numbers of characters of CAPTCHAs on the human affirmative rates.

The analysis of a lab experiment indicated that the effect of spacing, and numbers of characters of CAPTCHA are statistically significant on the human affirmative rates at the 0.05 level, but the effect of positions of CAPTCHA were not significant. In addition to extending knowledge of text-based CAPTCHA's design, developers could apply the findings to select spacing, positions, and numbers of characters of text-based CAPTCHA that easy for human.

Keyword: text-based CAPTCHAs, Spacing, Positions, Numbers of Characters, Human Affirmative Rates

บทนำ

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้จำนวนผู้แลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้น เป็นโอกาสให้ผู้ไม่ประสงค์ดีพัฒนาโปรแกรมอัตโนมัติหรือบอต (Bot) ที่สามารถแสดงตัวในระบบเหมือนผู้ใช้ทั่วไป เพื่อขโมยหรือทำลายข้อมูลดังกล่าว (ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย, 2556; สุทธิเกียรติ มีलग, 2557) ดังนั้นจึงมีผู้คิดค้น แคปทชา (CATPCHA) อันย่อมาจาก Completely Automated Public Turing Test to Tell Computers and Humans Apart เพื่อทดสอบผู้ใช้งานว่าเป็นมนุษย์หรือเป็นบอต โดยให้ผู้ใช้งานที่เป็นมนุษย์เท่านั้นสามารถใช้งานได้ (Ahn et al., 2004; Shirali-Shahreza and Shirali-Shahreza, 2007; Yan and Ahmad, 2008; สุทธิเกียรติ มีलग, 2557)

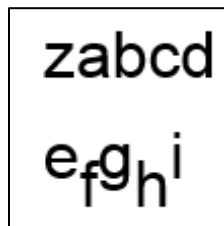
การศึกษานี้ได้เลือกแคปทชาข้อความมาเป็นประเด็นสำคัญของการวิจัย เนื่องจากแคปทชาข้อความได้ถูกนำมาใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นแคปทชาที่ผู้ใช้ทั่วโลกใช้งานได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับแคปทชาประเภทอื่น (Taghva, Borsack, and Condit, 1996; Yan and Ahmad, 2008; Imsamai and Phimoltares, 2010) และให้ความสำคัญประเด็นการออกแบบแคปทชาข้อความสามประเด็น คือ (1) ระยะห่างระหว่างอักขร (2) ตำแหน่งอักขร และ (3) จำนวนอักขรของแคปทชาข้อความ

ระยะห่างระหว่างอักขร (Spacing) ในที่นี้หมายถึง ระยะห่างระหว่างอักขรที่ประกอบเป็นแคปทชา (นวลจันทร์ เสมอจันทร์, 2539) กำธรสถิธิกุล (2515) ได้อธิบายถึงระยะห่างระหว่างอักขร ว่าหากข้อความมีระยะห่างระหว่างอักขรที่มากหรือน้อยเกินไป จะทำให้ใช้เวลาอ่านนานหรือยากขึ้น และ Chellapilla, Larson, Simard และ Czerwinski (2005) พบว่าระยะห่างระหว่างอักขรที่มนุษย์ยังคงอ่านได้โดยง่าย คือระยะห่างระหว่างอักขรที่ขยายจากระยะห่างปกติอย่างมากไม่เกินร้อยละ 40 ของความกว้างอักขร (ในงานวิจัยนี้หมายถึงขยายระยะห่างไม่เกิน 8 พอยต์) ในขณะที่ Bursztein, Martin และ Mitchell (2011) พบว่าระยะห่างระหว่างอักขรที่ถูกบีบจนไม่เหลือระยะห่าง (Collapsing) (ในงานวิจัยนี้หมายถึงบีบระยะห่าง 3.4 พอยต์ขึ้นไป) สามารถป้องกันการโจมตีจากบอตได้ สอดคล้องกับ Ahmad, Yan และ Tayara (2011) ที่ได้อธิบายว่าอักขรที่ถูกบีบจนติดกัน (Connected characters) จะทำให้บอตอ่านอักขรได้ผิดพลาด อีกทั้งยังไม่พบการเปรียบเทียบเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันความสามารถของระยะห่างระหว่างอักขร ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการเปรียบเทียบความสามารถของแคปทชาข้อความ เมื่อระยะห่างระหว่างอักขรเป็น (1) ขยาย 8 พอยต์ และ (2) บีบ 3.4 พอยต์รูปที่ 1 คือตัวอย่างระยะห่างระหว่างอักขรของแคปทชาข้อความ โดยที่ระยะห่างระหว่างmnopq ได้ถูกขยายเป็น 8 พอยต์ ส่วนระยะห่างระหว่างrstuv ได้ถูกบีบจนเหลือ 3.4 พอยต์



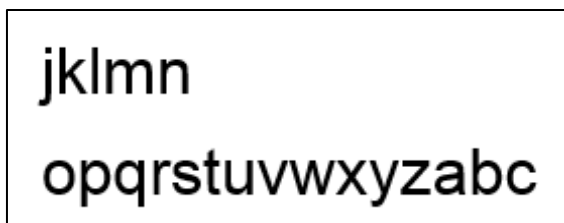
รูปที่ 1: ตัวอย่างระยะห่างระหว่างอักขรของแคปทชาข้อความ

ตำแหน่งอักษร (Position) หมายถึง ตำแหน่งที่ใช้อักษรของแคปช่าข้อความในแนวนอน ทั้งนี้การเลื่อนตำแหน่งอักษรคือการเลื่อนอักษรขึ้นลงในแนวนอน Cabibi (1973) ได้อธิบายถึงความง่ายในการอ่านว่า อักษรควรเรียงกันเป็นบรรทัด สอดคล้องกับคำกร สกริฏ (2515) ที่อธิบายว่าตำแหน่งอักษรปกติที่เส้นบรรทัด เรียงกันเป็นแนวเส้นบรรทัด เป็นตำแหน่งที่อ่านได้ง่ายกว่าอักษรที่เรียงกันไม่เป็นบรรทัดแต่ในขณะที่ Chellapilla และคณะ (2005) กลับพบว่าการยกขึ้นหรือต่ำลงในระดับห่างกันไม่เกินร้อยละ 40 ของความสูงตัวอักษร (ในงานวิจัยนี้หมายถึงยกขึ้นหรือต่ำลงไม่เกิน 5 พอยต์) มนุษย์ยังคงอ่านได้ง่าย อีกทั้งการยกขึ้นและต่ำลงสลับกันนั้น Ahmad และคณะ (2011) ได้อธิบายว่าจะทำให้บอตไม่สามารถจำแนกอักษรพิมพ์เล็กกับพิมพ์ใหญ่ได้ ทั้งนี้ Bursztein และคณะ (2011) ได้แนะนำว่าควรออกแบบให้แคปช่าข้อความให้มีลักษณะตำแหน่งอักษรที่ยกขึ้นและต่ำลงสลับกันเป็นคลื่น (Waving the captcha) เพื่อป้องกันการโจมตีของบอตอย่างไรก็ตามยังไม่พบการเปรียบเทียบเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันความสามารถของตำแหน่งอักษรดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการเปรียบเทียบตำแหน่งอักษรของแคปช่าข้อความที่ (1) ตำแหน่งปกติและ (2) ยกขึ้นและต่ำลง 5 พอยต์สลับกัน รูปที่ 2 คือตัวอย่างตำแหน่งอักษรของแคปช่าข้อความตำแหน่งอักษร zabcd คือตำแหน่งปกติ ในขณะที่ตำแหน่งอักษร efghi ได้ถูกยกขึ้นและต่ำลง 5 พอยต์สลับกัน โดยที่ e, g และ i ยกขึ้น 5 พอยต์ และ f และ h ต่ำลง 5 พอยต์



รูปที่ 2: ตัวอย่างตำแหน่งอักษรของแคปช่าข้อความ

จำนวนอักษรของแคปช่าข้อความ หมายถึง จำนวนอักษรที่แสดงหรือปรากฏของแคปช่าข้อความ (มณีรัตน์ ชาดิรังสรรค์, 2555) ผลของงานในอดีตเชิงประจักษ์ที่วิเคราะห์ความสามารถของจำนวนอักษรในแคปช่าข้อความ มีความไม่สอดคล้องกัน กล่าวคือ ในขณะที่ Yan และ Ahmad (2008) พบว่าจำนวนอักษรที่น้อยจะทำให้มนุษย์ตอบแคปช่าได้ถูกต้องได้ง่าย และจำนวนอักษรที่มากจะทำให้แคปช่านั้นปลอดภัยจากการโจมตีของบอตได้ดี ในขณะที่ Rice, Kanai และ Nartker (1993) พบว่าเมื่อเอกสารออนไลน์มีจำนวนอักษรที่มากขึ้น จะทำให้บอตมีความแม่นยำในการอ่านที่ต่ำลง แต่มณีรัตน์ ชาดิรังสรรค์ (2555) ได้เปรียบเทียบจำนวนอักษรสี่ตัวกับสิบตัวอักษร พบว่าจำนวนอักษรไม่มีผลต่ออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ โดยให้เหตุผลว่าจำนวนอักษรดังกล่าวยังแตกต่างกันไม่มากพออย่างไรก็ตาม Miller (1956) ได้นำเสนอทฤษฎี Miller's law และอธิบายว่ามนุษย์สามารถจดจำเป็นประมวลผลวัตถุจำนวนห้าถึงเก้าชิ้นได้ง่าย โดยวัตถุจะเป็นอะไรก็ได้ ผลการทดลองปรากฏว่า หน่วยทดลองสามารถจดจำค่า 5 พยางค์ได้ แต่ไม่สามารถจดจำค่า 15 พยางค์ได้นั้น ทั้งนี้ยังไม่มี การเปรียบเทียบเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันความสามารถของจำนวนอักษรทั้งสองจำนวนนี้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการเปรียบเทียบจำนวนอักษรของแคปช่าข้อความที่ใช้ (1) ห้าตัวอักษร และ (2) สิบห้าตัวอักษร รูปที่ 3 คือตัวอย่างจำนวนอักษรของแคปช่าข้อความ jklmn มีห้าตัวอักษรส่วน opqrstuvwxyzabc มีสิบห้าตัวอักษร



รูปที่ 3: ตัวอย่างจำนวนอักษรของแคปซูลข้อความ

งานวิจัยนี้ต้องการเปรียบเทียบอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ (Human Affirmative Rate) อันหมายถึง การที่ผู้ใช้สามารถตอบแคปซูลข้อความได้ถูกต้อง โดยวัดจากสัดส่วนของจำนวนผู้ตอบแคปซูลข้อความที่ถูกต้องต่อ จำนวนผู้ตอบแคปซูลข้อความทั้งหมด (มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2555) เมื่อแคปซูลข้อความมีลักษณะต่างๆ ตามสามตัวแปร ที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ระหว่างแคปซูลข้อความที่กำหนดระยะห่างระหว่าง อักษรสองแบบคือ (1) ขยาย 8 พอยต์ และ (2) บีบ 3.4 พอยต์
2. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ระหว่างแคปซูลข้อความที่แสดงอักษร (1) ตำแหน่ง ปกติ และ (2) ยกขึ้นและต่ำลง 5 พอยต์สลับกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ระหว่างแคปซูลข้อความที่ใช้จำนวนอักษร (1) ห้า ตัวอักษร และ (2) สิบห้าตัวอักษร

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ เพื่อเปรียบเทียบอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ของแคปซูลข้อความ เมื่อตัวแปรอิสระทั้งสามมีค่าแตกต่างกัน ดังนั้น แนวคิดของระเบียบวิธีวิจัยที่เหมาะสม คือการศึกษาเชิงทดลอง การนำเสนอรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยเป็นดังนี้

1. สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานสามข้อเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ (1) เมื่อ แสดงแคปซูลข้อความที่ขยายระยะห่างระหว่างอักษรเป็น 8 พอยต์ จะสูงกว่าบีบระยะห่างระหว่างอักษรเป็น 3.4 พอยต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2) เมื่อแสดงแคปซูลข้อความที่ใช้อักษรตำแหน่งปกติ จะสูงกว่าแคปซูล ข้อความที่ใช้อักษรยกขึ้นและต่ำลงห้าพอยต์สลับกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ (3) เมื่อแสดงแคปซูลข้อความ ที่ใช้ห้าตัวอักษร จะสูงกว่าสิบห้าตัวอักษรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้สมมติฐานที่กำหนดมาจากรวบรวมใน อดีต (กำธรสถิรกุล, 2515;Chellapilla et al., 2005;Bursztein et al., 2011; Ahmad et al., 2011;Cabibi, 1973;มณีรัตน์ ชาติรังสรรค์, 2555;Yan and Ahmad,2008;Rice et al., 1993;Miller, 1956)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระในงานวิจัยนี้มีสามตัวแปร ได้แก่ (1) ระยะห่างระหว่างอักษร มีสองค่าได้แก่ ขยาย 8 พอยต์ และบีบ 3.4 พอยต์ (2) ตำแหน่งอักษร มีสองค่าได้แก่ ตำแหน่งปกติ และยกขึ้นต่ำลงห้าพอยต์สลับกันและ (3)

จำนวนอักษร มีสองค่าได้แก่ หัวตัวอักษร และสืบทัวอักษรตารางที่ 1 แสดงรูปแบบแคปท์ชาที่พัฒนามีจำนวน 8 เงื่อนไขตามสามตัวแปรอิสระ

ตารางที่ 1: รูปแบบแคปท์ชาที่พัฒนามีจำนวน 8 เงื่อนไข

รูปแบบ แคปท์ชา ข้อความ	ระยะห่างระหว่างอักษร		ตำแหน่งอักษร		จำนวนอักษร	
	ขยาย 8 พอยต์	บีบ 3.4 พอยต์	ตำแหน่งปกติ	ยกขึ้นต่ำลง หัวพอยต์ สลับกัน	หัว ตัวอักษร	สืบทัว ตัวอักษร
1	✓		✓		✓	
2	✓		✓			✓
3	✓			✓	✓	
4	✓			✓		✓
5		✓	✓		✓	
6		✓	✓			✓
7		✓		✓	✓	
8		✓		✓		✓

ตัวแปรตาม คืออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ (Human Affirmative Rate) หมายถึง อัตราที่ผู้ใช้สามารถระบุอักษรที่ปรากฏในแคปท์ชาข้อความได้ถูกต้อง จนสามารถเข้าใช้บริการของเว็บไซต์ได้โดยวัดจากสัดส่วนของจำนวนผู้ตอบแคปท์ชาได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้ตอบแคปท์ชาทั้งหมด (มณีรัตน์ ชาตังสรรค์, 2555; Yan and Ahmad, 2008)

การศึกษานี้เป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ จำเป็นต้องควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการวิจัยให้คงที่ผู้วิจัยได้ควบคุมลักษณะอื่นของแคปท์ชาข้อความ เพื่อให้การเปรียบเทียบเป็นไปอย่างถูกต้อง ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ดังนี้ (1) ใช้แบบอักษร Arial แบบพิมพ์เล็กขนาด 24 พอยต์ เพราะผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย ใช้งานโดยทั่วไป (Bernard, Chaparro, Mills, and Halcomb, 2003; Kingery and Furuta, 1997) อีกทั้งมณีรัตน์ ชาตังสรรค์ (2555) พบว่าหน่วยทดลองสามารถตอบแคปท์ชาข้อความที่แสดงด้วยพิมพ์เล็กได้ถูกต้องมากที่สุด (2) ใช้อักษร a-z โดยไม่รวมตัวเลขและอักขระอื่น ๆ เพื่อลดปัญหาความสับสนระหว่างอักษรกับตัวเลขหรืออักขระที่มีลักษณะคล้ายกัน (Yan and Ahmad, 2008) (3) ใช้แคปท์ชาข้อความที่ไม่มีความหมายในพจนานุกรม เพื่อลดความเสี่ยงจากการสุ่มเดาคำในพจนานุกรมเพื่อโจมตีแคปท์ชาข้อความ (Yan and Ahmad, 2008) และ (4) ใช้อักษรสีดำนบนพื้นหลังสีขาว อันเป็นคู่สีที่มนุษย์สามารถตอบแคปท์ชาข้อความได้ถูกต้องมากที่สุด (Tinker and Paterson, 1931; Ling and Schaik, 2002)

3. การเลือกหน่วยทดลองและจำนวนหน่วยทดลอง

การสำรวจกลุ่มผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย พบว่ากลุ่มผู้ใช้ส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรี (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2556) ผู้วิจัยจึงกำหนดหน่วยทดลองเป็นนิสิตปริญญาตรีของคณะ

พาณิชยศาสตร์และการบัญชีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและต้องมีจำนวนหน่วยทดลองที่เหมาะสมในการทดสอบ สมมติฐานอย่างน้อยเงื่อนไขละ 20 คน (Nielsen, 2012) ดังนั้นจึงต้องมีหน่วยทดลองเป็นจำนวน $8 \times 20 = 160$ คน

4. เครื่องมือในการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์สำหรับการดาวน์โหลดตัวอย่างภาพยนตร์เพื่อให้อยู่ในความสนใจของ หน่วยทดลองของการศึกษานี้ (สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, 2556; Google Inc., 2013) เมื่อหน่วยทดลองต้องการดาวน์โหลดตัวอย่างภาพยนตร์ เว็บไซต์ดังกล่าวจะแสดงแคปต์ชาข้อความ เพื่อเป็นเครื่องมือในการทดสอบ

5. การเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการของศูนย์คอมพิวเตอร์ โดยก่อนเริ่มการทดลอง ผู้วิจัยจะแจกใบงาน เพื่อให้หน่วยทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดไว้กล่าวคือเมื่อหน่วยทดลองเข้าเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับการทดลองนี้ หน่วยทดลองจะต้องเลือกดาวน์โหลดตัวอย่างภาพยนตร์ จากนั้นระบบจะแสดงแคปต์ชาข้อความเพื่อให้ หน่วยทดลองตอบแคปต์ชาข้อความที่ปรากฏ โดยระบบได้ตรวจสอบและบันทึกความถูกต้องของการตอบแคปต์ชา ข้อความของหน่วยทดลอง จากนั้นระบบจึงให้หน่วยทดลองดาวน์โหลดตัวอย่างภาพยนตร์ได้ เมื่อดาวน์โหลด ตัวอย่างภาพยนตร์เสร็จระบบจะแสดงลิงค์ เพื่อให้หน่วยทดลองคลิกเพื่อตอบคำถามส่วนบุคคลได้แก่ (1) เพศ (2) หลักสูตร (3) อายุ (4) ปัญหาเกี่ยวกับสายตาและ (5) วิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับสายตาขณะทดลอง โดยคำถามหัวข้อนี้ มีขึ้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูล

6. กรอบการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ที่เกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของหน่วยทดลอง จะกระทำด้วยสถิติเชิงพรรณนาส่วนการ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน และตอบวัตถุประสงค์สามข้อของงานวิจัย ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติทดสอบ Zแบบ ทางเดียว และกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพื่อทดสอบสมมติฐานของผลต่างระหว่างสัดส่วนของประชากรสอง ประชากรในลักษณะที่สนใจของกลุ่มประชากรหนึ่งมากกว่าหรือน้อยกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง(กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2553)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้ทำในห้องปฏิบัติการของศูนย์คอมพิวเตอร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี โดยสุ่มเก็บข้อมูลจากหน่วยทดลองจำนวนทั้งสิ้น 191 คนมากกว่าที่ต้องการคือ 160 คนการจำแนกตามเพศ พบว่า หน่วยทดลองเป็นเพศชายและเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 34.0 และ 66.0 ตามลำดับส่วนการจำแนกตามอายุ พบว่า หน่วยทดลองอายุต่ำกว่า 20 ปี และอายุ 20 ปีขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 47.6 และ 52.4 ตามลำดับส่วนการจำแนกตาม ประเภทสายตา พบว่าสายตาสั้นคิดเป็นร้อยละ 56.0 รองลงมาคือสายตาสั้น, สายตาสั้นและเอียง, สายตาเอียง และสายตาวาวคิดเป็นร้อยละ 22.0, 16.2, 4.9 และ 0.9 ตามลำดับและ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาเปรียบเทียบและ นำเสนออัตราการยืนยันยืนยันความเป็นมนุษย์จำแนกตามรูปแบบแคปต์ชาข้อความและตัวแปรรหัส ดังตารางที่ 2 ถึง 5

ตารางที่ 2: อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ จำแนกตามรูปแบบแคปต์ชาข้อความ

รูปแบบ แคปต์ชาข้อความ	ตัวอย่างแคปต์ชาข้อความ	อัตราการยืนยัน ความเป็นมนุษย์ (%)
1	m l x k z	95.65
2	d a r t e j c u g w x h k o v	100
3	n c x f g	100
4	z x s b h r j n o w e f v k l	91.30
5	p s j t	64.00
6	e f i u k g d m v n t w	24.00
7	q g j	75.00
8	n h g u m c y w m s t a d j i	69.57

จากตารางที่ 2 พบว่าแคปต์ชาข้อความที่ขยายระยะห่าง 8 พอยต์จะมีอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ที่สูงกว่าแคปต์ชาข้อความที่บีบระยะห่าง 3.4 พอยต์ และในส่วนแคปต์ชาข้อความที่บีบระยะห่างในตำแหน่งยกสูงขึ้นต่ำลงจะมีอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ที่สูงกว่าอักษรที่บีบระยะห่างในตำแหน่งปกติ และแคปต์ชาข้อความที่มีอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ที่ต่ำที่สุดได้แก่แคปต์ชาข้อความรูปแบบที่ 6 อันเป็นแคปต์ชาข้อความที่บีบระยะห่างในตำแหน่งปกติ และใช้สีบัพทอักษร ทั้งนี้ แคปต์ชาข้อความรูปแบบที่ 7 และ 8 เป็นแคปต์ชาข้อความที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันการโจมตีของบอต (Bursztein et al., 2011; Ahmad et al., 2011) แต่กลับพบอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ค่อนข้างสูงที่ร้อยละ 75.00 และ 69.57 ตามลำดับ

ตารางที่ 3: อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ จำแนกตามระยะห่างระหว่างอักษร

ระยะห่างระหว่างอักษร	จำนวนผู้ตอบแคปต์ชา ได้ถูกต้อง (คน)	จำนวนผู้ตอบแคปต์ชา ทั้งหมด (คน)	อัตราการยืนยัน ความเป็นมนุษย์ (%)
ขยาย 8 พอยต์	91	94	96.81
บีบ 3.4 พอยต์	56	97	57.73

จากตารางที่ 3 พบว่าแคปต์ชาข้อความที่ขยายระยะห่าง 8 พอยต์มีอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ที่สูงกว่าแคปต์ชาข้อความที่บีบระยะห่าง 3.4 พอยต์เมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพราะค่า z คำนวณได้ 6.41 มีค่ามากกว่า 1.64 จึงสรุปได้ว่า อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ เมื่อแสดงแคปต์ชาข้อความที่ขยายระยะห่างระหว่างอักษรเป็น 8 พอยต์ สูงกว่าบีบระยะห่างระหว่างอักษร

เป็น 3.4 พอยต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็นไปตามงานวิจัยในอดีตที่กล่าวว่ามนุษย์ยังเข้าใจแคปTCHAข้อความได้โดยง่ายเมื่อขยายระยะห่างไม่เกิน 8 พอยต์ และเข้าใจแคปTCHAข้อความได้ยากขึ้นเมื่อระยะห่างระหว่างอักขรน้อยเกินไป(กำธรสถิรกุล, 2515;Chellapilla et al., 2005)

ตารางที่ 4: อัตราการยืนยันความ เป็นมนุษย์ จำแนกตามตำแหน่งอักขร

ตำแหน่งอักขร	จำนวนผู้ตอบแคปTCHA ได้ถูกต้อง (คน)	จำนวนผู้ตอบแคปTCHA ทั้งหมด (คน)	อัตราการยืนยัน ความเป็นมนุษย์ (%)
ตำแหน่งปกติ	68	97	70.10
ยกขึ้นต่ำลงห้าพอยต์สลับกัน	79	94	84.04

จากตารางที่ 4พบว่าแคปTCHAข้อความในตำแหน่งปกติมีอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ที่ต่ำกว่าแคปTCHAข้อความที่ยกขึ้นต่ำลงห้าพอยต์สลับกันแต่เนื่องจากผู้วิจัยเลือกใช้สถิติทดสอบ Z แบบทางเดียวและได้ตั้งสมมติฐานมาจากการศึกษาในอดีต (กำธรสถิรกุล, 2515; Cabibi, 1973)เมื่อทดสอบสมมติฐาน จึงพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพราะค่า z คำนวณได้ -2.29 มีค่าน้อยกว่า 1.64และสรุปได้ว่า อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ เมื่อแสดงแคปTCHAข้อความที่ใช้อักขรตำแหน่งปกติ **ต่ำกว่าหรือเท่ากับ**แคปTCHAข้อความที่ใช้อักขรยกขึ้นและต่ำลง 5 พอยต์สลับกันแสดงความแตกต่างจากงานวิจัยในอดีตที่กล่าวว่าตำแหน่งปกติเรียงกันเป็นบรรทัดอ่านได้ง่ายกว่าอักขรที่เรียงกันไม่เป็นบรรทัด(กำธรสถิรกุล, 2515; Cabibi, 1973)

เหตุผลที่การทดลองครั้งนี้ไม่สามารถยืนยันข้อชี้แนะจากการศึกษาในอดีตคงเป็นลักษณะของระยะห่างระหว่างอักขรที่ส่งผลต่ออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ของตำแหน่งอักขร เนื่องจากการวิจัยในอดีตศึกษาผลจากระยะห่างระหว่างอักขรที่ขยายปกติ ไม่ได้ศึกษาผลจากระยะห่างระหว่างอักขรที่บีบจนติดกัน จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า ผลจากการบีบอักขรจนติดกันทำให้อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ของอักขรในตำแหน่งปกติลดลงอย่างมาก แตกต่างจากผลของอักขรในตำแหน่งยกขึ้นต่ำลงห้าพอยต์สลับกันที่ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อีกทั้งการค้นพบในทิศทางดังกล่าวนี้ กลับส่งผลดีต่อการออกแบบแคปTCHAข้อความ เนื่องจากการออกแบบให้แคปTCHAข้อความให้ยกขึ้นต่ำลงห้าพอยต์สลับกัน นอกจากง่ายต่อความเข้าใจของมนุษย์แล้ว ยังเป็นการออกแบบที่ช่วยป้องกันการโจมตีของบอตได้อีกด้วย (Bursztein et al., 2011; Ahmad et al., 2011)

ตารางที่ 5: อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ จำแนกตามจำนวนอักษร

จำนวนอักษร	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม ได้ถูกต้อง (คน)	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม ทั้งหมด (คน)	อัตราการยืนยัน ความเป็นมนุษย์ (%)
ห้าตัวอักษร	80	96	83.33
สิบห้าตัวอักษร	67	95	70.53

จากตารางที่ 5 พบว่าแบบสอบถามที่แสดงห้าตัวอักษรมีอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์ที่สูงกว่าแบบสอบถามที่แสดงสิบห้าตัวอักษร และเมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพราะค่า z คำนวณได้ 2.10 มีค่ามากกว่า 1.64 จึงสรุปได้ว่า อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์เมื่อแสดงแบบสอบถามที่ใช้ห้าตัวอักษร **สูงกว่า** สิบห้าตัวอักษรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตที่กล่าวว่าจำนวนอักษรห้าถึงเก้าอักษร เป็นจำนวนที่เหมาะสมที่มนุษย์สามารถจดจำและนำไปประมวลผลข้อมูลได้ดี และจำนวนที่น้อยกว่าจะทำให้มนุษย์ตอบแบบสอบถามได้ถูกต้องได้ง่ายกว่าจำนวนอักษรที่มากกว่า (Miller, 1956; Yan and Ahmad, 2008)

สรุป

ผลทดสอบสมมติฐานยืนยันว่า แบบสอบถามที่ขยายระยะห่างระหว่างอักษรเป็น 8 พอยต์ (เมื่อใช้อักษร Arial ขนาด 24 พอยต์) และใช้ห้าตัวอักษร ส่งผลให้อัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผู้วิจัยได้สรุปการนำเสนอผลการทดสอบสมมติฐานตามที่ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7: สรุปการนำเสนอผลการทดสอบสมมติฐาน

ตัวแปรอิสระ	ความสัมพันธ์กับอัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์
ระยะห่างระหว่างอักษร ของแบบสอบถาม	แบบสอบถามที่ขยายระยะห่างระหว่างอักษรเป็น 8 พอยต์ สูงกว่า ปีบระยะห่างระหว่างอักษรเป็น 3.4 พอยต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตำแหน่งอักษร ของแบบสอบถาม	ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
จำนวนอักษร ของแบบสอบถาม	แบบสอบถามที่ใช้ห้าตัวอักษร สูงกว่า สิบห้าตัวอักษรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

งานวิจัยการโต้ตอบแบบสอบถามของผู้ใช้ในประเทศไทยยังคงมีค่อนข้างน้อย และยังไม่มีการศึกษาและเปรียบเทียบเชิงประจักษ์ของผลกระทบระยะห่างระหว่างอักษร และตำแหน่งอักษรต่ออัตราการยืนยันความเป็นมนุษย์แม้ว่ามีการเปรียบเทียบของจำนวนอักษร แต่ผลที่ได้กลับไม่สอดคล้องกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งต่อยอดองค์ความรู้สำหรับการออกแบบแบบสอบถาม และช่วยยืนยันเชิงประจักษ์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น เพื่อการศึกษาค้นคว้าใหม่ในอนาคต และเพื่อเป็นแนวทางให้นักพัฒนาแบบสอบถามได้พัฒนาแบบสอบถามที่ง่ายต่อการตอบโต้กับมนุษย์ และรอดพ้นจากการโจมตีของบอต

การวิเคราะห์ผลการทดลองของหน่วยทดลองที่ตอบแคปซูลข้อความผิด ผู้วิจัยพบข้อจำกัดสองประการในการศึกษาครั้งนี้ โดยพบว่า (1) หน่วยทดลองใส่เครื่องหมายเว้นวรรค ในกรณีที่แคปซูลข้อความถูกขยายระยะห่างระหว่างอักษร และ (2) หน่วยทดลองตอบเรียงสลับตำแหน่ง โดยเข้าใจว่าเป็นแคปซูลข้อความสองบรรทัด ในกรณีที่แคปซูลข้อความถูกยกตำแหน่งอักษรขึ้นลงห้าพอยต์สลับกัน จากการวิเคราะห์ผลการทดลองที่หน่วยทดลองตอบแคปซูลข้อความผิดในสองกรณีนี้ ผู้วิจัยอนุมานให้ตอบได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อหน่วยทดลองตอบได้ครบทุกตัวไม่ขาดไม่เกิน เพราะถือว่าหน่วยทดลองเข้าใจอักษรในแคปซูลข้อความ

สำหรับข้อเสนอแนะในการศึกษาเรื่องนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยในอนาคตควรศึกษาถึงค่าของระยะห่างระหว่างอักษร และจำนวนอักษร โดยอาศัยช่วงข้อมูลที่ผู้วิจัยศึกษานามาเปรียบเทียบกับอัตราการเรียนรู้ความเป็นมนุษย์ค่าปกติจนถึงค่าวิกฤตค่าหนึ่งที่ต่ำลงอย่างรวดเร็วและกำหนดให้ Step size มีนัยสำคัญ เพื่อให้ผลวิจัยสามารถระบุค่าในช่วงที่ยอมรับได้ และสามารถนำไปใช้งานได้จริงในการออกแบบแคปซูลข้อความ และอีกประเด็นที่น่าสนใจคือ การศึกษาถึงอิทธิพลร่วมของการปีระยะห่างระหว่างอักษรจนติดติดกันกับการยกตำแหน่งอักษรขึ้นลงสลับกันในลักษณะคลื่นของแคปซูลข้อความ ที่อาจส่งผลให้อัตราการเรียนรู้ความเป็นมนุษย์เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นการออกแบบที่ช่วยป้องกันการโจมตีของบอตได้อีกด้วย (Bursztein et al., 2011; Ahmad et al., 2011)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตปริญญาโท จากบัณฑิตวิทยาลัย แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วาณิชยบัญชา. (2553). *สถิติสำหรับงานวิจัย*. (5th ed.). กรุงเทพมหานคร: ธรรมสาร.
- กำธร สถิรกุล. (2515). *หนังสือและการพิมพ์*. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นวลจันทร์ เสมอจันทร์. (2539). *การศึกษาขนาดของตัวอักษรสลับพื้นที่ที่เหมาะสมบนจอฉาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย), ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนีรัตน์ ขาติรังสรรค์. (2555). *ผลของแบบอักษร การหมุนเอียง จำนวนอักษร และชุดอักขระต่ออัตราการเรียนรู้ ความเป็นมนุษย์ และอัตราความทนทานของแคปซูลข้อความ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย), ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์ประสานการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบคอมพิวเตอร์ประเทศไทย. (2556). *THAILAND COMPUTER EMERGENCY RESPONSE TEAM ANNUAL REPORT (2nded.)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์.
- สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. (2556). *รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยปี 2556 (1st ed.)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์.
- สุทธิเกียรติ มีลาภ. (2557). การสำรวจระบบแคปซูลข้อความ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 22(1), 115-129.

- Ahmad, A. S. E., Yan, J., & Tayara, M. (2011). *The robustness of Google CAPTCHA's*. UK: Computing Science, Newcastle University.
- Ahn, L. V., Blum, M., & Langford, J. (2004). Telling humans and computers apart automatically. *Communications of the ACM*, 47(2), 56-60. doi: 10.1145/966389.966390
- Bernard, M. L., Chaparro, B. S., Mills, M. M., & Halcomb, C. G. (2003). Comparing the effects of text size and format on the readability of computer-displayed Times New Roman and Arial text. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(6), 823-835. doi: 10.1016/S1071-5819(03)00121-6
- Bursztein, E., Beauxis, R., Paskov, H., Perito, D., Fabry, C., & Mitchell, J. (2011). The failure of noise-based non-continuous audio captchas. *Paper presented at the Proceedings of the 2011 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*, Berkeley, CA. <http://dx.doi.org/10.1109/SP.2011.14>
- Cabibi, J. F. J. (1973). *Copy Preparation for Printing*. New York, USA: McGraw-Hill
- Chellapilla, K., Larson, K., Simard, P., & Czerwinski, M. (2005). Designing Human Friendly Human Interaction Proofs (HIPs). *Paper presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '05)*, New York, NY, USA. <http://dx.doi.org/10.1145/1054972.1055070>
- Google Inc. (2556). *คำค้นดาวรุ่งพุ่งแรงประจำปี*. Retrieved 28 พฤศจิกายน 2557, from <http://www.google.com/trends/topcharts?date=2013#vm=trendingchart&cid=zg1661&geo=TH&date=2013&cat>
- Imsamai, M., & Phimoltares, S. (2010). 3D CAPTCHA A Next Generation of the CAPTCHA. *Paper presented at the Proceedings of the 2010 International Conference on Information Science and Applications (ICISA)*, Seoul. <http://dx.doi.org/10.1109/ICISA.2010.5480258>
- Kingery, D., & Furuta, R. (1997). Skimming electronic newspaper headlines: a study of typeface, point sizes, screen resolution, and monitor size. *Information Processing and Management: an International Journal - Special issue on electronic news*, 33(5), 685-696. doi: 10.1016/S0306-4573(97)00025-3
- Ling, J., & Schaik, P. V. (2002). The effect of text and background colour on visual search of Web pages. *Displays*, 23(5), 223-230. doi: 10.1016/S0141-9382(02)00041-0
- Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *The Psychological Review*, 63(2), 81-97. doi: 10.1037/h0043158
- Nielsen, J. (2012). *Quantitative Studies: How Many Users to Test?*. Retrieved 2014, December 1, from <http://www.nngroup.com/articles/quantitative-studies-how-many-users/>

- Rice, S. V., Kanai, J., & Nartker, T. A. (1993). An Evaluation of OCR Accuracy Technical Report ISRI TR-93-01 (pp. 9-34). Las Vegas, USA: University of Nevada.
- Shirali-Shahreza, M. H., & Shirali-Shahreza, M. (2007). Multilingual CAPTCHA. Paper presented at the Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Computational Cybernetics (ICCC 2007), Gammarth, Tunisia.
<http://dx.doi.org/10.1109/ICCCYB.2007.4402026>
- Taghva, K., Borsack, J., & Condit, A. (1996). Evaluation of Model-Based Retrieval Effectiveness with OCR Text. *ACM Transactions on Information Systems*, 14(1), 64-93. doi: 10.1145/214174.214180
- Tinker, M. A., & Paterson, D. G. (1931). Studies of typographical factors influencing speed of reading: VII. Variations in color of print and background. *Journal of Applied Psychology*, 15, 471-479. doi: 10.1037/h0076001
- Yan, J., & Ahmad, A. S. E. (2008). Usability of CAPTCHAs Or usability issues in CAPTCHA design. Paper presented at the Proceedings of the 4th symposium on Usable privacy and security (SOUPS '08), New York, NY, USA. <http://dx.doi.org/10.1145/1408664.1408671>

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวัดความคล้ายสำหรับการจัดกลุ่มข้อความภาษาไทย บนสื่อสังคมออนไลน์ด้วยวิธีการเคมีน

A COMPARISON OF SIMILARITY MEASURES FOR ONLINE SOCIAL MEDIA THAI TEXTS CLUSTERING USING K-MEANS

สุพัตรา วิริยะวิสุทธิสกุล, ปริญญา สงวนสัตย์, ดัชกรณ ตันเจริญ และพิสิษฐ์ ชาญเกียรติทอง
Supatta Viriyavisuthisakul, Parinya Sanguansat, Datchakorn Tancharoen
and Pisit Charnkeitkong

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management
E-mail: {supattavir, parinyasan, datchakorntan, pisitcha}@pim.ac.th

ชูชาติ หฤไชยะศักดิ์

Choochart Haruechaiyasak

ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีเสียง, ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
Speech and Audio Technology Laboratory, National Electronics and Computer Technology Center
E-mail: choochart.haruechaiyasak@nectec.or.th

บทคัดย่อ

สื่อสังคมออนไลน์เป็นช่องทางที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารที่แพร่หลายแลกเปลี่ยนแบ่งปันข้อมูลเรื่องที่สนใจ ทำให้อัตราการเติบโตของกลุ่มผู้ใช้งานมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากผู้คนใช้ช่องทางนี้ในการรับรู้ข่าวสารทำให้เกิดช่องทางการสื่อสารมากมายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ สำหรับบทความวิจัยนี้จะนำเสนอการเปรียบเทียบการวัดความคล้ายของข้อความภาษาไทยบนสื่อสังคมออนไลน์ ที่มาจากการตั้งกระทู้และแสดงความคิดเห็น โดยใช้การจัดกลุ่มด้วยขั้นตอนวิธี K-means ด้วยฟังก์ชันระยะทางที่เป็นที่นิยมในการจัดกลุ่มข้อมูลจำนวน 10 ระยะทาง ซึ่งจะทดสอบกับข้อมูลภาษาไทยจากเว็บบอร์ด โดยจะมีการสกัดคุณลักษณะและเปรียบเทียบผลการจัดกลุ่มที่ใกล้เคียงกับผลการจัดกลุ่มโดยผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด

ABSTRACT

Social media is the collective of online communicates channels dedicated to interactive, content-sharing and collaboration. Grow rate of users increase continuously, because they use this channel to receive information and share something interesting. In this paper, we will present a comparison similarity of Thai language on social media. We use unsupervised learning K-Means Clustering method with the ten distance functions. The experimentation is conducted on social media database for feature extraction and compared the most efficiency with human experts.

Keywords: Similarity measure, K-mean, Clustering, Thai Text, Social Media

บทนำ

ปัจจุบันเกิดการขยายตัวของสื่อสังคมออนไลน์ขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นยุคที่ผู้ใช้เป็นผู้สร้างข้อมูลขึ้นเพื่อแลกเปลี่ยนทัศนคติ ประสพการณ์ หรือเรื่องราวข่าวสาร[1] เกิดเป็นสังคมขนาดใหญ่ที่มีผู้คนเข้ามาแบ่งปันข้อมูลกัน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะมีประโยชน์ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันทำให้การรับรู้ข่าวสารเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม จากที่เคยเป็นผู้รับสารจากช่องทางสื่อยุคเก่า ก็สามารถรับรู้ข่าวสารได้บนสื่อสังคมออนไลน์ ที่มีข้อมูลมากและหลากหลายแหล่ง โดยเราสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการวิเคราะห์ เช่น Amazon.com, Netflix และ Last.fm ใช้เทคนิค Collaborative Filtering (CF)[2] ซึ่งเป็นระบบการนำเสนอกลุ่มข้อมูลสินค้าที่ลูกค้าน่าจะสนใจจัดอยู่ในประเภทเดียวกัน โดยวิธีการวัดความคล้ายของข้อมูลจากข้อมูลเริ่มต้นที่ผู้ใช้เลือกและได้รับความนิยมในเรื่องการส่งเสริมการขาย บริการลูกค้า ถึงแม้ว่าระบบ CF จะสามารถทำงานได้อย่างดี แต่ก็ยังพบว่ามีข้อจำกัดอยู่มาก เนื่องจากระบบ CF จะไม่สามารถกำหนดค่าของข้อมูลที่ลูกค้าน่าจะสนใจได้ ส่งผลให้ในส่วนของคำแนะนำของระบบมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นจึงเกิดการตั้งสมมติฐานที่ว่า ถ้าหากผู้ใช้สามารถกำหนดกลุ่มข้อมูลที่สนใจได้ด้วยตัวเองระบบ CF มีความแม่นยำมากขึ้น เพื่อพิสูจน์สมมติฐานนี้ จึงได้มีการพัฒนาระบบ CiteULike[3]ขึ้น โดยมีรูปแบบการทำงานที่ผู้ใช้สามารถกำหนดกลุ่มข้อมูลที่สนใจคล้ายๆ กันได้ โดยจะวัดความคล้ายจากการแบ่งปัน (Share) และการจัดหมวดหมู่ (Tags) ผลการวิจัยนี้สามารถพิสูจน์สมมติฐานในแง่ของการเชื่อมโยงข้อมูลที่คล้ายกันระหว่างผู้ใช้แบบทางตรงและทางอ้อมในขณะที่ผลการวิจัยจากGoogle ได้ทำการวัดความคล้ายโดยนำเสนอเปรียบเทียบการวัดระยะทางของข้อมูล 6 แบบเพื่อแนะนำกลุ่มที่เหมาะสมกับผู้ใช้ใน Orkut Social Network[4] ซึ่งเป็นบริการของ Google เองโดยผลของการวิจัยสรุปว่า ฟังก์ชันการวัดความคล้ายที่ได้ประสิทธิภาพมากที่สุดคือ L2-Norm (Euclidean Distance) แต่แตกต่างกับผลการวิจัยของ Killian Q., John Blitzer และLawrence K. ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างระยะทางแบบEuclidean distance และระยะทางแบบMahalanobis ในการเรียนรู้ของเครื่อง(Machine Learning) พบว่า การใช้ k-NN ร่วมกับระยะทางแบบMahalanobis ให้ประสิทธิภาพมากกว่า Euclidean โดยพิจารณาจากอัตราผิดพลาด (Error Rate) ผลการทดสอบการแบ่งกลุ่มคำ (Text Classification) ของข่าว 20 กลุ่มข่าว แต่ละกลุ่มข่าวมี 1,000 บทความ กำหนดให้มีชุดข้อมูลฝึกฝน (Training Data Set) 70% และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Set) 30% พบว่า ค่าความผิดพลาดกับชุดข้อมูลทดสอบของ k-NN กับระยะทางแบบ Euclideanอยู่ที่ 17.6% ในขณะที่ k-NN กับระยะทางแบบ Mahalanobis อยู่ที่ 13.4% โดยการทดสอบค่าความผิดพลาดนั้นใช้วิธีการ Linear Kernel[5]

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระยะทางแต่ละตัว เพื่อหาข้อดีและข้อเสีย เพื่อสะดวกต่อการนำระยะทางที่แตกต่างกันไปให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท ซึ่งได้วิธีการทดสอบด้วยระยะทาง 7 แบบ ได้แก่ Euclidean, Mahalanobis, Bit-Vector, Hamming, Jaccard, Cosine และDice ซึ่งในประสิทธิภาพด้านการทำเหมืองข้อมูล พบว่าระยะทางแบบ Cosine เหมาะสมที่สุด แต่ถ้าหากเป็นด้านการจัดกลุ่มเอกสารระยะทางแบบ Jaccard จะเหมาะสมที่สุด[6] ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยด้านการวัดความคล้ายการแบ่งเอกสาร (Text Document Clustering) ได้ทดสอบข้อมูลหลากหลายประเภทเช่น กลุ่มข่าว, กลุ่มผลงานวิจัย และกลุ่มหน้าเว็บ โดยใช้วิธีการ K-means ร่วมกับระยะทาง 5 แบบ ได้แก่ Euclidean, Cosine, Jaccard, Pearson Correlative และ Kullback-Leibler Divergence ผลการวิจัยรายงานว่า ในส่วนของการวัดความเชื่อมโยงภายใน

กลุ่มระยะทางแบบ Jaccard ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด[7] แต่ในการวัดการกระจายตัวของกลุ่มระยะทางแบบ Pearson Correlative ให้ประสิทธิภาพดีกว่า

นอกจากงานจำแนกประเภทเอกสารแล้ว การวัดระยะทางถูกนำไปใช้กับงานอื่น ๆ เช่น งานด้านการตรวจจับการบุกรุกระบบเครือข่าย มีการใช้ระยะทางในการวัดความคล้ายรูปแบบการโจมตีร่วมกับวิธีการk-NN ทดสอบกับฐานข้อมูล DARPA-1998 ระยะทางที่ใช้เปรียบเทียบ 4 แบบ ได้แก่ Liao-vemuri scheme, Binary weighted cosine scheme, BTWC scheme และ Binary Tanimoto scheme ซึ่งผลการวิจัยสรุปว่า Binary Tanimoto scheme ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีความผิดพลาดเพียง 3.7% [8]จากทั้งหมด ระยะทาง Roger-Tanimoto ยังถูกใช้ในการเปรียบเทียบในงานวิจัยที่ต้องการค้นหาระยะทางที่ใช้งานกับ Binary Vector ได้ดีที่สุด สำหรับการจดจำลายมือ โดยทำการทดสอบ 8 ระยะทาง ได้แก่ Jaccard, Dice, Correlation, Yule, Russell-Rao, Sokal-Michener, Roger-Tanimoto และ Kulzinski กับชุดข้อมูลทั้งหมด 2,826 ชุดจากผู้เขียน 942 คน โดยกำหนดให้แต่ละคนเขียนชุดข้อมูลคนละสามชุด จากนั้นทำการแบ่งชุดทดสอบ(Testing Set) โดยการสุ่มเลือกผู้เขียน 900 คน จากทั้งหมด แต่คัดเลือกข้อมูลขึ้นมาหนึ่งชุดจากสามชุดของแต่ละคน ส่วนข้อมูลที่เหลือจะกำหนดให้เป็นชุดข้อมูลเรียนรู้ (Training Set) ซึ่งจะเหลือข้อมูล 1926 ชุดจากผู้เขียนทั้งหมด 946 คน ผลวิจัยสรุปได้ว่า เมื่อกำหนดค่าบีตา(Beta) เท่ากับ 0 แล้ว ระยะทาง Roger-Tanimoto ให้ประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีความถูกต้อง 92.11% ในขณะที่ระยะทางแบบ Jaccard, Dice, Correlation และ Yule ให้ผลลัพธ์อยู่ที่ 91% ถึง 91.5% และเมื่อค่าบีตาเท่ากับ 0.45 ระยะทางแบบ Sokal-Michener ให้ประสิทธิภาพดีที่สุดอยู่ที่ 89.22% [9].

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาทำให้สามารถกำหนดระยะทางที่จะใช้ในการทดสอบการจำแนกกลุ่มข้อความภาษาไทยเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการจัดกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด โดยได้ทำการคัดเลือก 10 ระยะทางที่ถูกประยุกต์ใช้ในงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นในบทความนี้มีกระบวนการจัดกลุ่มข้อความภาษาไทยโดยเริ่มจากการตัดคำ (Tokenization) และตัดคำหยุด (Stopword) หรือคำที่ไม่มีความหมายออกไป จากนั้นแทนค่าน้ำหนักของคำด้วยความถี่ด้วยวิธีการให้น้ำหนักแบบ Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) จากนั้นทำการจัดกลุ่มด้วยขั้นตอนวิธี K-means ด้วยระยะทางแบบต่าง ๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการแบ่งกลุ่มและการตรวจสอบความถูกต้องเปรียบเทียบกับการจัดกลุ่มจากผู้เชี่ยวชาญ

วิธีดำเนินการวิจัย

การสกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction)

การสกัดคุณลักษณะเป็นการสกัดนัยสำคัญของข้อมูลออกมาในรูปแบบที่เหมาะสมในการประมวลผลเช่น การวัดความคล้าย (Similarity Measurement) การจัดกลุ่ม (Clustering) หรือการจำแนกประเภท (Classification) เป็นต้นสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ข้อมูลที่มีอยู่ในลักษณะอักขรข้อความภาษาไทย เพื่อให้สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ จึงแปลงข้อมูลเป็นเชิงตัวเลขด้วยวิธีการใช้ความถี่โดยอาศัยวิธีการสกัดคุณลักษณะของข้อความภาษาไทยที่ปรากฏบนสื่อสังคมออนไลน์ สามารถเลือกใช้วิธีการสกัดด้วยความถ่วงน้ำหนัก (Term weighting) ความถี่คำ (Term Frequency) แบบ TF-IDF[10] (Term Frequency-Inverse Document Frequency) วิธีการ TF-IDF ที่สามารถใช้ให้เห็นถึงน้ำหนักของคำที่มีความสำคัญในคลังข้อมูล และวิธีการนี้ยังถูกนำมาใช้ในการทำ Text-mining โดยค่า TF (Term Frequency) จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคำที่ปรากฏในเอกสาร [10]โดยจะแทนค่าด้วยเวกเตอร์ $t = (t_1, t_2 + \dots + t_n)$ กำหนดให้ t ทุกตัวคือ คำ (Term) ที่ปรากฏในเอกสารที่ไม่ซ้ำ

กัน ส่วน d จะแทนเวกเตอร์น้ำหนักของคำที่เลือกแต่ IDF (Inverse Document Frequency) เกิดจากแนวคิดที่ต้องการลดน้ำหนักของคำที่ปรากฏมากในหลายเอกสาร จะเป็นตัวถ่วงน้ำหนักของคำที่มีความถี่ที่สูงมากใน TF แต่ไม่มีนัยสำคัญเพื่อดึงคำที่มีการปรากฏน้อยกว่าขึ้นมา ทำให้การวัดค่าความแตกต่างดีขึ้นการคำนวณ TF มีลักษณะดังสมการที่ (1.1)

$$tf(t, d) = \frac{f(t, d)}{\max \{f(w, d) : w \in d\}} \quad (0.1)$$

f (Frequency) คือ ความถี่ของคำที่พบในเอกสาร, t (Term) คือ คำที่ปรากฏในเอกสารและ d (Document) คือ เอกสารทั้งหมดส่วนการคำนวณ idf มีลักษณะดังสมการที่ (1.2)

$$idf(t, d) = \log \frac{N}{|\{d \in D : t \in d\}|} \quad (0.2)$$

N คือ จำนวนทั้งหมดของเอกสารในคลังข้อมูลและ $|\{d \in D : t \in d\}|$ คือ จำนวนของเอกสารที่ T (Term) ปรากฏ ซึ่ง T ต้องไม่เท่ากับ 0 แต่ถ้าหาก T ไม่ปรากฏในคลังเอกสาร วิธีการนี้จะถูกทำให้ต้องหารด้วยศูนย์ ดังนั้นจะมีการปรับเศษ คือ $1 + |\{d \in D : t \in d\}|$ สำหรับการคำนวณ TF-IDF จะต้องนำค่ามาคูณกัน [11]ดังสมการ (1.3) ต่อไปนี้

$$tfidf(t, d, D) = tf(t, d) \times idf(t, D) \quad (0.3)$$

เมื่อได้รับชุดข้อมูลเริ่มต้นภาษาไทยที่ผ่านกระบวนการตัดคำ (Tokenization) และลบคำที่ไม่มีความหมาย หรือ คำหยุด (Stop word) ออกจากนั้นจะทำการกำหนดค่า TF-IDF (Term frequency-Inverse term frequency) เป็นการนับคำที่ปรากฏในเอกสาร เมื่อพบจะใส่ความถี่เพื่อให้น้ำหนักโดยจะคัดเลือกคำที่มีความสำคัญซึ่งมักจะเป็นคำนามและคำกริยา มากำหนดเป็นชื่อของแต่ละแอตทริบิวต์ จากนั้นจะทำการพิจารณาข้อมูลที่มีทั้งหมด เพื่อวัดความถี่ของคำแต่ละคำที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นการหาค่าของ Term Frequency แต่ในความเป็นจริงข้อมูลมีมากในการวัดความถี่เพื่อหาน้ำหนักของคำอาจจะไม่สามารถหานัยสำคัญได้ ดังนั้นการหาค่า IDF จะเป็นการถ่วงน้ำหนักความถี่ที่มากของคำบางคำให้สมดุลและจำแนกได้

ตารางที่ 1: ชุดตัวอย่างข้อความภาษาไทย

ชุดข้อมูลที่	เนื้อหาข่าว
1	เบาะหวี เจ้าของคิตตี้รีสอร์ททยอมรับผิดชอบ หลังลูกค้าโพสต์ไว้อาลัย[12]
2	เบาะหวี เจ้าของรีสอร์ท ยืนยันไม่ได้ละเมิดลิขสิทธิ์ชานรีโอ[13]
3	เจ้าของคิตตี้รีสอร์ทแจง โดนคู่แข่งโจมตีและเอาคิตตี้มาใช้ไม่ผิดลิขสิทธิ์[14]

จากชุดตัวอย่างข้อความภาษาไทยสามารถให้ค่าน้ำหนักของคำได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แสดงการให้น้ำหนักของคำตามความถี่ (Term Frequency)

ชุดข้อมูล	เจ้าของ	คิตตี้	รีสอร์ท	เบาะหวี	ละเมิด/ผิด	ลิขสิทธิ์	ชานรีโอ
1	1	1	1	1	0	0	0
2	1	0	1	1	1	1	1
3	1	2	1	0	1	1	0

จากนั้นทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured data) แล้ว สามารถเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละชุดได้ จากการกระจายทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลเริ่มต้นที่ใช้ หากมีจำนวนมากพอความแม่นยำจะสูงในกลุ่มคำบางคำนั้นปรากฏอยู่จำนวนมากทำให้มีความถี่สูงและเด่นมาก และทำให้คำอื่นๆ ถูกลดความน่าสนใจ เพราะน้ำหนักของคำถูกถ่วงไว้ที่กลุ่มคำๆ เดียว ดังตัวอย่างด้านบนจะพบว่า คำว่า เจ้าของ ปรากฏอยู่ในทุกๆ ข้อมูล มีความถี่สูง หากพิจารณาเพียงคำเดียวก็ไม่อาจทราบความถี่ทั้งหมดที่แท้จริงได้ จึงต้องมีการแปลงน้ำหนักของคำให้เท่าเทียมกัน ดังนั้นเพื่อให้ปรากฏข้อมูลความถี่ของคำแบบมีนัยสำคัญจำเป็นที่จะต้องทำการผันกลับความถี่เอกสาร (Inverse Document Frequency) ตามสมการที่ (1.2)

ตารางที่ 3: แสดงน้ำหนักของคำหลังจากการผันกลับความถี่ (Inverse Document Frequency)

ชุดข้อมูล	เจ้าของ	คิดดี	รีสอร์ท	เบาหวิว	ละเมียด/ผิต	ลิขสิทธิ์	ซานริโอ
1	0	0	0	0.1760	0	0	0
2	0	0	0	0.1760	0.1760	0.1760	0.4771
3	0	0	0	0	0.1760	0.1760	0.4771

จากตารางที่ 3 จะแสดงค่าน้ำหนักคำจากการผันกลับความถี่คำในเอกสาร หลังจากนั้นจะเป็นการคำนวณเพื่อหาค่า TF-IDF ซึ่งจะเป็นไปตามสมการที่ 1.3 โดยจะนำค่า TF และ IDF มาคูณกันเพื่อถ่วงค่าน้ำหนักของคำให้สมดุลมากขึ้น ดังจะปรากฏตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4: แสดงน้ำหนักของคำหลังจากกระบวนการ TF-IDF

ชุดข้อมูล	เจ้าของ	คิดดี	รีสอร์ท	เบาหวิว	ละเมียด/ผิต	ลิขสิทธิ์	ซานริโอ
1	0	0.352	0	0.352	0	0	0
2	0	0	0	0.352	0.352	0.352	0.4771
3	0	0.352	0	0	0.352	0.352	0

จากตารางที่ 4 จะสังเกตได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 1 แล้ว ค่าความถี่มีการผันกลับเป็นอย่างมาก เช่น คำที่มีค่าน้ำหนักเป็น 1 ในตารางที่ 1 เมื่อผ่านกระบวนการ TF-IDFแล้วกลับมากำเป็น 0 ในตารางที่ 4 ส่วนค่าที่เป็น 0 ในตารางที่ 1 กลับมีค่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นจากเดิม ตามสัดส่วนของคำที่ปรากฏในเอกสาร ซึ่งยิ่งปรากฏน้อยก็ยิ่งมีค่าน้ำหนักเพิ่ม

การวัดระยะทาง Distance Measurement

การวัดระยะทางจะใช้ฟังก์ชันในการวัดค่าระหว่าง 2 จุดเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ สำหรับงานวิจัยขั้นนี้ได้้นำการวัดระยะทางเพื่อหาความคล้ายซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ข้อมูล กล่าวคือ สามารถประยุกต์ใช้การวัดระยะทางได้กับกระบวนการเรียนรู้ของเครื่องได้ ในกรณีที่ใช้การแบ่งกลุ่ม (Clustering) เช่น k-Mean อาจเพื่อวัดระยะทางตรวจสอบค่าความผิดปกติ หรือการจัดกลุ่ม (Classification) [15]เช่น kNN, SVM เป็นต้น และรวมไปถึงงานที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลอื่นๆ

ระยะทางแบบ Euclidean

ระยะทางปกติระหว่างจุดสองจุดที่สั้นที่สุดในแนวเส้นตรงซึ่งมีที่มาจากทฤษฎีบทพีทาโกรัส การวัดระยะทางในปริภูมิแบบEuclideanและการใช้สูตรนี้วัดระยะทางทำให้กลายเป็นปริภูมิอิงระยะทางค่าประจำ (Norm)[16]ระยะทางแบบEuclideanมักถูกใช้ในกระบวนการเรียนรู้ของเครื่องทุกแบบ เนื่องจากสมการมีการลบกันของคู่อันดับแต่ละคู่ ทำให้การแสดงผลข้อมูลปกติได้อย่างถูกต้องจึงได้รับความนิยม [17] โดยสมการระยะทางแบบ Euclideanดังสมการที่ (1.4)

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (u_i - v_i)^2} \quad (0.4)$$

ระยะทางแบบ Cosine

ระยะทางแบบ Cosine ใช้ในการหาความคล้ายคลึงกันระหว่าง 2 เวกเตอร์ ของผลคูณภายใน (Inner Product Space) การคำนวณระยะทางแบบนี้คือ การคำนวณโคไซน์ (Cos) ของผลคูณจุด (Dot Product) กับขนาด (Magnitude) และหารด้วยสมการของระยะทางแบบEuclidean โดยมีรูปแบบดังสมการที่ (1.5)

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n u_i v_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (u_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_i)^2}} \quad (0.5)$$

หากผลลัพธ์การคำนวณมีค่าอยู่ในช่วง -1 หมายความว่าเวกเตอร์มีลักษณะที่ตรงข้ามกัน แต่หากผลลัพธ์มีค่า 1 หมายความว่า เวกเตอร์มีความคล้ายกัน และหากผลลัพธ์มีค่า 0 หมายความว่า เวกเตอร์มีความเป็นอิสระ

ระยะทางแบบ Correlation

ระยะทางแบบ Correlation Distance มีเรียกชื่อเรียกว่า Linear Correlation Coefficient หรือ Pearson Correlation Coefficientเป็นระยะทางที่มีลักษณะระยะทางเชิงมุม (Angular Separation) ซึ่งระยะทางนี้จะวัดความคล้ายมากกว่าการวัดความแตกต่าง โดยค่าที่ได้จากระยะทางแบบนี้จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยมีรูปแบบดังสมการที่ (1.6) นี้

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})(v_i - \bar{v})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}} \quad (0.6)$$

รูปแบบสมการของระยะทาง Correlation เปลี่ยนแปลงมาจากระยะทางแบบ Cosine ซึ่งในระยะทางแบบ Cosine จะมีการเลื่อนของเวกเตอร์ไม่คงที่ ถ้าหากเวกเตอร์ x เลื่อนมาที่ x+1ระยะทางก็จะเปลี่ยนเป็นระยะทางแบบ Correlation

ระยะทางแบบ Chebyshev

ระยะทางแบบ Chebyshev หรือที่เรียกว่า Maximum Value distance มีรูปแบบดังสมการที่ (1.7)

$$d = \max_k |u_i - v_i| \quad (0.7)$$

ระยะทางแบบ Dice

รูปแบบระยะทางนี้จะนิยามเวกเตอร์ในรูปแบบของบิต 0 ให้มีค่าเท่ากับ Fault และ 1 มีค่าเท่ากับ True โดยกำหนดค่าในลักษณะดังต่อไปนี้

$$C_{ij} : u[k] = i, v[k] = j; k < n \quad (0.8)$$

$$S = C_{FF} + C_{TT} \quad (0.9)$$

ดังนั้น $C_{TT} = N11$, $C_{TF} = N10$, $C_{FT} = N01$ และ $C_{FF} = N00$

ระยะทางแบบ Dice มีความคล้ายคลึงกับระยะทางแบบ Jaccard โดยมีรูปแบบดังสมการที่ (1.10)

$$d = \frac{C_{TF} + C_{FT}}{2C_{TT} + C_{FT} + C_{TF}} \quad (0.10)$$

โดยหากค่าข้อมูลเป็น 0 หมายความว่าไม่มีการซ้อนทับกันของข้อมูล และหากค่าข้อมูลเป็น 1 หมายความว่ามีการซ้อนทับกันของข้อมูล

ระยะทางแบบ Rogers-Tanimoto

ระยะทางแบบ Roger-Tanimoto มีรูปแบบดังสมการที่ (1.11) โดยระยะทางนี้จะมัลักษณะที่ใกล้เคียงกับระยะทางแบบ Dice ที่ด้านบน

$$d = \frac{R}{C_{TT} + C_{FF} + R} \quad (0.11)$$

ระยะทางแบบ Sokal-Michener

ระยะทางแบบ Sokal-Michener จะมีรูปแบบคล้ายคลึงกับ Roger-Tanimoto แต่มีการเพิ่มองค์ประกอบของตัวแปรในสมการ กำหนดให้ $S = C_{FF} + C_{TT}$ โดยมีรูปแบบดังสมการที่ (1.12)

$$d = \frac{R}{S + R} \quad (0.12)$$

ระยะทางแบบ Russell-Rao

ระยะทางแบบ Russell-Rao มีรูปแบบดังสมการที่ (1.13)

$$d = \frac{n - C_{TT}}{n} \quad (0.13)$$

ระยะทางแบบ Matching

ระยะทางแบบ Matching มีรูปแบบสมการที่ (1.14)

$$d = \frac{C_{TF} + C_{FT}}{n} \quad (0.14)$$

ระยะทางแบบ Yule

ระยะทางแบบ Yule มีรูปแบบใกล้เคียงกับระยะทางแบบ Roger-Tanimoto ดังสมการที่ (1.15)

$$d = \frac{R}{C_{TT} + C_{FF} + \frac{R}{2}} \quad (0.15)$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดสอบด้วยวิธีการ Unsupervised Learning โดยใช้ k-mean คู่กับระยะทางทั้ง 10 แบบ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการแบ่งคลัสเตอร์และความถูกต้องกับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้จัดกลุ่มข้อมูลภาษาไทยออกเป็น 4 กลุ่มซึ่งได้ทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลชุดเดียวกันนี้แล้ว โดยระยะทาง Roger-Tanimoto เป็นระยะทางแบบเดียวที่สามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลออกได้เป็น 4 คลัสเตอร์อย่างถูกต้องกับข้อมูลที่ผ่านกระบวนการ TF

มีประสิทธิภาพคือ 44.04% ในขณะที่ระยะทาง Yule กับข้อมูลที่ผ่านมากระบวนการ TF-IDF ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดคือ 45.32%

ตารางที่ 5: แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระยะทาง 10 แบบ

Distan ce	Tanim oto	Miche ner	Matchi ng	Yule	Correlat ion	Euclid ean	Chebys hev	Russell rao	Cosin e	Dice
TF	44.04 %	43.73 %	43.67 %	43.24 %	43.06%	42.14 %	42.14%	42.14%	41.83 %	41.22 %
TF-IDF	42.93 %	43.60 %	42.26 %	45.32 %	43.60%	40.97 %	41.16%	42.50%	44.09 %	41.46 %

สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวัดความคล้ายของจัดกลุ่มข้อความภาษาไทยบนสื่อสังคมออนไลน์ ด้วยการเรียนรู้ของเครื่องแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) โดยเลือกทดสอบระยะทางกับวิธีการเคมีน (K-Means) เปรียบเทียบค่าความถูกต้องกับการจัดกลุ่มโดยผู้เชี่ยวชาญ จากการทดสอบพบว่าระยะทางแบบ Rogers Tanimoto ให้ความถูกต้องในระดับหนึ่งกับข้อมูลที่ผ่านมากระบวนการ TF ในขณะที่ระยะทางแบบ Yule กับข้อมูลที่ผ่านมากระบวนการ TF-IDF ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุด ซึ่งระยะทางทั้งสอบบแบบมีสมการที่คล้ายคลึงกันมาก แต่แตกต่างกันที่ระยะทางแบบ Yule เพิ่มในตัวส่วนของสมการให้มีการหารด้วยสองส่งผลให้ตัวเลขสามารถคูณสองได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากรเพื่อการศึกษาและพัฒนา สำหรับภาคอุตสาหกรรม (NUI-RC) สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ผู้เขียนขอขอบคุณบริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) สำหรับทุนวิจัยสนับสนุนโครงการ และคุณสัณชัย บุรณ์เจริญ และทีมผู้เชี่ยวชาญ จากสำนักวิจัยและพัฒนาการตลาด บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด(มหาชน) ในการจัดเตรียมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- NextMEDIA, (2010). "Social Networks Overview: Curent Trends and Research Challenges,"
- B. Mehta, T. Hofmann & W. Nejdl. "Robust collaborative filtering" in *Proceedings of the 2007 ACM conference on Recommender systems - RecSys '07*, 2007, p. 49.
- D. H. Lee & P. Brusilovsky, "Social networks and interest similarity" in *Proceedings of the 21st ACM conference on Hypertext and hypermedia - HT '10*, 2010, p. 151.

- E. Spertus, M. Sahami & O. Buyukkokten. "Evaluating similarity measures" in *Proceeding of the eleventh ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery in data mining - KDD '05*, 2005, p. 678.
- J. B. & L. K. S. Kilian Q. Weinberger. "Distance Metric Learning for Large Margin Nearest Neighbor Classification". *Journal The Journal of Machine Learning Research*, 2009. Available: http://machinelearning.wustl.edu/mlpapers/paper_files/NIPS2005_265.pdf. [Accessed: 07-Feb-2015].
- S. G. Shraddha Pandit. "A COMPARATIVE STUDY ON DISTANCE MEASURING APPROACHES FOR CLUSTERING". *International Journal of Research in Computer Science eISSN 2249-8265 Vol.2 Issue 1*, 2011. Available: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.391.2881&rep=rep1&type=pdf>. [Accessed: 07-Feb-2015].
- A. Huang. "Similarity Measures for Text Document Clustering," *NZCSRC 2008*, 2008.
- A. Sharma. "Tanimoto Based Similarity Measure for Intrusion Detection System," *J. Inf. Secur.*, vol. 02, no. 04, pp. 195–201, Oct. 2011.
- B. Z. and S. N. Srihari. "Binary Vector Dissimilarity Measures for Handwriting Identification," *Proceeding of SPIE-IS&T Electronic Image*, 2003.
- J. D. Rajaraman & A. Ullman. "Data Mining," *Mining of Massive Datasets*, 2011.
- S. Robertson. "Understanding inverse document frequency: on theoretical arguments for IDF" *J. Doc.*, vol. 60, no. 5, pp. 503–520, Oct. 2004.
- "News Sanook". Available: <http://news.sanook.com/1726273/>. [Accessed: 06-Jan-2015].
- "News Kapook". Available: <http://travel.kapook.com/view108471.html?p=2>. [Accessed: 21-Feb-2015].
- "New Manager". Available: <http://www.manager.co.th/Politics/ViewNews.aspx?NewsID=9580000000724>. [Accessed: 21-Feb-2015].
- V. K. Shyam Boriah, Varun Chandola, "Similarity Measures for Categorical Data: A Comparative Evaluation," *Proceedings of the eighth SIAM International Conference on Data Mining*, 2008.
- E. Deza and M. M. Deza, *Encyclopedia of Distances*. Springer, 2009.
- R. B. P. and A. S. I. Prasad T. V., "Gene Expression Data Analysis Suite (GEDAS)," 2004.

การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องการเรียนรู้เท่าทันไอที

THE DEVELOPMENT OF E-LEARNING SYSTEM FOR INFORMATION TECHNOLOGY LITERACY

พงศธร กองโคกกรวด^{1*}, ชุตินา อุตมะมณี²

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

*chutima.ut@gmail.com

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของคนค่อนข้างสูง ดังนั้น การเรียนรู้การใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต เปรียบเสมือนการเชื่อมต่อให้บุคคลหรือองค์กร ให้สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางในการติดต่อกันและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ในวงการด้านการศึกษา เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีเครือข่าย และเทคโนโลยีด้านการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทในด้านการศึกษาเป็นอย่างมาก ซึ่งได้มีการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยเสริมในการจัดการเรียนการสอนที่เรียกว่า อีเลิร์นนิง (E-Learning)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมองเห็นช่องทางที่จะช่วยส่งเสริม และพัฒนา ความรู้ด้านไอที (Information Technology: IT) เพื่อให้รู้เท่าทันเหตุการณ์และปัญหาด้านไอที ที่เกิดขึ้นในสังคมปัจจุบัน โดยการสร้างระบบการเรียนการสอนออนไลน์เรื่องการเรียนรู้เท่าทันไอที โดยได้จัดทำขึ้นด้วยโปรแกรมมูเดิ้ล (Moodle) เพื่อเป็นความรู้และแนวทางในการปฏิบัติ การรู้เท่าทันด้านไอทีในยุคและสังคมปัจจุบัน เนื่องจากโปรแกรมมูเดิ้ล เป็นระบบบริหารจัดการเรียนรู้ (Learning Management System) ที่ได้รับความนิยม และมีฟังก์ชันเสริมที่เหมาะสมแก่การสร้างบทเรียนออนไลน์ที่ใช้ในสถานศึกษา ทั้งนี้ มีการพัฒนาเนื้อหาการเรียนรู้ในรูปแบบของสื่อประสม เช่น รูปภาพ วิดีโอเสียง แอนิเมชันสองมิติ พร้อมทั้งมีแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

จากผลการสำรวจความพึงพอใจในการใช้สื่อการเรียนการสอนเรื่องการเรียนรู้เท่าทันไอที ที่จัดทำขึ้นในระบบ E-Learning นั้น ผลการประเมินจากนักศึกษาสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ 40 คน และจากผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ผลการวิจัยพบว่า

1. ภาพรวมผู้เรียน มีความพึงพอใจด้านความเหมาะสมของเนื้อหามากที่สุด ($\bar{X}=4.05$, S.D.=0.068) แยกในประเด็นความพึงพอใจของผู้เรียนในแต่ละด้าน ดังนี้
 - 1) ด้านความเหมาะสมของเนื้อหาพบว่ามีความพึงพอใจในตัวอักษรชัดเจนอ่านได้ง่ายสูงที่สุด ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.578)
 - 2) ด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อ พบว่า มีความพึงพอใจในความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรสูงที่สุด ($\bar{X}=4.15$, S.D.=0.638)
2. ภาพรวมผู้เชี่ยวชาญ มีระดับความพึงพอใจด้านแบบฝึกหัดมากที่สุด ($\bar{X}=3.88$, S.D.=0.144) แยกในประเด็นการประเมินของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน ดังนี้
 - 1) ผลการประเมินด้านเนื้อหา พบว่า มีระดับความคิดเห็นในการยกตัวอย่างเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนสูงที่สุด ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.816)
 - 2) ผลการประเมินด้านแบบฝึกหัด พบว่า มีระดับความคิดเห็นในการแบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหา และแบบฝึกหัดช่วยให้มีความรู้ในเนื้อหาเพิ่มมากขึ้นสูงที่สุด ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.816)

3) ผลการประเมินด้านการออกแบบเนื้อหา พบว่า มีระดับความคิดเห็นในความเพียงพอของสารสนเทศเบื้องต้นสูงสุด ($\bar{X}=3.75$, S.D.=1.258)

4) ผลการประเมินด้านโสตทัศนูปกรณ์ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในโสตทัศนูปกรณ์สูงสุด ($\bar{X}=3.75$, S.D.=0.957)

คำสำคัญ : อีเลิร์นนิง เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ไอที

ABSTRACT

Information Technology Literacy plays an important role in the present day. Therefore, the knowledge regarding computer and internet can be compared as a connection between organization and individual. The internet is being used as a communication channel as well as a way for quick learning. Referring to Education Technology Computer, Network Technology, as well as the field of Communication Technology, it can be seen that it plays an important part in education. This is done through combining these technologies to assist in learning; which is called, E-Learning.

Thus, the researcher foresees the channel to promote and develop knowledge regarding IT field. This is so learners become aware of events and IT issues in the present day. This is done by creating online learning of Information Technology Literacy. The application for information technology has been developed with Moodle software to provide benefits for learners as well as those interested. Because the program Moodle is a learning management system (Learning Management System) is popular. And the extra function suitable for the creation of online learning used in schools. The development of the learning content, in the form of multimedia such as image, video, audio, animation, two dimensions, along with test before and after learning.

From a survey in the whole of the E-learning for IT literacy, which was evaluated by students 40 person at Panyapiwat Institute of Management and by IT Specialists 4 person. The results found that:

Most students agree that the suitability of content, ($\bar{X}=4.05$, S.D.=0.068). All factors are as follow.

1. On the part of students, it was found that the satisfaction

1) The level of satisfaction in the content, letter quality ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.578)

2) levels of satisfaction in the field of media design, write the appropriate letter ($\bar{X}=4.15$, S.D.=0.638)

Most teachers and IT Specialists agree that the exercises, ($\bar{X}=3.88$, S.D.=0.144).

All factors are as follow.

2. On the part of teachers, it was found that the satisfaction

1) The level of satisfaction in the content, For example suitable topic. ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.816)

- 2) The level of satisfaction of exercises, Exercises based on content ($\bar{X}$ =4.00, S.D.=0.816)
- 3) The level of satisfaction in design, Adequacy of information ($\bar{X}$ =3.75, S.D.=1.258)
- 4) The level of satisfaction audio visual aids, The letters are clear. ($\bar{X}$ =3.75, S.D.=0.957)

Keywords: E-Learning, Internet Technology, IT

บทนำ

เนื่องจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตเป็นอย่างมาก ดังนั้น การเรียนรู้การใช้คอมพิวเตอร์อินเทอร์เน็ต เปรียบเสมือนการเชื่อมต่อให้บุคคลหรือองค์กร ให้สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารกันและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ในวงการด้านการศึกษา เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก โดยการนำเอาเทคโนโลยีต่างๆมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนที่เรียกว่า อีเลิร์นนิ่ง (E-Learning) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการสร้างสรรค์และส่งผ่านองค์ความรู้ในรูปแบบต่างๆไปยังผู้เรียนที่อยู่ในสถานที่ที่แตกต่างกันให้ได้รับความรู้ทักษะและประสบการณ์ร่วมกัน สามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็วทุกที่ ทุกเวลา ส่งผลให้ข้อมูล และสารสนเทศ เกิดขึ้นจากหลากหลายวัฒนธรรมผ่านการสื่อสารในหลายช่องทางอย่างรวดเร็ว บางครั้งข้อมูลที่ได้รับไม่ผ่านการคัดสรรหรือกลั่นกรองมาก่อน จึงส่งผลให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย อาทิเช่น การทำผิดกฎหมาย เว็บไซต์ลามกอนาจาร การพนัน ความรุนแรง การละเมิดสิทธิส่วนบุคคล การลอกเลียนแบบในสิ่งต่างๆที่ผิดวัฒนธรรมและเกิดผลเสียต่อสังคม นับว่าจะเป็นปัญหาที่เพิ่มขึ้นแก่เด็กและเยาวชนอย่างทวีคูณ การศึกษาในปัจจุบันสอนให้คนเป็นผู้ “รู้” แต่ไม่ได้สอนให้เป็นผู้ที่ “รู้ทัน” ถึงแม้ว่านโยบายรัฐบาล หน่วยงาน สถาบันการศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน จะมีแนวนโยบาย ในการพัฒนาการให้ความรู้กับผู้ใช้เพื่อให้สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้อย่างเหมาะสม ปลอดภัย ไม่ทำร้ายคนอื่นและใช้สื่อในทางที่สร้างสรรค์ในสังคมสารสนเทศหลายประการแล้วก็ตาม ก็ยังเกิดปัญหาอยู่ในปัจจุบัน

ดังนั้น ผู้จัดทำโครงการจึงมองเห็นช่องทางที่จะช่วยส่งเสริม และพัฒนา ความรู้ด้านไอทีเพื่อให้รู้เท่าทันเหตุการณ์และปัญหาด้านไอทีที่เกิดขึ้นในสังคมปัจจุบัน โดยการสร้างระบบการเรียนการสอนออนไลน์เรื่องการรู้เท่าทันไอทีซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในรายวิชาการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศสร้างขึ้นด้วยโปรแกรมมูเดลเพื่อเป็นความรู้และแนวทางในการปฏิบัติ การรู้เท่าทันด้านไอทีเพื่อให้เกิดประโยชน์กับผู้ที่เรียนในรายวิชาและผู้ที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องการเรียนรู้เท่าทันไอที ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในบทเรียนของรายวิชาการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างประชากรแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาที่มีบทเรียนเกี่ยวกับการรู้เท่าทันไอที ของสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ จำนวน 40 คน โดยได้ใช้ แอดดี้ โมเดล (ADDIE - MODEL) เป็นการออกแบบระบบการเรียนการสอน กระบวนการพัฒนาโปรแกรมการสอน จากจุดเริ่มต้น

จนถึงจุดสิ้นสุด มีแบบจำลองจำนวนมากมายที่นำออกแบบการสอนใช้ และสำหรับตามความประสงค์ทางการสอนต่างๆ กระบวนการออกแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE สามารถสรุปเป็นขั้นตอนทั่วไปได้เป็น 5 ขั้นตอนประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ (Analysis), การออกแบบ (Design), การพัฒนา (Development), การนำไปใช้ (Implement) และการประเมินผล (Evaluation) แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: ออกแบบการสอนโดยใช้ ADDIE Model

ในการพัฒนาโครงการครั้งนี้ ผู้จัดทำโครงการได้ใช้แนวคิด ADDIE เป็นแนวทางรายละเอียดมีดังนี้

1. การวิเคราะห์ระบบ (Analysis)

ผู้จัดทำโครงการได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบที่จะพัฒนา ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์พื้นฐานระบบ

ระบบสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบ่งระบบผู้ใช้ออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

(1) ระบบจัดการผู้ใช้

ระบบจัดการผู้ใช้ คือ การจัดการด้านข้อมูลของผู้ใช้งาน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้เรียน โดยสามารถกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้งาน การจัดกลุ่มการเรียนของผู้เรียน บันทึกข้อมูลของผู้เรียน วัน เวลา จำนวนครั้งในการเข้าใช้งาน กิจกรรมที่ผู้เรียนทำในแต่ละครั้ง เป็นต้น

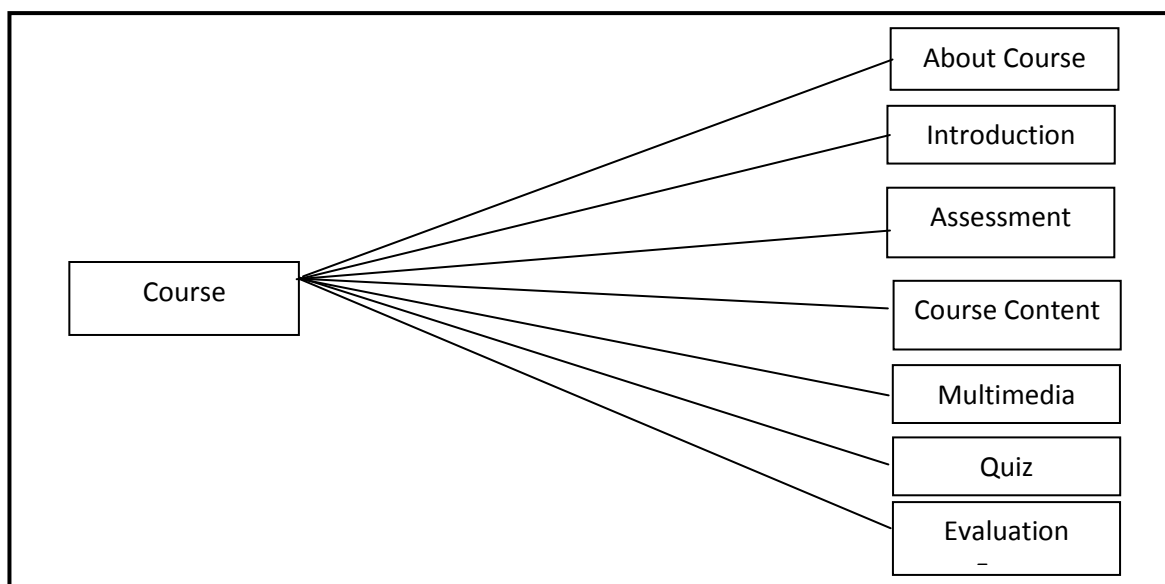
(2) ระบบจัดการเรียน

ระบบจัดการเรียน คือ การจัดการข้อมูล เนื้อหาการเรียนและกิจกรรมในการเรียน เช่น การสร้างบทเรียนบน มูเดิ้ล การอัปโหลดไฟล์ กิจกรรมในการเรียน การสอนซึ่งมีการผสมผสานสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของสื่อประสม (Multimedia) การสร้างข้อสอบ การวัดผลและการประเมินผล เป็นต้น

(3) ระบบจัดการการสื่อสาร

ระบบจัดการการสื่อสาร คือ เครื่องมือด้านการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบของมูเดิ้ล มีหลายรูปแบบเพื่อให้เกิดการสื่อสารที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เชี่ยวชาญผู้เรียนกับผู้เรียนเช่น การสนทนา การฝากคำถาม การตอบคำถามรวมถึงการเสนอข้อคิดเห็นต่างๆโดยใช้ เว็บบอร์ด(Webboard) เป็นต้น

2. การออกแบบระบบ (Design) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2: การออกแบบภายในบทเรียน

3. การพัฒนาระบบ (Development)

ในส่วนของการพัฒนาระบบ ผู้จัดทำได้เลือกใช้เครื่องมือโปรแกรมมูเดิ้ลและโปรแกรมอะโดบี แคปทีเวท (Adobe Captivate) เพื่อสร้างสื่อเรียนรู้หรือนำเสนอ 멀티มีเดีย โดยมีการอัดเสียงบรรยาย ประกอบบทเรียน ด้วยโปรแกรมอะโดบีแคปทีเวท และใช้โปรแกรมมูเดิ้ล ในการบริหารจัดการระบบอีเลิร์นนิ่ง และจัดการแบบทดสอบ

4. การนำไปใช้ (Implement)

ในการพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องการเรียนรู้เท่าทันไอทีสำหรับเป็นเนื้อหาส่วนหนึ่งของ รายวิชา การประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยสื่อการเรียนรู้ที่ได้ไปให้นักศึกษาภายในสถาบันการจัดการ ปัญญาภิวัตน์ที่กำลังศึกษาอยู่ในรายวิชาดังกล่าวได้ทดลองเรียนรู้

5. การประเมินผล (Evaluation)

ผู้จัดทำได้ออกแบบประเมิน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการพัฒนาระบบ ว่ามีความสำเร็จมากน้อย เพียงใดหรือ ตรงตามเป้าหมายหรือเป็นไปตามจุดประสงค์ของงานที่วางไว้หรือไม่อย่างไรเพื่อนำไปสู่การพัฒนา ปรับปรุงแก้ไข ให้ระบบมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับมากยิ่งขึ้น โดยการประเมินจะประเมินจากนักศึกษาผู้ ที่เข้าเรียนในระบบจำนวน 40 คน จากผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ซึ่งแบบประเมินจะประกอบไปด้วย

- 1) ประเมินความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนสำหรับผู้เรียน

- (1) มีแบบทดสอบก่อนเรียน
- (2) มีแบบทดสอบหลังเรียน

- 2) แบบประเมินความพึงพอใจของบทเรียน
สำหรับผู้เรียน

ณัฐกร สงคราม (2011:160-163) ได้ออกแบบใบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและใบ ประเมินคุณภาพด้านสื่อ ดังนั้น ผู้จัดทำโครงการจึงได้ตัวอย่างใบประเมินมาประยุกต์ใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับ โครงการแล้วเกณฑ์การให้คะแนนคือ

5=พึงพอใจมากที่สุด

4=พึงพอใจมาก

3=พึงพอใจปานกลาง

2=พึงพอใจน้อย

1=ควรแก้ไขปรับปรุง

โดยมีการวัดผลจากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ประกอบด้วย

(1) ด้านความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน

(2) ด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อ

3) แบบประเมินความพึงพอใจบทเรียน สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

จากตัวอย่างแนวทางแบบสอบถาม อิงจาก โครงการผลิตสื่อ E-Learning IDC จากศูนย์คอมพิวเตอร์ซึ่งมีผู้จัดทำไว้แล้ว จึงนำมาประยุกต์ใช้ได้โดยการดัดแปลงและสร้างเป็นแบบสอบถามความเหมาะสมของการนำเสนอสื่อและกิจกรรมได้ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

5 = เหมาะสมมากที่สุด

4 = เหมาะสมมาก

3 = เหมาะสมปานกลาง

2 = เหมาะสมน้อย

1 = ควรปรับปรุงแก้ไข

โดยผู้วิจัยได้ออกแบบพัฒนาบทเรียน โดยหน้าจอการออกแบบบทเรียนมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

(1) แบบประเมินความพึงพอใจบทเรียน

(2) แบบทดสอบก่อนเรียน

(3) สไลด์บทเรียน

(4) สื่อมัลติมีเดีย

(5) สื่อ VDO ประกอบการเรียนรู้ภายในบทเรียน

(6) บททดสอบหลังเรียน

ซึ่งแสดงตัวอย่างหน้าจอบทเรียนดังรูปที่ 3



รูปที่ 3: แสดงหน้าจอการออกแบบบทเรียน

แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จุฑารัตน์ ศรารณะวงศ์ (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนบนเครือข่ายต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องของการใช้เครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ต ของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตรมหาวิทยาลัยขอนแก่น วิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจในการเรียนบนเครือข่ายเรื่อง การใช้เครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาที่เรียนวิชาห้องสมุดและวิีคั่นคว้ามักกลุ่มตัวอย่าง 96 คน ทดลองจากการเรียนโฮมเพจรายวิชา ที่ทำการปรับปรุงหลายครั้ง จนมีประสิทธิภาพ ก่อนเรียนให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อเรียนจบบทเรียนก็ทำแบบทดสอบหลังเรียน พร้อมทั้งตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนบนเครือข่าย หลังจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างก่อนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยต่างกันร้อยละ 27.7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความพึงพอใจของการเรียนบนเครือข่ายอยู่ในระดับมาก

พิพัฒน์ ปยุพลพันธ์ (2544) ได้ทำการวิจัยเรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐานเรื่องการทำงานของอุปกรณ์รับข้อมูล โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 โรงเรียนบ้านนาทม อำเภอร่องคำ จังหวัดอุดรธานี จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐานค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาค้นพบว่า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และ
มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับร้อยละ 78

อภิญา บุรีศรี กศ.ม (2555) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
วิชา การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพบทเรียน
ผลการพัฒนาบทเรียนพบว่า บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา การพัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ มี
ประสิทธิภาพ 82.27/82.33 ความพึงพอใจของผู้เรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความ
พึงพอใจอยู่ใน ระดับมาก

ผลการศึกษา

ผลการศึกษาความพึงพอใจในการจัดทำบทเรียนเรื่องการเรียนรู้เท่าทันไอทีนั้น ได้ผลการศึกษาสรุปในรูป
ตารางแปลผลโดยมีเนื้อหาประกอบด้วย 2 ส่วนได้แก่

1. ผลจากประเมินจากผู้เรียน
 - 1) ผลการประเมินด้านความเหมาะสมของเนื้อหาโดยผู้เรียน
 - 2) ผลการประเมินด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อโดยผู้เรียน
2. การประเมินของผู้เชี่ยวชาญ
 - 1) ผลการประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ
 - 2) ผลการประเมินด้านแบบฝึกหัดโดยผู้เชี่ยวชาญ
 - 3) ผลการประเมินด้านการออกแบบเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ
 - 4) ผลการประเมินด้านสไตล์สกรีนโดยผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์เกี่ยวกับระดับความพึงพอใจต่อการพัฒนาบทเรียน นำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพื้นฐาน
หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังตารางที่ 1-8

ตารางที่ 1: แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความคิดเห็นต่อความพึงพอใจต่อบทเรียนของ
ผู้เรียนภาพรวมแต่ละด้าน

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลความ
1. ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา	4.05	.068	มากที่สุด
2. ด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อ	4.01	.081	มากที่สุด

ผลจากตารางที่ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความคิดเห็นต่อความพึงพอใจต่อ
บทเรียนของผู้เรียนภาพรวมแต่ละด้านพบว่าด้านความเหมาะสมของเนื้อหามากที่สุด ($\bar{x}$ =4.05, S.D.=0.572)
รองลงมาด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อ ($\bar{x}$ =4.01, S.D.=0.081)

1. ผลจากประเมินจากผู้เรียน

ตารางที่ 2: ผลการประเมินด้านความเหมาะสมของเนื้อหาโดยผู้เรียน

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลความ
1. บทเรียนมีความน่าสนใจ และดึงดูดใจ	4.10	.450	มากที่สุด
2. การแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจนไม่สับสน	3.98	.393	มาก
3. การนำเสนอเนื้อหาช่วยให้ทำความเข้าใจ	4.09	.509	มากที่สุด
4. ตัวอักษรชัดเจนอ่านได้ง่าย	4.18	.578	มากที่สุด
5. ภาพประกอบมีความสวยงามคมชัด	4.08	.555	มากที่สุด
6. ปุ่มต่างๆมีการจัดวางเหมาะสม ใช้งานได้ง่าย	4.00	.350	มาก
7. วิดีทัศน์ถ่ายทอดได้ชัดเจน เข้าใจง่าย และน่าสนใจ	4.00	.450	มาก
8. ได้ความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากศึกษาผ่านบทเรียนมัลติมีเดียเรื่องนี้	4.00	.500	มาก

ผลจากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจด้านความเหมาะสมของเนื้อหา พบว่า มีความพึงพอใจในตัวอักษรชัดเจนอ่านได้ง่าย มากที่สุด ($\bar{x}=4.18$, $S.D.=0.578$) รองลงมาคือความพึงพอใจในบทเรียนมีความน่าสนใจ และดึงดูดใจ ($\bar{x}=4.10$, $S.D.=0.450$) และ มีความพึงพอใจในการนำเสนอเนื้อหาช่วยให้ทำความเข้าใจ ($\bar{x}=4.09$, $S.D.=0.509$) ตามลำดับ

ตารางที่ 3: ผลการประเมินด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อโดยผู้เรียน

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลความ
1. ความเหมาะสมของการใช้สีพื้นหลัง	3.90	.780	มาก
2. ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษร	4.03	.731	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4.15	.638	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	4.11	.585	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมของเสียงประกอบ	3.95	.625	มาก
6. การออกแบบกราฟิกหน้าจอดีความสวยงาม	3.88	.631	มาก
7. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา	4.03	.536	มากที่สุด
8. ภาพประกอบสามารถมองเห็นได้ชัดเจน	3.98	.538	มาก
9. ภาพในวิดีโอ มีความคมชัด	4.08	.601	มากที่สุด
10. เสียงในวิดีโอมีความชัดเจน	4.00	.450	มาก
11. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด	4.09	.463	มากที่สุด
12. บทเรียนน่าสนใจและดึงดูดต่อการเรียนรู้	3.98	.391	มาก

ผลจากตารางที่ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับความพึงพอใจด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อ พบว่า มีความพึงพอใจในความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรมากที่สุด ($\bar{x}=4.15$,

S.D.=0.638) รองลงมาคือความพึงพอใจในความเหมาะสมของสีตัวอักษร ($\bar{X}=4.11$, S.D.=0. 585) และ มีความพึงพอใจในความเหมาะสมของแบบฝึกหัด ($\bar{X}=4.09$, S.D.=0. 463) ตามลำดับ

2. ผลจากประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 4: แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญภาพรวมแต่ละด้าน

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1. ด้านเนื้อหา	3.04	1.373	มาก
2. ด้านแบบฝึกหัด	3.88	.144	มาก
3. ด้านการออกแบบเนื้อหา	3.44	.184	มาก
4. ด้านสไตล์ทัศน์อุปกรณ์	3.25	.661	มาก

ผลจากตารางที่ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระดับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญภาพรวมแต่ละด้าน พบว่า ด้านแบบฝึกหัดมากที่สุด ($\bar{X}=3.88$, S.D.=0.144) รองลงมาด้านเนื้อหา ($\bar{X}=3.44$, S.D.=0.184)

ตารางที่ 5: ผลการประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1. เนื้อหาวิชาสมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้อง	3.50	.577	มาก
2. เนื้อหาวิชาครอบคลุมวัตถุประสงค์	3.00	1.414	มาก
3. เนื้อหาวิชาทำให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้	3.75	.957	มาก
4. รายละเอียดของเนื้อหาวิชาจัดเรียงตามลำดับความเหมาะสม	3.60	.677	มาก
5. การยกตัวอย่างเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนรู้	4.00	.816	มาก
6. การใช้คำและภาษาชัดเจน	3.50	1.291	มาก

ผลจากตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในการยกตัวอย่างเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนรู้ มาก ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.816) รองลงมา มีระดับความคิดเห็นในเนื้อหาวิชาทำให้เกิดการพัฒนาการเรียนรู้ ($\bar{X}=3.75$, S.D.=0.957) และ มีระดับความคิดเห็นในรายละเอียดของเนื้อหาวิชาจัดเรียงตามลำดับความเหมาะสม ($\bar{X}=3.60$, S.D.=0.677) ตามลำดับ

ตารางที่ 6: ผลการประเมินด้านแบบฝึกหัดโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลความ
1. แบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหา	4.00	.816	มาก
2. จำนวนข้อของแบบฝึกหัดมีจำนวนสอดคล้องกับเนื้อหา	3.75	.957	มาก
3. แบบฝึกหัดช่วยให้มีความรู้ในเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น	4.00	.816	มาก
4. แบบฝึกหัดก่อน-หลังมีความสอดคล้องกัน	3.75	.500	มาก

ผลจากตารางที่ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินด้านแบบฝึกหัดโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในการแบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหา และแบบฝึกหัดช่วยให้มีความรู้ในเนื้อหาเพิ่มมากขึ้น มาก ($\bar{x}=4.00$, S.D.=0.816) รองลงมา มีระดับความคิดเห็นในจำนวนข้อของแบบฝึกหัดมีจำนวนสอดคล้องกับเนื้อหา และ แบบฝึกหัดก่อน-หลังมีความสอดคล้องกัน ($\bar{x}=3.75$, S.D.=0.500) ตามลำดับ

ตารางที่ 7: ผลการประเมินด้านการออกแบบเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลความ
1. ความเหมาะสมของการจัดลำดับเนื้อหา	3.25	.957	มาก
2. ความเพียงพอของสารสนเทศเบื้องต้น	3.75	1.258	มาก
3. บทเรียนช่วยให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ในรายวิชาที่เรียน	3.50	1.291	มาก
4. วิธีสอนเหมาะกับเนื้อหาและผู้เรียน	3.25	.957	มาก

ผลจากตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินด้านการออกแบบเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในความเพียงพอของสารสนเทศเบื้องต้น มาก ($\bar{x}=3.75$, S.D.=1.258) รองลงมา มีระดับความคิดเห็นในบทเรียนช่วยให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ในรายวิชาที่เรียน ($\bar{x}=3.50$, S.D.=1.291) ตามลำดับ

ตารางที่ 8: ผลการประเมินด้านสไตล์ที่ศุภกรณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{x}$	S.D.	แปลความ
1. ตัวอักษรมีความชัดเจน	3.75	.957	มาก
2. ภาพประกอบตรงเนื้อหาและเหมาะสมแก่กลุ่มผู้เรียน	3.50	1.291	มาก
3. เสียงบรรยายชัดเจน เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา	2.50	1.000	ปานกลาง

ผลจากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการประเมินด้านสไตล์การสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในตัวอักษรมีความชัดเจนมาก ($\bar{X}=3.75$, S.D.=0.957) รองลงมา มีระดับความคิดเห็นในภาพประกอบตรงเนื้อหาและเหมาะสมแก่กลุ่มผู้เรียน ($\bar{X}=3.50$, S.D.=1.291) และ มีระดับความคิดเห็นในเสียงบรรยายชัดเจน เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X}=2.50$, S.D.=1.00) ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการสำรวจความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้งานระบบสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เรื่องการเรียนรู้เท่าทันไอทีนั้น โดยมีการวัดผลจากการประเมินความพึงพอใจโดยมีนักศึกษา ที่เรียนในหัวข้อดังกล่าวจำนวน 40 คน โดยแยกตามประเด็นวัดความพึงพอใจของผู้เรียนทั้ง 2 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา พบว่า มีความพึงพอใจในตัวอักษรชัดเจนอ่านได้ง่ายสูงที่สุด ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.578)
2. ด้านความเหมาะสมของการใช้สื่อ พบว่า มีความพึงพอใจในความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรสูงที่สุด ($\bar{X}=4.15$, S.D.=0.638)

ประเด็นการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 4 ด้าน ได้แก่

1. ผลการประเมินด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในการยกตัวอย่างเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนรู้สูงที่สุด ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.816)
2. ผลการประเมินด้านแบบฝึกหัดโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในการแบบฝึกหัดสอดคล้องกับเนื้อหา และแบบฝึกหัดช่วยให้มีความรู้ในเนื้อหาเพิ่มมากขึ้นสูงที่สุด ($\bar{X}=4.00$, S.D.=0.816)
3. ผลการประเมินด้านการออกแบบเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในความเพียงพอของสารสนเทศเบื้องต้นสูงที่สุด ($\bar{X}=3.75$, S.D.=1.258)
4. ผลการประเมินด้านสไตล์การสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีระดับความคิดเห็นในตัวอักษรมีความชัดเจนโดยผู้เชี่ยวชาญสูงที่สุด ($\bar{X}=3.75$, S.D.=0.957)

เอกสารอ้างอิง

- ใจทิพย์ ณ สงขลา. (2550). *E-Instructional Design วิธีวิทยาการออกแบบการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐกร สงคราม. (2554). *การออกแบบและพัฒนาวัสดุมีเดียเพื่อการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ขุนหงษ์ ไทยอุบลมภ์. (2545). *e-learning*. DMV. ปีที่ 3 (ม.ค.-ก.พ.45), ฉบับที่ 12: 26-28.
- ปราวีณยา สุวรรณรัฐโชติ และจินตวีร์ มั่นสกุล. (2550). *การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน ด้วยระบบบริหารจัดการเรียนรู้ Blackboard ของสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์*. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการคณะครุศาสตร์ วันที่ 10-11 กรกฎาคม 2550.
- สำนักคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยทักษิณ. (2550). *ความหมายของ LMS*. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2556, จาก สำนักคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยทักษิณ เว็บไซต์ http://www.tsu.ac.th/cc/wbl_training/e-learning.htm/

สุนทร สืบค้น. (2552). รายงานการวิจัยในชั้นเรียนเรื่องความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนผ่านเว็บด้วยโปรแกรมมูเดิ้ล. สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

Bonk, C. J. & Graham, C. R. (2006). *The handbook of blended learning*. San Francisco: CA: Pfeiffer.

Waterhouse, S. (2005). *The Power of E-Learning: The essential guide for teaching in the digital age*. Boston: MA: Pearson Education, Inc.

Davidson-Shivers, G.V., Rasmussen, K.L. (2006). *WebBasedLearning:Design*, implementation, and evaluation. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.

สายอากาศ AIR FORCE ANTENNA สำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย AIR FORCE ANTENNA FOR WIRELESS COMPUTER NETWORK CONNECTION

นาวาอากาศโท รองศาสตราจารย์ พลสมุท จินารัตน์ และ เรืออากาศเอก พายัพ ศิรินาม

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ กองวิชาคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศ
Email : phonsamuth@rtaf.mi.th, payap_s@rtaf.mi.th

บทคัดย่อ

สายอากาศ Air Force Antenna ใช้สำหรับการศึกษาวิจัย และกองทัพอากาศสามารถขยายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้ในราคาประหยัดโดยไม่ต้องใช้สายไฟเบอร์ออฟติก และนำไปใช้เป็นเครือข่ายสำรองได้ในกรณีที่เครือข่ายหลักชำรุด เสียหาย ช่วยเสริมศักยภาพเครือข่ายหลักได้ด้วยการรับ – ส่ง สัญญาณแบบคู่ขนาน (เร็วขึ้น) สามารถใช้ร่วมกับ IP Camera หรือกล้องวงจรปิดแบบไร้สายในงานรักษาความปลอดภัย หน่วยงาน รวมถึงมีความสะดวกในการติดตั้งและเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ต่างๆ จึงนำมาประยุกต์ใช้ในงานสำรวจสัญญาณ (Site Survey) เพื่อการรักษาความมั่นคงปลอดภัยระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายรอบฐานทัพอากาศดอนเมืองและทุกกองบินทั่วประเทศ

คำสำคัญ: สายอากาศกระป๋อง, สายอากาศแบบตัวนำสัญญาณ, คอมพิวเตอร์ไร้สาย

ABSTRACT

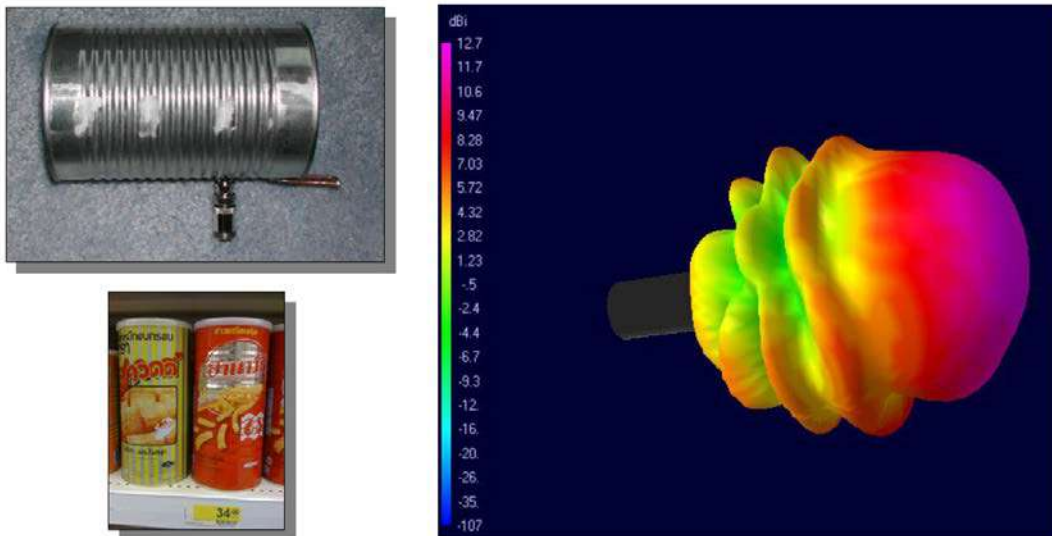
Air Force Antenna for Wireless Computer Network Connection is used for research such as data communication. Moreover, the Royal Thai Air Force : RTAF can also apply this prototype to extend RTAF's computer networking in lower budget instead of using fiber optic which is significantly higher cost in comparison to our prototype. Furthermore, RTAF can use it as the reserved networks in case the main channel is unavailable for some reasons. The Air Force Antenna supports the potency of the main networks with faster parallel transmission available for other networking devices such as IP Camera or wireless security CCTV and simple to setup the system in different places. This benefit allows users to apply this antenna for a site survey mission to preserve security of computer wireless networking system around the Donmuang air force base and other wings in Thailand.

Keywords: Cantenna, Waveguide antenna, Wireless Computer

บทนำ

ภายหลังจบการศึกษาจากโรงเรียนเสนาธิการทหารอากาศ (ปี 51) ผู้วิจัยได้กลับมาปฏิบัติหน้าที่สอนวิทยาการคอมพิวเตอร์เช่นเดิม และได้รับมอบหมายจากผู้บังคับบัญชาให้ทำโครงการจัดหาอุปกรณ์ IT ที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ สำหรับนักเรียนนายเรืออากาศ (นโน.) ใช้เป็นอุปกรณ์ศึกษาวิจัยให้สอดคล้องกับการกิจของกองทัพอากาศ และหนึ่งในอุปกรณ์ IT ดังกล่าว คือ “อุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย”

จากการค้นคว้าหาอุปกรณ์เพื่อการศึกษาวิจัยระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายสำหรับ นโน. ทำให้ผู้วิจัยพบว่าอุปกรณ์สื่อสารที่เรียกว่า “สายอากาศ” สามารถประดิษฐ์เองได้เกือบทุกย่านความถี่ในหลากหลายรูปแบบ โดยมีผู้ประดิษฐ์คิดค้นไว้แล้วก่อนหน้านี้หลายปีทั้งใน และต่างประเทศ ในครั้งแรกผู้วิจัยต้องการเลือกรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งที่เหมาะสมซึ่ง ได้แก่ สายอากาศกระป๋องที่เรียกว่า “Cantenna” มาจาก “Can” + “Antenna” เพราะประดิษฐ์ได้ง่ายที่สุด ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 1: การประดิษฐ์สายอากาศกระป๋องที่เรียกว่า “Cantenna” (Using the 4nec2 modeller to analyse the campari can produces a theoretical gain of 12.7dBi for CampariCan

ที่มา: <http://www.ivor.it/wireless/cantenna.html>)

สาเหตุประการหนึ่งที่ใช้เลือกใช้สายอากาศ PVC เทียบกับกระป๋องสควิตดี เนื่องจากหลาย Web Site ที่ให้ความรู้เรื่อง Cantenna ได้มีการคำนวณไว้แล้วว่ามีความเหมาะสมกับการแพร่กระจายคลื่นแบบ Circular Wave Guide เหมือนกันประมาณ 30 องศา และให้ผลการคำนวณที่ชัดเจน และใกล้เคียงกัน คือ 11-12 dBi ทุกกระป๋อง เช่น กระป๋อง Campari ของต่างประเทศ จะได้ค่า Gain มากเป็นพิเศษที่ 12.7 dBi ดังรูปข้างบน ซึ่งเป็นภาพที่เกิดจากการจำลองการแพร่กระจายคลื่นโดยใช้ซอฟต์แวร์ 4NEC2 สร้างขึ้นโดยใช้ความรู้ทั้งวิศวกรรมไมโครเวฟ และการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (Numerical Analysis) ร่วมกัน ถือเป็นศาสตร์ขั้นสูงในการสร้างแบบจำลองสายอากาศเกือบทุกแบบทั่วโลก ผู้วิจัยจึงเกิดความเชื่อมั่นในคุณสมบัติเฉพาะของสายอากาศ PVC ต้นแบบมากขึ้น และเป็นที่มาของการพัฒนา Air Force Antenna เพื่อการใช้งานจริงต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย
2. เพื่อสร้างสายอากาศสำหรับเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย
3. เพื่อใช้ขยายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ณ จุดที่ไม่มีสายไฟเบอร์ออฟติก
4. เพื่อใช้เป็นเครือข่ายสำรอง หรือเสริมศักยภาพเครือข่ายหลัก
5. เพื่อใช้ร่วมกับ IP Camera สำหรับเฝ้าระวังเหตุการณ์ ณ ที่สูง และประยุกต์ใช้ในราชการ ทอ. ตามความ

เหมาะสม

งบประมาณที่ใช้ เงินงบประมาณ ทุนภรรยา 1 จำนวนเงิน 30,000.- บาท

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ระเบียบวิธี เพื่อประดิษฐ์สายอากาศ ได้ใช้เทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย ร่วมกับหลักของวิศวกรรมไมโครเวฟ เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานทดสอบ-ทดลองที่มุ่งเน้นให้เกิดความประหยัด และสามารถนำไปใช้งานได้จริงดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย
2. ศึกษาหลักการวิศวกรรมไมโครเวฟ เพื่อหารูปแบบสายอากาศที่เหมาะสม
3. ทดสอบสายอากาศประดิษฐ์เองที่มีอยู่ในปัจจุบัน พร้อมกับสร้างต้นแบบ PVC
4. ออกแบบ และสร้าง Air Force Antenna แล้วนำมาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบ 4.3 กับ 4.4
5. นำ Air Force Antenna ไปทดสอบ เพื่อประยุกต์ใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับ ทอ.
6. ประเมินผลการปฏิบัติข้อ 3.6 และจัดทำเอกสารประกอบการส่งผลงาน ฯ

ระยะเวลา การศึกษา-วิจัยกรรมวิธี ตั้งแต่ ม.ค.52 ถึง มิ.ย.52 รวม 6 เดือน ระยะเวลาประดิษฐ์ 3 วัน/แรงงาน รศ. 1 คน

คุณสมบัติและลักษณะเด่น

1. สามารถนำท่อPVC (ท่อน้ำ) มาสร้างสายอากาศที่มีคุณภาพทัดเทียมสายอากาศเชิงพาณิชย์
2. ใช้แผ่นอลูมิเนียมบาง หรือฟรอยด์ห่อปลาเผาแปะกระดาษกาว A4 ม้วนใส่ท่อ PVC (ท่อน้ำ) ทดแทนโครงสร้างกระป๋องที่เป็นโลหะสะท้อนคลื่นสัญญาณ
3. ประดิษฐ์จากท่อ PVC และแผ่นอลูมิเนียม ทำให้สามารถตัดและเจาะได้เองโดยง่ายตามหลักวิศวกรรมไมโครเวฟ
4. การใช้กรวยสแตนเลสต่อจากท่อ PVC ช่วยเพิ่ม Gain ขยายได้อีก 3 dBi หรือ 50% รวม 15 dBiทำให้ส่งสัญญาณได้ไกลขึ้น รวมถึงมีความคงทนไม่เปราะสนิมเหมาะต่อการนำไปใช้งานจริง

หลักการ วิธีการ และกรรมวิธี



รูปที่ 2: สายอากาศ Air Force Antenna ที่แข็งแรงมีลักษณะภูมิฐานมั่นคงเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในราชการได้
Air Force Antenna เป็นสายอากาศชนิด Circular Wave Guide

มีทฤษฎีและหลักการตามรูปข้างบน กรรมวิธีโดยสรุปดังนี้

1. ตัดท่อ PVC ขนาด 3.0 นิ้ว ($D = 8.3$ ซม.) ความยาว $\frac{3}{4}L_g = 15$ ซม. ขึ้นไป และเจาะรูใส่หัวคอนเน็กเตอร์สายอากาศชนิด N Type Female โดยเว้นระยะจากท้าย $L_g/4 = 6.25$ ซม.
2. ตัดแผ่นอลูมิเนียมขนาดยาวเท่ากับข้อ 5.1 และขนาดความสูงเท่ากับ $2\sqrt{R} = 2\sqrt{(D/2)} = 2 \times (22/7) \times (8.3/2) = 26.09$ ซม. บวกเผื่อการม้วนให้เกยซ้อนกันอีกเล็กน้อย = 26.7 ซม. (Air Force Antenna ใช้ 20.0 ซม. x 26.7 ซม.)
3. ม้วนแผ่นอลูมิเนียมเข้าในท่อ PVC ให้แนวเกยซ้อนอยู่ตรงข้ามที่เจาะรู ใช้ลวดเสียบกระดาษช่วยยึดจับรอบขอบท่อปรับให้พอดี/ถอดลวดเสียบกระดาษที่แนวเกยซ้อนออก/ยอดกาวตราข้างลงไป(อย่าให้เลอะด้านใน) แล้วเสียบลวดยึดไว้เช่นเดิมทั้งไว้ 2 ซม. นำมาเจาะรูแผ่นอลูมิเนียมตามข้อ 7.1 (รูกลางใหญ่ประมาณ $\frac{3}{4}$ ของรูท่อ PVC)
4. ตัดลวดทองแดง (สายไฟบ้านเส้นใหญ่) ยาว $L_o/4 = 3.1$ ซม. (Air Force Antenna ใช้ลวดราวตากผ้าหลังบ้าน) บัดกรีเข้ากับหัวคอนเน็กเตอร์ติดตั้งเข้ากับข้อ 7.3
5. การทำฝาสะท้อนสัญญาณท้ายและปากกรวยหน้ามีวิธีง่ายที่สุด คือ นำภาพ AF Antenna พร้อมฝาพลาสติกไปให้ช่างทำรางน้ำสแตนเลสเขาดูแล้วบอกเขาว่าต้องการให้ทำฝาท้ายและกรวยสแตนเลสยาวต่อจากท่อ PVC อีก 10 ซม.

วัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์

1. วัสดุหัว Connector ชนิด N Type Female หาซื้อได้จากบ้านหม้อ/เซียร์รังสิต เว็บไซต์ wifimove.com หรืออื่นๆ
2. วัสดุท่อ PVC ขนาด 3.0 นิ้ว ยาว 15 ซม.ขึ้นไป และอลูมิเนียมแผ่นเรียบ A4 (ไม่มีรอยขีดข่วน) หาซื้อได้จากร้านวัสดุก่อสร้าง หรืออื่นๆ จากที่ไหนก็ได้ รวมถึงกาสิโน และกาสิโนข้าง มีขายที่ห้าง Lotus / Big-C หรือ 7-Eleven ทั่วไป
3. วัสดุฟาสเตนเลสสะท้อนคลื่นท้ายและกรวยสแตนเลส ให้จ้างช่างร้านทำรางน้ำฝนสแตนเลสใกล้บ้านท่าน
4. วัสดุฟลาสติคหุ้มหอยองตราดิกหรือสินค้าอื่นที่มีฝาขนาดใหญ่กว่าก็ได้จากห้าง Lotus / Big-C หรือร้านขายของฝาก

ประโยชน์ที่ได้รับ (ในราชการกองทัพอากาศ)

โรงเรียนนายเรืออากาศฯ มีสายอากาศใช้เพื่อการเรียนการสอน และการศึกษาวิจัยแบบพอเพียงในราคาประหยัด และกองทัพอากาศสามารถขยายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทุกกองบินได้โดยไม่ต้องใช้สายไฟเบอร์ออฟติก และนำไปใช้เป็นเครือข่ายสำรองได้ในกรณีที่เครือข่ายหลักชำรุด เสียหาย ช่วยเสริมศักยภาพเครือข่ายหลักได้ด้วยการรับ-ส่งสัญญาณแบบคู่ขนาน (เร็วขึ้น) สามารถใช้ร่วมกับ IP Camera หรือกล้องวงจรปิดแบบไร้สายในงาน การรักษาความปลอดภัยรอบกองบินทั่วประเทศ

จากความสะดวกในการเคลื่อนย้ายไปใช้ยังสถานที่ต่างๆ ปัจจุบันกองทัพอากาศจึงนำมาประยุกต์ใช้ในงานสำรวจสัญญาณ (Site Survey) เพื่อรักษาความมั่นคงปลอดภัยเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายรอบฐานทัพอากาศดอนเมืองและทุกกองบิน เพื่อการตรวจสอบ ควบคุม ฝ้าระวัง ป้องกันพฤติกรรมไม่เหมาะสมต่างๆ ที่ผ่านเข้ามาทางเครือข่ายไร้สาย หากตรวจพบระดับของพฤติกรรมที่จัดว่าเป็นภัยคุกคามไซเบอร์ เจ้าหน้าที่จะเพิ่มกำลังเครื่องส่ง (มากกว่าปกติ) ไปยัง Air Force Antenna เพื่อยิงสัญญาณกำลังส่งสูง เพื่อรบกวน กัดดัน หรือทำลายสัญญาณไร้สายเป้าหมายที่จัดว่าเป็นภัยคุกคามได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การใช้ประโยชน์ข้างต้นอาจกล่าวได้ว่า Air Force Antenna เป็นผลงานที่เป็นทั้งนวัตกรรมด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์สำหรับระบบ/เครือข่าย และด้านการทำสงครามไซเบอร์ทั้งในเชิงรุกและเชิงรับเพื่อความมั่นคงภาครัฐ และ Air Force Antenna อาจเป็นนวัตกรรมไซเบอร์ชิ้นแรกจากหน่วยงานภาครัฐที่ตอบสนองแผนยุทธศาสตร์การวิจัยและพัฒนา เกี่ยวกับการรักษาความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์แห่งชาติฉบับที่ 1 (พ.ศ.2556-2560) ของ วช. ได้อย่างเป็นรูปธรรมในทันที

การนำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งฝั่ง Access Point และ Client/Station และใช้งานได้กับอุปกรณ์ประเภท Wireless AP, Wireless router หรือ USB Wireless และอื่นๆ ได้ทุกชนิดตามมาตรฐาน 802.11b/g/n ย่านความถี่ 2.4 GHz
2. มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย แข็งแรง ทนทาน กันน้ำ ทนแดด ทนฝน สามารถใช้ได้ทั้งภายในอาคาร และนอกอาคาร

3. ช่วยเพิ่มพลังของสัญญาณและคุณภาพในการรับส่งของระบบเครือข่ายไร้สาย และเพิ่มระยะทางได้ไกลขึ้น โดยมีระยะการรับส่งสัญญาณแบบจุดต่อจุดประมาณ 3-5 กม. (LOS) (ขึ้นอยู่กับกำลังส่ง-ความไวการรับสัญญาณ และคุณสมบัติของอุปกรณ์ไร้สายยี่ห้ออื่นๆ รวมถึงสภาพแวดล้อมและทักษะการติดตั้ง)

4. ใช้เชื่อมสัญญาณแบบจุดต่อจุดระหว่างอาคาร, บ้าน/สำนักงาน, สำนักงาน/โรงงาน หรือหอพักนักศึกษา ฯลฯ หรือใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสาธารณะจากอาคารสูง เช่น อพาร์ทเมนต์/คอนโดฯโดยยังเข้าหา ISP Hot spots เช่น true - wifi เป็นต้น

5. หน่วยงานราชการ องค์กรไม่แสวงผลกำไร สามารถสร้างงานให้ผู้ด้อยโอกาสผลิต/สร้างสายอากาศ Air Force Antenna ใช้เชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตข้ามภูเขา หรือข้ามฝั่งตลอดแนวแม่น้ำโขงไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อขยายโอกาสทางการศึกษาไปยังโรงเรียนในพื้นที่ห่างไกลเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน (ด้านการศึกษา) ตามนโยบายรัฐบาล

การพัฒนาผลงานไปสู่เชิงพาณิชย์

สายอากาศ Air Force Antenna เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของผู้ประดิษฐ์เพื่อการใช้งานราชการ กองทัพอากาศเป็นหลัก หากคิดเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจเมื่อเทียบกับสายอากาศเชิงพาณิชย์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันจำนวน 1 คู่ ราคา 4,000.- บาท แต่ Air Force Antenna 1 คู่ จะมีราคาเพียง 1,000.- บาทเท่านั้น ประหยัดได้ถึง 3,000.- บาทต่อคู่ ถ้าเปิดสายการผลิตจำนวน 1,000 คู่ จะประหยัดงบประมาณนำเข้าสายอากาศจากต่างประเทศได้ถึง $3,000 \times 1,000 = 3,000,000.-$ บาท

หากด้วยจิตวิญญาณความเป็นครู-อาจารย์ของผู้ประดิษฐ์คิดค้น จึงเผยแพร่แนะนำผลงานให้ผลิตใช้เป็นสาธารณะประโยชน์มาแล้วหลายปี (Public License for Non-Profit Org.) จึงอาจมีสถาบันการศึกษาทั้งระดับมัธยม และอุดมศึกษานำแบบ/ภาพไปประดิษฐ์ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน หรือขยายผลเป็นอุปกรณ์ในกิจกรรมชมรมไปแล้วอย่างกว้างขวางโดยไม่ทราบจำนวน

สายอากาศ Air Force Antenna จึงเป็นเสมือนตัวแทนผลงานประดิษฐ์คิดค้นเชิงคุณประโยชน์อันชาญฉลาดของผู้ที่ได้ชื่อว่าเป็นครู-อาจารย์ทุกท่านที่ต้องประดิษฐ์คิดค้นอุปกรณ์ช่วยสอนลูกศิษย์ในลักษณะต่างๆ ทุกวันคืน ทั้งนี้เพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้เด็กและเยาวชนสร้างสรรค์ผลงานประดิษฐ์คิดค้นอันเป็นประโยชน์ต่อประเทศชาติในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

R. Dean Straw, N6BV. (2007). "The ARRL Antenna Book", 21ed., The ARRL, Inc.

Jenvey, Stewart. (2004). "Antennas and Propagation", course material, LTU course code SME122.

R. Flickenger. (2002). "Building wireless community networks", 1st ed., Sebastopol, CA: O'Reilly.

D.A. Fleisch, J.D. Kraus. (1999). "Electromagnetics with Applications" 5th ed., New York: McGraw-Hill.

<http://www.saunalahti.fi/~elepal/antenna2.html>

<http://www.ivor.it/wireless/cantenna.html>

<http://www.wikarekare.org>
<http://www.turnpoint.net/wireless/cantennahowto.html>
<http://www.turnpoint.net/wireless/has.html>
<http://cruftbox.com/cruft/docs/cantenna.html>
<http://www.paipai.net/antenna/cantenna.asp#Calculator>
<http://www.wb8erj.com/wirelessCantenna.html>
<http://www.hwupgrade.it/forum/showthread.php?t=1263329&page=5>
<http://www.zero13wireless.net/foro/showthread.php?t=2647>
<http://www.thedropzone.co.nz/cantenna.htm>
http://www.vias.org/wirelessnetw/wndw_06_08_04.html
<http://rawlab.mindcreations.com/cantenna.php>
http://www.enigmatic-consulting.com/Communications_articles/Radio_links_part2/Radios2_antennas.html

หมายเหตุ

- รายการเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่แสดงอยู่ข้างต้น หมายรวมถึงลิงก์ต่อเนื่องที่อยู่ในเว็บไซต์นั้นๆ ด้วย และขอภัยที่ไม่สามารถแสดงรายการอ้างอิงเว็บไซต์ต่างๆ ได้ทั้งหมด
- เครื่องหมายการค้า และลิขสิทธิ์ รวมถึงสิทธิบัตร ที่อ้างถึงในเอกสารนี้ ทั้งข้อความ และรูปภาพเป็นของบริษัท หรือเจ้าของเครื่องหมายการค้า และลิขสิทธิ์ รวมถึงสิทธิบัตรนั้นๆ



Royal Thai Air Force

Navamindra Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

Air Force Antenna for Wireless Computer Network Connection



Wg.Cdr. Phonsamuth Chinarat
Associate Professor & Inventor

Pubic Patent
for Education & Non-Profit Org.



Flt.Lt. Payap Sirinam
Lecturer & Co-Inventor



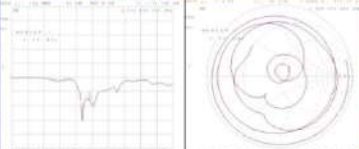



Equation: Gain -> $G \text{ (dB)} = \text{Prx} - \text{Ptx} - 20 \log (\text{Lamda} / 4 \pi R)$

PVC Antenna	Air Force Antenna
R = 1 m	R = 2 m
Ptx = -10 dBm	Ptx = -10 dBm
Prx = -26.45 dBm	Prx = -27 dBm
Gain = 11.8875 dBi	Gain = 14.6230 dBi










Transmitting Point

(Tower 45 Meters)

Receiving Point

Air Force Antenna for Wireless Computer Network Connection is used for research such as data communication. Moreover, the Royal Thai Air Force : RTAF can apply this prototype to extend RTAF's computer networking in lower budget instead of using fiber optic which is significantly higher cost. Besides, RTAF can use it as the reserved networks in case the main channel is unavailable. The Air Force Antenna supports the potency of the main networks with faster parallel transmission available for networking devices such as IP Camera or wireless security CCTV and is simple to setup the system in different places. This benefit allows users to apply this antenna for a site survey mission to preserve security of computer wireless networking system around the air base in Thailand.

Characteristics	Cantenna	PVC Antenna (AF Ant. Prototype)	Air Force Antenna
Main Structure	Tin Can	PVC (length 196 mm.)	PVC (length 200 mm.)
Internal Structure	Tin Can (Weak and Easily rusted)	Food Aluminum foil attach with A4 masking tape (difficult)	Thin aluminum plate (can be cut by cutter and suitable for production line)
Back cover	Tin Sheet	Tin Sheet (zinc)	Stainless sheet (~1.2 USD)
Amplifier (Gain 3 dBi)	None	None	Stainless sheet (~5 USD)
Front cover	None (Easily dusted)	Plastic cover	Better plastic-cover
Waterproofed	None	None	Sealed with silicone
Amplifier Length in total	196 + 0 = 196 mm.	196 + 0 = 196 mm.	200 + 100 = 300 mm.
Gain capability	9-11 dBi	11-12 dBi	14-15 dBi
Range of signal (LOS)	500 m. - 1.5 km.	1.5 km. - 3.0 km.	3.0 km. - 5.0 km.

การพัฒนาระบบตรวจสอบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ด้วยเอสเอ็นเอ็มพีวอล์ค

DEVELOPMENT OF SERVER PERFORMANCE MONITORING SYSTEM WITH SNMP

WALK

อรรถสิทธิ์ เผ่าศิริกุล¹, ณัฐชามณูย์ ศรีจำเริญรัตน์², กายรัฐ เจริญราษฎร์^{1*}
Attasith Paosirikul¹, Natchamol Srichumroenrattana², Kairat Jaroenrat^{1*}

¹ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering at KamphaengSaen, Kasetsart University

²โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

² Business Computer Program, Faculty of Management Science, NakhonPathom Rajabhat University

*Corresponding author, E-mail: kairat.j@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มักมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์เพื่อประมวลผลและรับส่งข้อมูล ซึ่งเซิร์ฟเวอร์เหล่านี้ต้องมีการประมวลผลและมีการเปิดเครื่องไว้ตลอดเวลา ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้โปรโตคอลเอสเอ็นเอ็มพีผ่านคำสั่งเอสเอ็นเอ็มพีวอล์คด้วยภาษาพีเอชพี เพื่อตรวจสอบการทำงานของสถานะของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยดึงค่าสถานะต่างๆ เช่น เปอร์เซ็นต์การใช้งานของซีพียู, แรม, แรมทั้งหมดที่ไม่ถูกใช้งาน, หน่วยความจำที่ถูกจองไว้สำหรับข้อมูลชั่วคราว (แรมบัฟเฟอร์), หน่วยความจำที่ถูกนำมาเก็บข้อมูลใช้งาน (แรมแคช) พื้นที่ในการสวอปไฟล์ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล เพื่อทำการแสดงผลต่อไป ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การใช้งานของซีพียูมีน้อยมากเนื่องจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ในการทดสอบแม้จะเปิดไว้แต่ไม่ได้ถูกเรียกใช้งานตลอดเวลา แต่จะมีการเรียกใช้งานบางครั้งเท่านั้น ในส่วนของแรมทั้งหมดที่ใช้งานนั้นมีการใช้งานเกือบเต็มความจุของหน่วยความจำและมีการใช้หน่วยความจำชั่วคราวและหน่วยความจำที่นำมาเก็บข้อมูลใช้งานในระดับปานกลาง นอกจากนี้พบว่าในส่วนของสวอปไฟล์นั้นถูกใช้งานค่อนข้างน้อย และจะเห็นได้ว่าเซิร์ฟเวอร์เครื่องที่ใช้ในการทดสอบนี้มีแรมเหลือจากการใช้งานน้อยมาก ซึ่งจากการทดสอบนี้ทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถทราบได้ว่าแรมของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ถูกใช้ไปจนใกล้จะหมด ดังนั้นในกรณีนี้ควรที่จะเพิ่มแรมให้มากขึ้นเพื่อให้เซิร์ฟเวอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เอสเอ็นเอ็มพี เอสเอ็นเอ็มพีวอล์ค การตรวจสอบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์

ABSTRACT

Computer networks usually have servers to process and transfer data, these servers need to be processed and are open at all times. , Then we apply SNMP protocol via SNMPwalk command in PHP code to get the working status of the server machine such as the CPU and RAM usage, unused RAM, all RAM buffered, RAM cache and the space of swap file to the database and create status reports. The experimental show that the percentage of CPU usage is very low even if the server machine is operated all the time because it does not work all the time. The RAM usage is almost full of capacity but the RAM cache and the RAM buffer usage is

moderate with low swap file space. This imply that the server machine has low free RAM and should be upgraded for more stability.

Keywords: SNMP, snmpwalk, Server Monitoring

บทนำ

ในปัจจุบันระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีบทบาทอย่างมากในแทบทุกภาคส่วน โดยการรับส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายต้องอาศัยอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องใช้ เอสเอ็นเอ็มพี ซึ่งเป็นโพรโทคอลสำหรับการตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายที่ไม่ใช้ทรัพยากรของอุปกรณ์มากนัก (Wenxian Zeng, 2009) เพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดและปริมาณการใช้งานโดยวัดจากจำนวนข้อมูลที่ผ่านอุปกรณ์เครือข่าย ทั้งนี้ในระบบจะต้องมีคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็น Network Managements Station (NMS) ซึ่งทำหน้าที่แปลความต้องการของผู้ดูแลระบบเครือข่ายให้เป็นชุดคำสั่ง สำหรับการตรวจสอบ ติดตาม วิเคราะห์และควบคุมอุปกรณ์เครือข่ายใดๆ ที่มีฟังก์ชันภายในให้ตรวจสอบได้ ซึ่งจะเรียกอุปกรณ์นั้นว่ามี Agent หรือเป็น Managed Device เช่น Hubs, Switches, Router หรือ Hosts โดยมีหลักการทำงานคือ NMS จะส่งคำสั่งสอบถามให้ไปกับ Agent และ Agent จะตอบสนองต่อคำสั่งนั้น ซึ่งตัว Agent นี้มีส่วนประกอบสำคัญสองส่วนคือ Protocol Engine ทำหน้าที่ประมวลผลคำสั่งที่ได้รับมาจาก NMS และ Management Information base (MIB) ที่เป็นฐานข้อมูล ซึ่งการติดต่อระหว่าง NMS กับ Agent นั้นจะใช้โพรโทคอลยูดีพี (User Datagram Protocol) ด้วย Port หมายเลข 161 และ 162 ส่วนโครงสร้างของ MIB นั้นถูกกำหนดโดยใช้ Subset ของ ANS.1 (Abstract Syntax Notation One) (ประดิษฐ์, 2543) (พุทธิพงศ์และคณะ, 2556) ซึ่งเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายรูปแบบของข้อมูลโดยไม่ขึ้นอยู่กับ Hardware โดยมองโครงสร้างเป็น Tree ซึ่งการรับส่ง SNMP Messages แต่ละข้อความจะถูกบันทึกอยู่ในแพ็คเกจเดียวๆ ทำให้สามารถแปลความหมายได้ทันที โดยเริ่มต้น NMS จะส่ง get-request message เพื่อไปขอรับข้อมูลจากอุปกรณ์เครือข่ายที่มี SNMP Agent และ SNMP Agent จะตอบสนอง ด้วยการส่ง Get-Response Message กลับมา ซึ่งอาจจะเป็นรายละเอียดอุปกรณ์ หรือปริมาณข้อมูลที่ไหลผ่านอุปกรณ์นั้น

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาโปรแกรมจัดการเครือข่ายด้วย SNMP โดยใช้เว็บ (ธีรฤกษ์, 2544) ซึ่ง นายธีรฤกษ์ จันทเบญจมิตร ใช้หลักการให้ระบบเป็นตัวกลางในการติดต่อกับอุปกรณ์เครือข่ายด้วยโพรโทคอล SNMP และผู้ใช้สามารถเข้าถึงอุปกรณ์เครือข่ายด้วยโพรโทคอล SNMP ได้โดยตรง โดยมีระบบมีการรักษาความปลอดภัยทั้งระบบของผู้ใช้และโมดูล จากนั้นได้ศึกษาเรื่องโปรแกรมการตรวจสอบสมรรถภาพการทำงานของ Router ในระบบ SNMP (ประดิษฐ์, 2543) ที่สามารถตรวจสอบข้อผิดพลาด และปริมาณการใช้งานโดยใช้การวัดจำนวนข้อมูลที่ผ่านอุปกรณ์ Router ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เพื่อพิจารณาในการแก้ปัญหาในระบบเครือข่าย โดยนายประดิษฐ์ พิทักษ์เสถียรกุลได้พัฒนาไว้ใช้เฉพาะกับอุปกรณ์ Router เท่านั้น ต่อมาผู้วิจัยยังได้ศึกษาระบบเฝ้าสังเกตเครือข่ายผ่านเว็บโดยใช้ SNMP Protocol (สาธิต, 2553) โดย นายสาธิต ผาใต้ ซึ่งตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์โดยตรวจสอบจากโพรโทคอล SNMP ผ่านฟังก์ชันการทำงาน PHP ซึ่งจะทำให้ทราบว่าอุปกรณ์ทำงานอยู่หรือไม่และมีสถานะการทำงานเป็นอย่างไร หากอุปกรณ์นั้นหยุดการทำงานอยู่หรือเกิดความผิดปกติก็จะบันทึกข้อมูลไว้และแจ้งเตือนผ่าน SMS ไปยังผู้ดูแลและศึกษาระบบเก็บข้อมูลและแสดงผล แต่มีปัญหาคือไม่สามารถใช้กับระบบที่มีอุปกรณ์ที่ต้องการเฝ้าสังเกตเป็นจำนวนมาก จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาระบบเก็บ

ข้อมูลและแสดงปริมาณการจราจรของข้อมูลในเครือข่าย (พุทธิพงศ์และคณะ, 2556) ซึ่งนายพุทธิพงศ์ สุพรรณกุล ได้ออกแบบมาเพื่อแสดงผลการจราจรของข้อมูลในเครือข่ายผ่านหน้าเว็บ โดยเก็บข้อมูลดิบจากอุปกรณ์สวิตช์ไปประมวลผลแล้วเก็บลงฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้สร้างเป็นแผนภูมิแสดงผลต่อผู้ใช้ สุดท้ายผู้วิจัยยังได้หาข้อมูลเรื่องระบบตรวจสอบและการตั้งค่าอุปกรณ์ Router (ไกรฤกษ์และคณะ, 2555) โดยนายไกรฤกษ์ มโนพัฒนกร ซึ่งเป็นระบบที่สามารถแสดงสถานะการทำงานของอุปกรณ์ Router สามารถตั้งค่าพื้นฐานให้กับอุปกรณ์ Router ผ่านโปรโตคอล SNMP และผู้ดูแลสามารถเพิ่มอุปกรณ์ที่ต้องการและเก็บข้อมูลเกี่ยวกับบัญชีผู้ใช้งานระบบได้

เนื่องจากในระบบเครือข่ายนอกจากจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆ แล้ว ยังประกอบไปด้วยส่วนสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งปัญหาที่พบมากในระบบเครือข่ายปัญหาหนึ่งคือการทำงานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทำงานผิดปกติ ดังนั้นเพื่อให้การตรวจสอบการทำงานของระบบเครือข่ายสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปผู้ดูแลระบบจะต้องเข้าถึงเครื่องเซิร์ฟเวอร์เองเพื่อทำการตรวจสอบ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สะดวกนัก ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบตรวจสอบการทำงานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ด้วยเอสเอ็นเอ็มพีวอล์ค เพื่อเฝ้าสังเกตการณ์ทำงานของเซิร์ฟเวอร์ในระบบเครือข่าย ให้ผู้ดูแลสามารถทราบถึงสถานะและข้อบกพร่องต่างๆ ได้ตลอดเวลาจากการควบคุมระยะไกล ยิ่งไปกว่านั้น เพื่อให้ไม่เป็นภาระในการประมวลผลของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ผู้วิจัยจึงใช้เฉพาะคำสั่ง snmpwalk (David Breitgand et al., 2002) เพื่อดึงค่าสถานะทั้งหมดของเซิร์ฟเวอร์ออกมาในครั้งเดียว แล้วจึงทำการจำแนกแยกข้อมูลเก็บลงฐานข้อมูล นอกจากนี้ผู้ดูแลยังสามารถติดตามการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ของระบบเครือข่ายผ่านทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ โดยไม่จำเป็นต้องเฝ้าอยู่หน้าเซิร์ฟเวอร์ตลอดเวลาอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อทดสอบความสามารถของโปรโตคอล SNMP ในการตรวจสอบการทำงานของเครื่อง Server ในระบบเครือข่าย โดยพัฒนาเป็นระบบตรวจสอบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ด้วยคำสั่งเอสเอ็นเอ็มพีวอล์คผ่าน Shell script

วิธีดำเนินการวิจัย



รูปที่ 1: System Overview

งานวิจัยนี้ทดลองกับเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Linux โดยสามารถเก็บค่าสถานะต่างๆของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การใช้งานของ CPU , RAM ทั้งหมดที่ถูกใช้งาน , RAM ทั้งหมดที่ไม่ถูกใช้งาน, หน่วยความจำที่ถูกจองไว้สำหรับข้อมูลชั่วคราว (Buffered), หน่วยความจำที่ถูกนำมาเก็บข้อมูลใช้งาน(Cache) , พื้นที่ Swap File โดยภาพรวมของระบบประกอบไปด้วยการดึงข้อมูลค่าสถานะจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์มาเก็บลงฐานข้อมูลและมีการกำหนดเวลาในการดึงข้อมูลสถานะลงฐานข้อมูล จากนั้นระบบจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงบนเว็บในรูปแบบของแผนภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 1

การเก็บค่าสถานะต่างๆของ Server โดยใช้ SNMP Walk ดึงค่าสถานะทั้งหมดของเซิร์ฟเวอร์ และใช้ OID ในการจำแนกค่าสถานะต่างๆ มาเก็บในฐานข้อมูล และใช้ Crontab ในการรันคำสั่งในรูปแบบ Script เก็บค่าสถานะนี้ลงฐานข้อมูลทุกๆ 1 ชั่วโมง

```
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.1.1 = STRING: "lo"
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.1.2 = STRING: "eth0"
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.2.1 = Counter32: 0
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.2.2 = Counter32: 0
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.3.1 = Counter32: 0
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.3.2 = Counter32: 0
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.4.1 = Counter32: 0
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.4.2 = Counter32: 0
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.5.1 = Counter32: 0
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.5.2 = Counter32: 0
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.15.1 = Gauge32: 10
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.15.2 = Gauge32: 100
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.16.1 = INTEGER: 2
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.16.2 = INTEGER: 2
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.17.2 = INTEGER: 1
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.18.1 = ""
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.18.2 = ""
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.19.1 = Timeticks: (0) 0:00:00.00
iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.19.2 = Timeticks: (0) 0:00:00.00
iso.3.6.1.2.1.31.1.5.0 = Timeticks: (0) 0:00:00.00
iso.3.6.1.2.1.55.1.1.0 = INTEGER: 2
iso.3.6.1.2.1.55.1.2.0 = INTEGER: 64
iso.3.6.1.2.1.55.1.3.0 = Gauge32: 2
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.2.1 = STRING: "lo"
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.2.2 = STRING: "eth0"
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.3.1 = OID: ccitt.0
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.3.2 = OID: ccitt.0
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.4.1 = Gauge32: 16436
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.4.2 = Gauge32: 1500
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.8.1 = ""
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.8.2 = Hex-STRING: 00 17 31 4E 18 D0
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.9.1 = INTEGER: 1
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.9.2 = INTEGER: 1
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.10.1 = INTEGER: 1
iso.3.6.1.2.1.55.1.5.1.10.2 = INTEGER: 1
iso.3.6.1.2.1.88.1.1.1.0 = INTEGER: 1
iso.3.6.1.2.1.88.1.1.2.0 = Gauge32: 0
iso.3.6.1.2.1.88.1.1.3.0 = Gauge32: 0
iso.3.6.1.2.1.88.1.1.4.0 = Gauge32: 0
```

รูปที่ 2: Result of snmpwalk command

จาก รูปที่ 2 เป็นการผลจากคำสั่ง snmpwalk ที่จะดึงข้อมูลของ SNMP ที่มีอยู่ทั้งหมดของ tree เช่น iso.3.6.1.2.1.31.1.1.1.1.1 เป็นการอ้าง OID ไปที่วัตถุ นั้นจากนั้นก็จะได้ชนิดของข้อมูล แล้วได้ค่าของข้อมูลที่ใช้ OID อ้างอิงไปโดยกำหนดเลข IP ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ตั้งไว้คือ 158.108.207.92

รูปที่ 3 แสดงการทดสอบดึงค่าสถานะต่างๆ โดยใช้คำสั่ง snmpwalk เขียนใส่ใน shell script โดยจะดึงข้อมูลของ SNMP ที่มีอยู่ทั้งหมดของ tree มาจากนั้นให้สร้างไฟล์เพื่อเก็บไว้ในรูปแบบไฟล์ Text file

รูปที่ 4 - 10 เป็นผลการดึงค่าสถานะต่างๆ จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้ Shell script อ้างอิงจาก Object Identifier (OID) มาเก็บในรูปแบบไฟล์ Text file โดย รูปที่ 4 แสดงผลการเขียน Shell script โดยการอ้างอิง OID ของเปอร์เซ็นต์ของเวลา CPU ที่ใช้งาน, รูปที่ 5 แสดงผลการเขียน Shell script โดยการอ้างอิง OID ของ RAM ที่เหลือ, รูปที่ 6 แสดงผลการเขียน shell script โดยการอ้างอิง OID ของ Available Swap, รูปที่ 7 แสดงผลการเขียน Shell script โดยการอ้างอิง OID ของ Total Swap Size, รูปที่ 8 แสดงผลการเขียน Shell script โดยการอ้างอิง OID ของ Total RAM in machine หรือ RAM ที่อยู่ในเครื่อง, รูปที่ 9 แสดงผลการเขียน Shell script โดยการอ้างอิง OID ของ Total RAM Buffered และ รูปที่ 10 แสดงผลการเขียน Shell script โดยการอ้างอิง OID ของ Total Cached Memory.

```
iso.3.6.1.2.1.1.1.0 = STRING: "Linux kim-System-Product-Name 2.6.38-8-generic #42-Ubuntu S
iso.3.6.1.2.1.1.2.0 = OID: iso.3.6.1.4.1.8072.3.2.10
iso.3.6.1.2.1.1.3.0 = Timeticks: (200103) 0:33:21.03
iso.3.6.1.2.1.1.4.0 = STRING: "admin"
iso.3.6.1.2.1.1.5.0 = STRING: "kim-System-Product-Name"
iso.3.6.1.2.1.1.6.0 = STRING: "Thailand"
iso.3.6.1.2.1.1.7.0 = INTEGER: 79
iso.3.6.1.2.1.1.8.0 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.2.1 = OID: iso.3.6.1.6.3.10.3.1.1
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.2.2 = OID: iso.3.6.1.6.3.11.3.1.1
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.2.3 = OID: iso.3.6.1.6.3.15.2.1.1
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.2.4 = OID: iso.3.6.1.6.3.1
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.2.5 = OID: iso.3.6.1.2.1.49
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.2.6 = OID: iso.3.6.1.2.1.4
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.2.7 = OID: iso.3.6.1.2.1.50
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.2.8 = OID: iso.3.6.1.6.3.16.2.2.1
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.3.1 = STRING: "The SNMP Management Architecture MIB."
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.3.2 = STRING: "The MIB for Message Processing and Dispatching."
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.3.3 = STRING: "The management information definitions for the SNMP User-
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.3.4 = STRING: "The MIB module for SNMPv2 entities"
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.3.5 = STRING: "The MIB module for managing TCP implementations"
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.3.6 = STRING: "The MIB module for managing IP and ICMP implementations"
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.3.7 = STRING: "The MIB module for managing UDP implementations"
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.3.8 = STRING: "View-based Access Control Model for SNMP."
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.4.1 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.4.2 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.4.3 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.4.4 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.4.5 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.4.6 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.4.7 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.1.9.1.4.8 = Timeticks: (2) 0:00:00.02
iso.3.6.1.2.1.2.1.0 = INTEGER: 2
iso.3.6.1.2.1.2.2.1.1.1 = INTEGER: 1
iso.3.6.1.2.1.2.2.1.1.2 = INTEGER: 2
iso.3.6.1.2.1.2.2.1.2.1 = STRING: "lo"
iso.3.6.1.2.1.2.2.1.2.2 = STRING: "eth0"
iso.3.6.1.2.1.2.2.1.3.1 = INTEGER: 24
iso.3.6.1.2.1.2.2.1.3.2 = INTEGER: 6
iso.3.6.1.2.1.2.2.1.4.1 = INTEGER: 16436
iso.3.6.1.2.1.2.2.1.4.2 = INTEGER: 1500
```

รูปที่ 3: Shell script result of snmpwalk command

```
iso.3.6.1.4.1.2021.11.9.0 = INTEGER: 38
```

รูปที่ 4: Shell script result of getting CPU usage

```
iso.3.6.1.4.1.2021.4.6.0 = INTEGER: 29636
```

รูปที่ 5: Shell script result of getting remaining RAM space

```
158.108.207.92/test/loadmemory/a1.txt
iso.3.6.1.4.1.2021.4.4.0 = INTEGER: 784380
```

รูปที่ 6: Shell script result of getting Available Swap Space

```
158.108.207.92/test/loadmemory/a.txt
iso.3.6.1.4.1.2021.4.3.0 = INTEGER: 1167364
```

รูปที่ 7: Shell script result of getting total swap size

```
158.108.207.92/test/loadmemory/a3.txt
iso.3.6.1.4.1.2021.4.5.0 = INTEGER: 765980
```

รูปที่ 8: Shell script result of getting total RAM

```
158.108.207.92/test/loadmemory/a11.txt
iso.3.6.1.4.1.2021.4.14.0 = INTEGER: 56168
```

รูปที่ 9: Shell script result of getting total RAM buffered

```
158.108.207.92/test/loadmemory/a13.txt
iso.3.6.1.4.1.2021.4.15.0 = INTEGER: 326704
```

รูปที่ 10: Shell script result of getting Total Cached Memory

จาก รูปที่ 11 เป็นผลการดึงค่าสถานะต่างๆ จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลโดยผลของการทำงานของ Script ตามช่วงเวลาที่กำหนดทุกๆ 1 ชั่วโมงเพื่อสามารถเรียกดูสถานะย้อนหลังที่เก็บผ่านมาได้ ส่วนภาพที่ 12 เป็นผลการดึงค่าสถานะต่างๆ จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล โดยสั่งการทำงานจาก Script ตามช่วงเวลาที่กำหนดจะเก็บข้อมูลทุกๆ 1 นาทีเพื่อให้สามารถได้สถานะที่เป็นปัจจุบัน

status_id	percencpuusage	totalram	swapsspace	swapsize	totalramusage	totalramfree	date	time	totalrambuffered
1567	0	765980	1161448	1167364	82216	683764	2014-01-01	00:00:01	145276
1568	0	765980	1161448	1167364	77420	688560	2014-01-01	01:00:01	146304
1569	0	765980	1161448	1167364	72932	693048	2014-01-01	02:00:01	146824
1570	0	765980	1161448	1167364	71188	694792	2014-01-01	03:00:02	146888
1571	0	765980	1161448	1167364	67352	698628	2014-01-01	04:00:02	146952
1572	0	765980	1161448	1167364	62060	703920	2014-01-01	05:00:02	147728
1573	0	765980	1161448	1167364	58316	707664	2014-01-01	06:00:02	148536
1574	0	765980	1161448	1167364	55060	710920	2014-01-01	07:00:01	149280
1575	0	765980	1161448	1167364	76664	689316	2014-01-01	08:00:01	162244
1576	0	765980	1161448	1167364	72720	693260	2014-01-01	09:00:01	162304
1577	0	765980	1161448	1167364	69316	696664	2014-01-01	10:00:01	162356

รูปที่ 11: Result of putting server's status to a database every 1 hour

status_id	percentcpuusage	totalram	swapspace	swapsize	totalramfree	totalramusage	date	time	totalrambuffered	totalramcachedmemory
1	0	765980	1167364	1167364	39180	1206544	2014-03-24	20:20:01	115412	326012

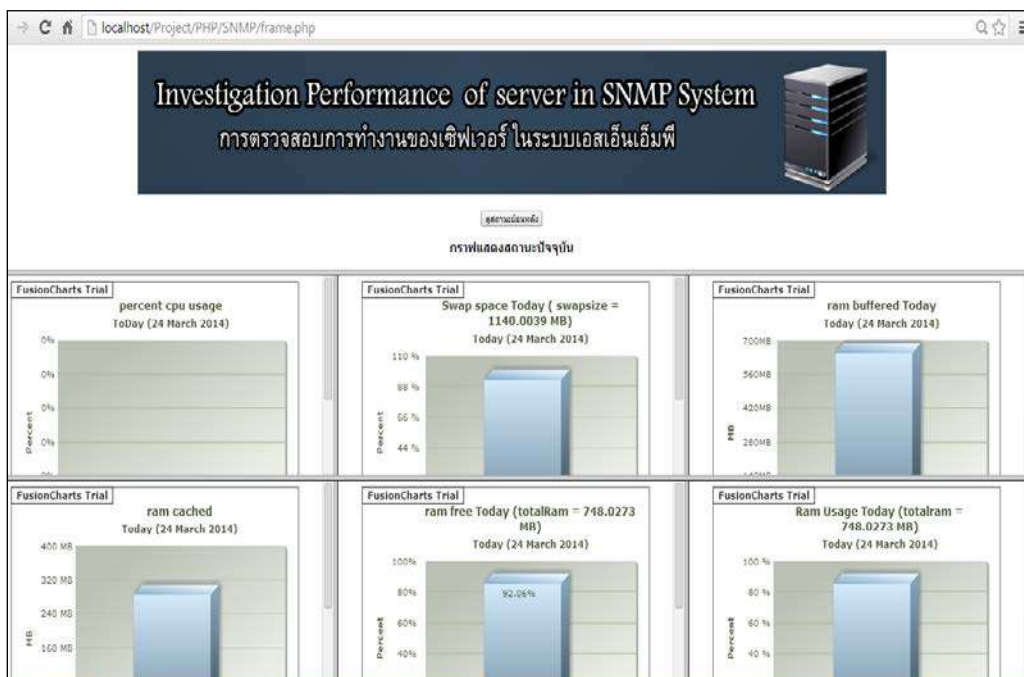
รูปที่ 12: Result of putting server's status to a database every 1 minute

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

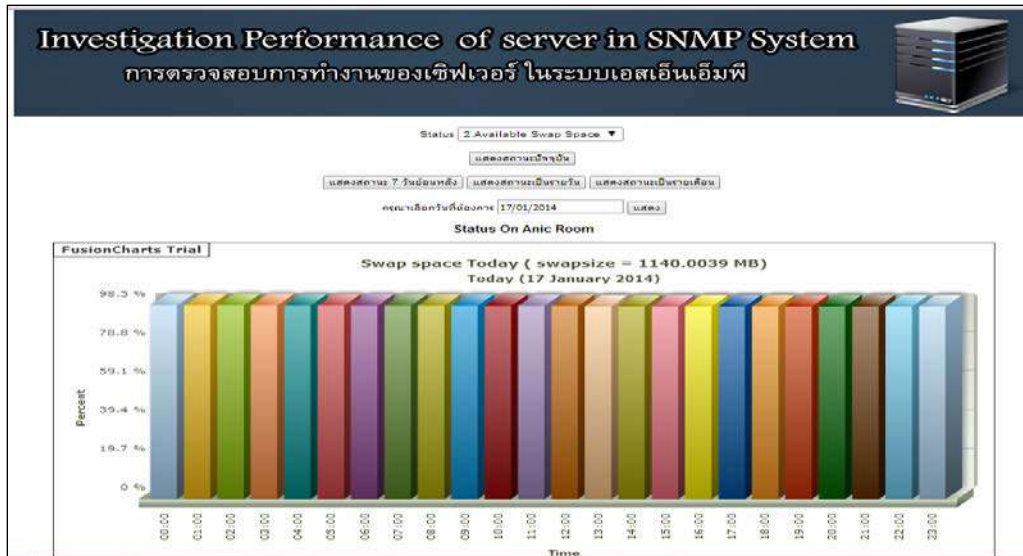
รูปที่ 13 ถึง 16 แสดงผลการพัฒนาระบบ โดยเป็นผลที่ระบบนำข้อมูลจากฐานข้อมูลมาแสดงบนเว็บในรูปแบบของแผนภูมิ ได้แก่ รูปที่ 13 เป็นหน้าเว็บแสดงข้อมูลล่าสุดในเวลาปัจจุบัน ซึ่งแสดงค่าสถานะทั้งหมด 6 สถานะคือ เปอร์เซนต์การใช้งานของ CPU, RAM ทั้งหมดที่ถูกใช้งาน, RAM ทั้งหมดที่ไม่ถูกใช้งาน, หน่วยความจำที่ถูกจองไว้สำหรับข้อมูลชั่วคราว (Buffered), หน่วยความจำที่ถูกนำมาเก็บข้อมูลใช้งาน (Cache) และพื้นที่ Swap File

รูปที่ 14 เป็นการแสดงข้อมูลสถานะเป็นรายวันโดยผู้ใช้งานสามารถเลือกวันที่ต้องการให้แสดงได้ ดังตัวอย่างในภาพเป็นวันที่ 17 มกราคม พ.ศ 2557 โดยแสดงสถานะของ Swap space

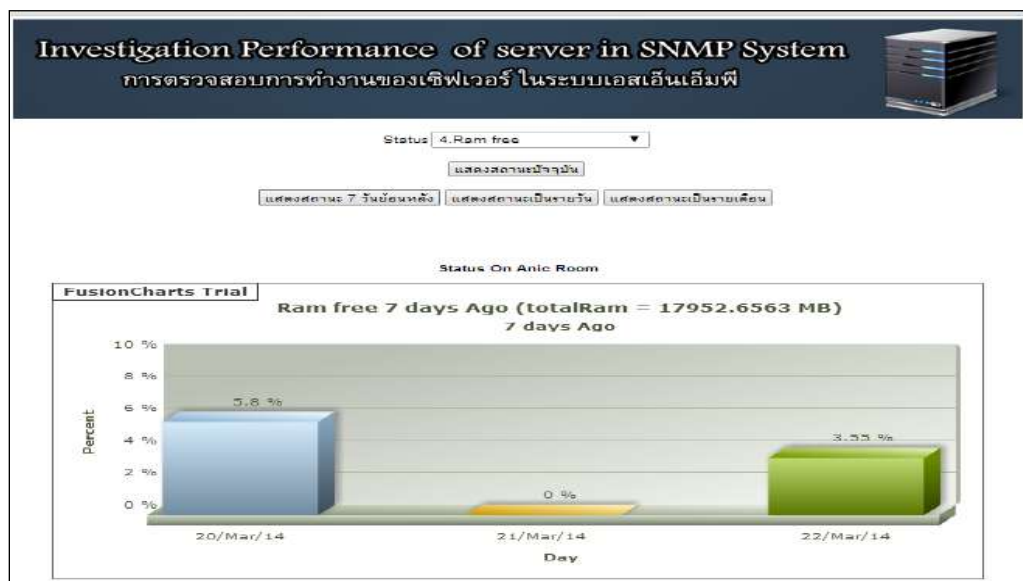
รูปที่ 15 เป็นตัวอย่างการแสดงผลข้อมูล 7 วันย้อนหลังจากวันปัจจุบันคือวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ 2557 แต่มีข้อมูลย้อนหลังเพียง 3 วัน เนื่องจากวันที่ 17, 18, 19 และ 23 มีนาคม 2557 เกิดไฟฟ้าดับทำให้ไม่มีการเก็บข้อมูลไว้ และ รูปที่ 16 เป็นตัวอย่างแสดงผลข้อมูลใน 1 เดือนที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูสถานะของเดือนที่ผ่านมาได้ โดยตัวอย่างในภาพเป็นแสดงรายละเอียดของเดือน มกราคม 2557



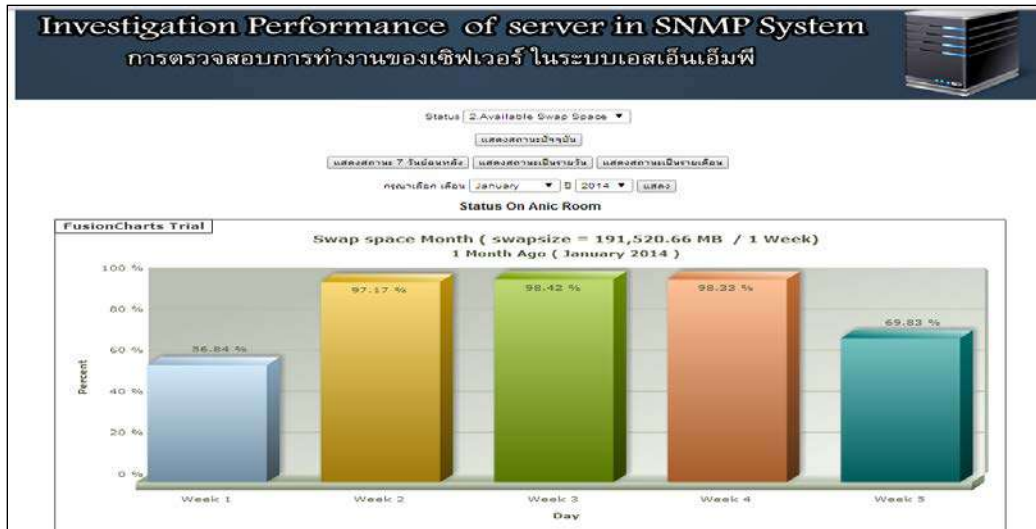
รูปที่ 13: Real-Time Status



รูปที่ 14: One Day Status



รูปที่ 15: Seven Days Status



รูปที่ 16: One Month Status

สรุป

ระบบตรวจสอบการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ด้วยโปรโตคอลเอสเอ็นเอ็มพีนี้ ถูกออกแบบมาเพื่อแสดงข้อมูลสถานะต่างๆ ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และแสดงผลออกทางหน้าเว็บเพจ โดยที่ผู้ดูแลระบบไม่จำเป็นต้องเข้าถึงตัวเครื่องเซิร์ฟเวอร์โดยตรง ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีรูปแบบที่ใช้งานได้ง่ายและแสดงผลในรูปของแผนภูมิที่มีความละเอียดและสีสันสวยงาม ทั้งนี้ระบบได้ดึงค่าสถานะทุกอย่างจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ณ เวลานั้นๆ มาด้วยคำสั่ง snmpwalk เพียงครั้งเดียว จึงทำให้ไม่เป็นภาระในการประมวลผลของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ถูกตรวจสอบการทำงาน โดยข้อมูลที่จัดเก็บจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ซึ่งก็คือข้อมูลการใช้งานทรัพยากรต่างๆ ของเครื่องในขณะนั้น อันได้แก่ เปอร์เซ็นต์การใช้งานของซีพียู, แรมทั้งหมดที่ถูกใช้งาน, แรมทั้งหมดที่ไม่ถูกใช้งาน, หน่วยความจำที่ถูกจองไว้สำหรับข้อมูลชั่วคราว (RAM buffered), หน่วยความจำที่ถูกนำมาเก็บข้อมูลใช้งาน (RAM cache) และพื้นที่ในการทำ Swap file ซึ่งข้อมูลในส่วนของ RAM และ Swap file ซึ่งเมื่อระบบได้ข้อมูลเหล่านี้มาแล้ว จะประมวลผลจำแนกข้อมูลของสถานะทรัพยากรชนิดต่างๆ เพื่อเก็บลงระบบฐานข้อมูล นอกจากนั้นระบบยังนำข้อมูลประเภทของสถานะหน่วยความจำต่างๆ ไปแปลงหน่วยเป็น MB และประมวลผลเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์เทียบกับปริมาณหน่วยความจำนั้นๆ ทั้งหมด เพื่อนำไปใช้สร้างแผนภูมินำเสนอต่อผู้ให้ใช้ให้สามารถทราบถึงทรัพยากรต่างๆ ของระบบที่ถูกใช้ไปและที่คงเหลือ ส่งผลให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ดูแลระบบที่สามารถตรวจสอบระบบของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ต่างๆ ได้โดยใช้ระบบที่แสดงผลเข้าใจง่าย และสามารถตรวจสอบได้จากระยะไกลอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

ไกรฤกษ์ มโนพัฒน์กร และกายรัฐ เจริญราษฎร์. (2555). ระบบตรวจสอบและการตั้งค่าอุปกรณ์เราเตอร์. ในการประชุมสัมมนาทางคอมพิวเตอร์ในระดับปริญญาตรี ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี, 9-16.
ประดิษฐ์ พิทักษ์เสถียรกุล. (2543). โปรแกรมการตรวจสอบสมรรถภาพการทำงานของ Router ในระบบ SNMP. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

- ธีรฤกษ์ จันทเบญจมิตร. (2544). *โปรแกรมจัดการเครือข่ายด้วย SNMP โดยใช้เว็บ*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พุทธิพงศ์ สุพรรณกุล, ณัฐชามญช์ ศรีจำเริญรัตน์ และกายรัฐ เจริญราษฎร์. (2556). *การพัฒนาระบบเก็บข้อมูลและแสดงปริมาณการจราจรของข้อมูลในเครือข่าย. ในการประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏเพชรบุรีวิจัยเพื่อแผ่นดินไทยที่ยั่งยืน ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 245-249.*
- สาธิต ฝ่าใต้. (2553). *ระบบเฝ้าสังเกตเครือข่ายผ่านเว็บโดยใช้เอสเอ็นเอ็มพี โพรโตคอล*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- David Breitgand, Danny Raz and Yuval Shavit. (2002). *SNMP GetPrev: an efficient way to browse large MIB tables. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 20, no. 4, (pp. 656-667)*
- Wenxian Zeng and Yue Wang. (2009). *Design and Implementation of Server Monitoring System Based on SNMP. International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Retrieved April 25-26, 2009.

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการเพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่การทำงาน THE APPLICATION OF ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS FOR INCREASING IN AREAS OF WORKS

จีรยุทธ มุลสาร¹, เชิดชู คำสุภาพ², อ.สุคนธ์ทิพย์ เพ็ญศิลป์^{3*}
Jeerayut Moonsan¹, Cherdchoo Khumsupharp², Sukonthip Permsin^{3*}

^{1,2,3} สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

^{1,2,3} Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology
Panyapiwat Institute of Management

*Corresponding author, E-mail: sukonthipper@pim.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่การทำงาน ในแผนกเชื่อมของโรงงานกรณีศึกษา เนื่องจากพื้นที่ปฏิบัติงานมีสายลมวางขัดขวางการทำงาน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบอุปกรณ์ระบบลม โดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process) มาช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ระบบลม เกณฑ์การตัดสินใจประกอบไปด้วย พื้นที่การทำงาน การติดตั้งอุปกรณ์ ความปลอดภัย ราคา และอายุการใช้งาน โดยรวบรวมข้อมูลการตัดสินใจจากผู้เชี่ยวชาญ หลังจากการใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ในการเลือกอุปกรณ์ระบบลมที่เหมาะสมแล้วนำไปใช้ พบว่า สามารถเพิ่มพื้นที่การทำงานได้ 130.77% และจากการจัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้ทดลองใช้งานจริง มีคะแนนความพึงพอใจในทุกหัวข้ออยู่ระหว่าง 3.27 – 3.40 คะแนน ซึ่งมีคะแนนเต็มเท่ากับ 4 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงระดับความพึงพอใจ “ดีมาก” ยกเว้นเพียงแรงดันของลมที่ใช้งานเท่านั้น ที่มีคะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 2.58 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงระดับความพึงพอใจ “ดี”

คำสำคัญ: กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ การเพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่การทำงาน ระบบลม

Abstract

This research aims to increase efficiency in areas of works in the Welding Department of the case study factory due to compressed air tubes obstruct the operating areas. Researchers designed the compressed air systems by applying the Analytical Hierarchy Process: AHP to help diagnose problems with the decision to select a compressed air system. By defining the criteria for the decision are; working area, equipment installation, safety in operation, equipment cost and equipment lifetime, researchers gathering information to make decisions from experts and those involved by the estimate. The appropriate compressed air systems increase the working area to 130.77% and the satisfaction of workers by the satisfaction questionnaire showed that rating of all sections 3.27 to 3.40 of the full score of 4, which is in the level of satisfaction "very good" except only the pressure of the compressed air with a satisfaction rating of 2.58 which is in the satisfaction levels of "good".

Keywords: AHP, increasing efficiency in areas of works, compressed air

บทนำ

ระบบลมที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม คือ การนำอากาศที่อัดตัวจนมีแรงดันสูงมาเป็นพลังงานเพื่อใช้ในกระบวนการทำงาน ได้แก่ ไขควงลม บล็อกลม งานขึ้นสกรูหรือน็อตต่างๆ ทำให้ขึ้นได้รวดเร็วและแน่นขึ้น เครื่องเจาะสำหรับการเจาะชิ้นงานให้ได้ความแม่นยำ เครื่องเจียรลมใช้สำหรับงานเจียรตกแต่งผิวโลหะต่างๆ ได้รวดเร็วและได้งานละเอียดตามต้องการ ปืนลมสำหรับเป่าทำความสะอาดเป่าสิ่งสกปรกต่างๆ ที่ติดอยู่ตามชิ้นงานหรือพื้นผิวต่างๆ เครื่องยิงลวด ยิงตะปู ลวดเย็บ ยิงริเวท สำหรับทำให้วัสดุยึดติดกัน สะดวกรวดเร็วลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ เครื่องพ่นสีสำหรับพ่นสีชิ้นงานให้สวยงาม สีสม่ำเสมอนอกจากนี้เครื่องจักรต่างๆ ในโรงงานที่ใช้ลมได้แก่เครื่อง CNC เครื่องตัดโลหะด้วยแสงเลเซอร์ เครื่องเชื่อมโลหะ และอื่นๆ

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ได้นำ ลม หรือ ระบบลม มาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย โดยการนำมาใช้ขับเคลื่อนและควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต่างๆ เนื่องจาก ระบบลมทนต่อแรงระเบิดจึงปลอดภัย ใช้งานง่าย สะดวกรวดเร็ว และเป็นระบบที่สะอาดรวมถึงบริษัทกรณีศึกษาซึ่งเป็นผู้ผลิตเครื่องจักรในกระบวนการสีข้าว ได้แก่ เครื่องทำความสะอาดและขจัดสิ่งปนเปื้อนในเปลือกข้าว เครื่องชั่งน้ำหนักสำหรับตรวจสอบน้ำหนักข้าว ในกระบวนการผลิต เครื่องกระเทาะเปลือกข้าว เครื่องคัดแยกข้าวเปลือก เครื่องคัดแยกหิน กรวด ทราจจากเม็ดข้าวด้วยความถ่วงจำเพาะ เครื่องขัดขาวสำหรับเพิ่มความขาวให้เม็ดข้าว เครื่องคัดแยกข้าวขาวที่ต้องการ เครื่องบรรจุผลผลิตหลังเสร็จสิ้นกระบวนการ เป็นต้น

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับการใช้งานระบบลมของบริษัทจากกรณีศึกษา พบว่าในสถานที่ปฏิบัติงาน เช่น แผนกเครื่องกลงานตัด งานพับโลหะ งานเจาะ งานกลึง แผนกเชื่อม แผนกสี แผนกประกอบมีสายลมวางขัดขวางพื้นที่การทำงาน เนื่องจากระบบการเดินสายลมในปัจจุบันวางสายลมบนพื้นและสายลมมีความยาวมากไม่เป็นระเบียบ ทำให้พื้นที่ในการทำงานและพื้นที่ในการวางชิ้นงานที่เสร็จแล้วลดลงด้วยเหตุดังกล่าว ข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาประสิทธิภาพ และเพิ่มพื้นที่การทำงานโดยออกแบบอุปกรณ์ระบบลมแบบใหม่ เพื่อให้สายลมกีดขวางการทำงาน โดยที่จะประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตัดสินใจด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) ในการเปรียบเทียบข้อมูลของอุปกรณ์ระบบลมระบบใหม่ เพื่อให้ผลสำรวจที่ได้มีความน่าเชื่อถือสอดคล้องกันของเหตุผล และผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญต่อการตัดสินใจว่าเกณฑ์ในการตัดสินใจใดสำคัญกว่ากัน และสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อให้ได้อุปกรณ์ระบบลมที่เหมาะสมต่อการใช้งานมากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ออกแบบอุปกรณ์ระบบลมในแผนกเชื่อมของโรงงานกรณีศึกษา

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) หรือเรียกว่า AHP ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด โดยมีหลักการง่ายๆ คือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นขั้นๆ ขั้นแรก คือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Sub criteria)

และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกทีละคู่ (Pairwise) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ ว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน โดยการให้คะแนนตามความสำคัญหรือความชอบ หลังจากให้คะแนนเพื่อจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์แล้ว จึงค่อยพิจารณาวิเคราะห์ทางเลือกทีละคู่ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทีละเกณฑ์จนครบทุกเกณฑ์ ถ้าการให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบนั้นสมเหตุสมผล(Consistency) จะสามารถจัดลำดับทางเลือกเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดได้ซึ่งการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา 3 ประการคือการจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์การหาลำดับความสำคัญ (Priority) และการวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของข้อมูล (วราวุธ วุฒิวิชัย, 2546: 57-76)

งานวิจัยที่มีการนำทฤษฎี AHP ไปใช้ได้แก่ จุฑามาศ (2556) วิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจในการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน ซึ่งประกอบไปด้วยการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเลือกทำเลที่ตั้งโรงงาน โดยในการกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจนั้นจะพิจารณาถึงจำนวนของเกณฑ์ที่เหมาะสม คือ ราคาที่ดิน การขนส่ง ต้นทุน ตลาด สังคม และชุมชน และความพร้อมของทำเลที่ตั้ง สำหรับทางเลือกที่จะผ่านการกลั่นกรองเบื้องต้นถึงความเหมาะสมที่จะใช้เป็นทางเลือกประกอบด้วย อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอเกาะสมุย อำเภอบ้านตาขุน อำเภอไชยา และอำเภอฟุนพิน ในการวิจัยจะนำปัจจัยและทางเลือกมาพัฒนาเป็นรูปแบบโครงสร้างลำดับชั้นเพื่อใช้เลือกทำเลที่ตั้งโรงงานที่เหมาะสม แล้วทำการรวบรวมข้อมูลการตัดสินใจของผู้ตอบแบบสอบถามในฝ่ายบริหารทั้ง 5 ท่านที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังมี วุฒิชัย(2550) ได้ศึกษาลำดับความสำคัญปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จและดัชนีชี้วัดความสำเร็จของการประยุกต์การดำเนินงานการยศาสตร์ เพื่อสามารถใช้ผลการศึกษาเป็นแนวทางในการประยุกต์การดำเนินงานการยศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จ และวิเคราะห์ผลการตัดสินใจด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process)

โดยมีขั้นตอนการศึกษา 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

- (1) สรุปปัจจัยสนับสนุนจาก เอกสาร หนังสือทางวิชาการ และงานวิจัย เพื่อกำหนดปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จและดัชนีชี้วัดความสำเร็จของการดำเนินงานการยศาสตร์
- (2) พัฒนาโครงสร้างลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เพื่อนำมาสร้างแบบสอบถาม
- (3) ดำเนินการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย
- (4) รวบรวมวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัยสนับสนุนความสำเร็จของการดำเนินงานการยศาสตร์ด้วยโปรแกรม Expert Choice

วิธีดำเนินการวิจัย

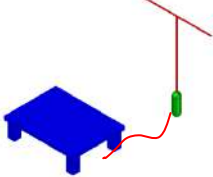
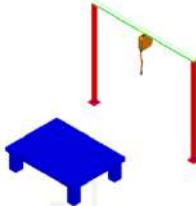
1. วิเคราะห์ปัญหาและความสูญเสียที่เกิดขึ้น

จากการสำรวจและสอบถามภายในสถานที่ปฏิบัติงานแผนกเชื่อมของบริษัทกรณีศึกษา พบว่ามีสายลมวางขัดขวางพื้นที่การทำงาน เนื่องจากระบบการเดินสายลมในปัจจุบันวางสายลมบนพื้นและสายลมมีความยาวมาก ไม่เป็นระเบียบ ทำให้พื้นที่ในการทำงานและพื้นที่วางชิ้นงานที่เสร็จแล้วลดลง ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นตัวอย่างของการใช้สายลมทั้ง 3 เส้น โดยแต่ละเส้นถูกลากไปใช้ในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งจะสูญเสียพื้นที่การทำงานในบริเวณที่มีสายลมพาดผ่าน นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับสะเก็ดไฟความร้อน ของมีคมในการประกอบชิ้นงานยังส่งผลทำให้สายลมเสียหายบ่อยครั้ง ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนสายลมใหม่แต่ละปีเฉลี่ยโดยประมาณ 30,000 บาท

2. แนวทางการแก้ไขปัญห

เพื่อพัฒนาให้พื้นที่การทำงานของพนักงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้วิจัยจึงออกแบบอุปกรณ์ระบบลมแบบใหม่ขึ้นมาทั้งหมด 3 แบบ แสดงในตารางที่ 1 ซึ่งอุปกรณ์ระบบลมทั้ง 3 แบบมีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกันออกไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตัดสินใจด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) มาช่วยในการตัดสินใจเพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือและทางเลือกที่ดีที่สุด

ตารางที่ 1: รายละเอียดของรูปแบบอุปกรณ์ระบบลม

แบบที่	รายละเอียด	ข้อดี	ข้อด้อย
1	 ต่อท่อลมแล้วมีถึงพกลมในแต่ละพื้นที่การทำงานและใช้สายลมธรรมดาต่อใช้งาน	1. พื้นที่การทำงานเพิ่มขึ้น 2. สายลมที่ใช้แต่ละพื้นที่งานสั้นลง	1. ราคาสูง 2. สายลมอาจโดนสะเก็ดไฟ 3. การติดตั้งค่อนข้างยาก
2	 สร้างโครงสร้างเพื่อให้สายลมอยู่เหนือพื้นที่การทำงานและติดตั้งกลับสายลม	1. ไม่เกะกะสามารถเก็บได้โดยไม่ต้องถอดสายลม 2. ลดความเสียหายของสายลมเนื่องจากสะเก็ดไฟในงานเชื่อม 3. พื้นที่การทำงานเพิ่มขึ้น	1. ราคาค่อนข้างสูง
3	 เดินสายลมอยู่บนพื้นโดยใช้ฝาครอบสายลมเพื่อป้องกันสะเก็ดไฟที่เกิดจากการทำงาน	1. ลดความเสียหายของสายลมเนื่องจากสะเก็ดไฟในงานเชื่อม	1. สายลมอาจต้องFixตายตัวทำให้การใช้สายลมลำบาก 2. กีดขวางการทำงานเนื่องจากฝากที่ครอบสายลม

ตารางที่ 2: เกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ระบบลม

เป้าหมาย	ทางเลือก	เกณฑ์ในการตัดสินใจ
อุปกรณ์ระบบลม	1. แบบที่ 1 2. แบบที่ 2 3. แบบที่ 3	1. พื้นที่การทำงาน 2. การติดตั้งอุปกรณ์ 3. ความปลอดภัย 4. ราคา 5. อายุการใช้งาน

3. ใช้กระบวนการตัดสินใจกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ AHP ในการเลือกอุปกรณ์ระบบลม

ขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) คือ

- 1.) กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจในการเลือกใช้อุปกรณ์ระบบลม โดยการศึกษาและรวบรวมข้อมูลคุณสมบัติต่างๆ ของระบบลม จากผู้เชี่ยวชาญ ผู้เกี่ยวข้อง สื่ออินเทอร์เน็ตต่างๆ เพื่อกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจในการเลือกอุปกรณ์ระบบลมที่เหมาะสมดังตารางที่ 2
- 2.) จัดแบบประเมินวินิจฉัยเปรียบเทียบด้วยการให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่ โดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่เกี่ยวข้องแล้วนำมาคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) จะได้ผลดังตารางที่ 3

จากผลการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจในการเลือกใช้อุปกรณ์ระบบลมแบบต่างๆ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) สามารถสรุปผลลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ แสดงดังตารางที่ 4 ซึ่งพบว่าลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของอายุการใช้งานจะมากที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.23 และค่าน้ำหนักความสำคัญของราคาจะน้อยที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.16 และจากการหาค่าความสอดคล้อง C.R. = 0.00 < 0.10 ดังนั้นความสอดคล้องในการเปรียบเทียบสามารถยอมรับได้

ตารางที่ 3: ผลการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจของอุปกรณ์ระบบลม

ผู้ประเมิน	ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ					ค่าความสอดคล้อง
	พื้นที่การทำงาน	การติดตั้งอุปกรณ์	ความปลอดภัย	ราคา	อายุการใช้งาน	
1	0.30	0.17	0.17	0.06	0.30	0.10
2	0.15	0.19	0.25	0.25	0.17	0.09
3	0.20	0.20	0.22	0.17	0.21	0.08
ค่าเฉลี่ย	0.22	0.18	0.21	0.16	0.23	0.09

ตารางที่ 4: สรุปผลลำดับค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจของอุปกรณ์ระบบลม

ลำดับ	เกณฑ์	ค่าน้ำหนักความสำคัญ ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ	ค่าความสอดคล้อง
1	อายุการใช้งาน	0.23	0.09
2	พื้นที่การทำงาน	0.22	
3	ความปลอดภัย	0.21	
4	การติดตั้งอุปกรณ์	0.18	
5	ราคา	0.16	

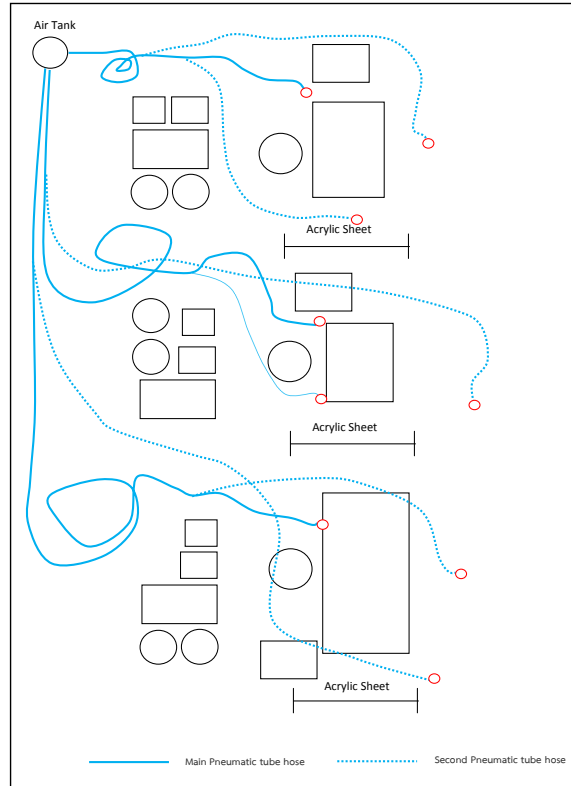
ตารางที่ 5: สรุปผลการหาค่าลำดับความสำคัญของทางเลือกที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกใช้ระบบลม

น้ำหนักของ เกณฑ์ ทางเลือก	พื้นที่การทำงาน	การ ติดตั้ง	ความปลอดภัย	ราคา	อายุการใช้งาน
แบบที่ 1	0.41	0.08	0.32	0.08	0.40
แบบที่ 2	0.47	0.25	0.49	0.25	0.49
แบบที่ 3	0.13	0.67	0.20	0.67	0.11

ตารางที่ 6: ลำดับความสำคัญในการเลือกใช้ระบบลม

ทางเลือก	ลำดับความสำคัญ
แบบที่ 1	0.27
แบบที่ 2	0.40
แบบที่ 3	0.33

3.) คำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกที่ใช้ในการตัดสินใจในการเลือกใช้อุปกรณ์ระบบลมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานสามารถสรุปผลค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกที่ใช้ในการตัดสินใจ แสดงดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6



รูปที่ 1: ตำแหน่งการใช้งานของสายลม ของแผนกเชื่อมในปัจจุบัน

จากการวิเคราะห์โดยประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process) ในการตัดสินใจเลือกใช้ระบบลมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของพื้นที่การทำงาน ซึ่งได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่เกี่ยวข้อง ในมุมมองที่แตกต่างกันแต่ผลที่ได้มีความสอดคล้องกันของข้อมูลตามทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจได้ลำดับความสำคัญซึ่งผลที่ได้ คืออุปกรณ์ระบบลมแบบที่ 2 มีค่าลำดับความสำคัญเท่ากับ 0.40 ซึ่งมีค่ามากที่สุด ผู้วิจัยจึงเลือกแนวทางในการพัฒนาระบบลมตามแบบที่ 2 สร้างโครงสร้างรองรับเพื่อให้สายลมอยู่เหนือพื้นที่การทำงานและติดตั้งกลับสายลมให้สามารถม้วนสายลมเก็บได้เองหลังการใช้งาน

4. ประเมินผลจากการใช้งานจริง

1.) วิเคราะห์พื้นที่การทำงานหลังการติดตั้งอุปกรณ์ระบบลมพบว่า พื้นที่การปฏิบัติงานเท่ากับ 240 ตารางเมตร ส่วนพื้นที่ที่มีสายลมกีดขวางการทำงานเท่ากับ 136 ตารางเมตร ดังนั้นพื้นที่การทำงานก่อนการปรับปรุงเท่ากับ $240 - 136 = 104$ ตารางเมตร

2.) จัดทำแบบสอบถามประเมินผลความพึงพอใจของพนักงานในแผนกเชื่อม หลังการติดตั้งอุปกรณ์ระบบลมจำนวน 45 คน มีหัวข้อในการพิจารณาและผลคะแนนที่ได้ แสดงดังตารางที่ 7 โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ

1.00 ถึง 1.75	=	พึงพอใจน้อย
1.76 ถึง 2.50	=	พึงพอใจปานกลาง
2.51 ถึง 3.25	=	พึงพอใจดี
3.26 ถึง 4.00	=	พึงพอใจดีมาก

ตารางที่ 7: ความพึงพอใจในการใช้งานอุปกรณ์ระบบลมของพนักงานในแผนกเชื่อม

ข้อ	หัวข้อการพิจารณา	คะแนน	ความพึงพอใจ
1	ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ระบบลมเหมาะสม	3.27	ดีมาก
2	ความปลอดภัยของการทำงานและโครงสร้างอุปกรณ์	3.29	ดีมาก
3	แรงดันของลมระหว่างการใช้งาน	2.58	ดี
4	สายลมไม่กีดขวางการทำงานและพื้นที่การทำงานเพิ่มขึ้น	3.27	ดีมาก
5	สามารถประยุกต์ใช้กับเครื่องมือลมได้ทุกชนิด	3.40	ดีมาก

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการเพิ่มประสิทธิภาพพื้นที่การทำงาน เพื่อตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ระบบลม 3 รูปแบบ หลังจากการประเมินให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่เกี่ยวข้อง ทำให้สรุปเลือกอุปกรณ์ระบบลมแบบที่ 2 ซึ่งมีค่าลำดับความสำคัญมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 0.40 ผู้วิจัยจึงนำมาจัดทำ โดยจัดให้อุปกรณ์สายลมอยู่เหนือพื้นที่การทำงานสูงกว่า 2.5 เมตร หลังจากดำเนินการวัดผลได้ดังนี้

1.) สามารถเพิ่มพื้นที่การทำงานจากเดิม 104 ตารางเมตร ให้มีขนาดพื้นที่การทำงานเป็น 240 ตารางเมตร หรือเพิ่มขึ้น 130.77% อีกทั้งหลังการใช้งานเสร็จแล้ว สามารถเก็บสายลมได้อย่างง่ายดายทำให้สายลมแลดูเป็นระเบียบเรียบร้อยและปลอดภัยจากสะเก็ดไฟ ของมีคมในกระบวนการทำงาน

2.) จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานจริงทั้ง 45 คนผู้ประเมินได้ให้คะแนนความพึงพอใจในทุกหัวข้อเท่ากับ 3.27 – 3.40 ซึ่งอยู่ในช่วงระดับความพึงพอใจ “ดีมาก” มีเพียงหัวข้อแรงดันของลมที่ใช้งานเท่านั้นที่มีคะแนนความพึงพอใจเท่ากับ 2.58 ซึ่งอยู่ในช่วงระดับความพึงพอใจ “ดี”

3.) อุปกรณ์ระบบลมที่ได้จัดทำขึ้นช่วยให้มีพื้นที่การทำงานเพิ่มขึ้น สายลมมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย สามารถประยุกต์ใช้งานกับเครื่องมือลมได้ทุกชนิดและโครงสร้างของอุปกรณ์ระบบลมนั้นมีความปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ อินทร์แก้ว. (2556). การวิเคราะห์ปัจจัยการเลือกทำเลที่ตั้งสาขากรณีศึกษา หจก. เอส เอส ค้าไม้ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ - โลจิสติกส์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- วรารุณ วุฒิวิชัย. (2546). การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น. ชลธรณบัววันชู - ชาติ. สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์. 4 มกราคม 2546.(57-76)
- วุฒิชัย สังขทรัพย์. (2550). การศึกษาปัจจัยสนับสนุนการดำเนินงานการยศาสตร์โดยอาศัยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก กรณีศึกษาศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

SOFTWARE OF ELECTRICAL EQUIPMENT MANAGEMENT FOR GREENHOUSE GAS: A CASE STUDY AT SCIENCE CENTER, THEPSATRI RAJABHAT UNIVERSITY

สกุล คำนวนชัย^{1*}, ชม กัมปาน²
Skul Kamnuanchai^{1*}, Chom Kimpan²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศและการสื่อสาร
²คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
E-mail: ^{1*}skulkmitt@gmail.com ²chomkim@pim.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยซอฟต์แวร์ที่พัฒนา สามารถใช้งานได้บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั่วไป ตอบสนองการใช้งานอย่างเป็นมาตรฐาน ตลอดจนสะดวกต่อการใช้งาน ผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ ด้วยโปรแกรมภาษาจาวาร่วมกับเทคโนโลยีแอปเพลต งานวิจัยนี้มีระบบการทำงานประกอบด้วยสามส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนการคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยมีตัวแปรที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 11 ตัวแปร ดังนี้ 1) เครื่องปรับอากาศ ชนิดอินเวอร์เตอร์ 2) เครื่องปรับอากาศ เบอร์ 5 3) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 4) เครื่องคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ 5) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดคอม ขนาด 28 วัตต์ (T5) 6) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดวงกลม ขนาด 36 (T8) 7) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดคอมขนาด 18 วัตต์ 8) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดอ้วนขนาด 20 วัตต์ 9) หลอดตะเกียบขนาด 20 วัตต์ 10) หลอดตะเกียบขนาด 18 วัตต์ และ 11) หลอดตะเกียบขนาด 15 วัตต์ ส่วนที่สองเป็นส่วนการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยกำหนดเงินงบประมาณ และส่วนที่สามเป็นส่วนการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก ของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยกำหนดความต้องการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้องการลด จากการนำผลการวิจัยไปใช้กับบุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี และทำการเก็บผลงานวิจัยด้วยวิธีการสนทนากลุ่มกับผู้ที่เกี่ยวข้องในการใช้ซอฟต์แวร์ ผลการทำงานของซอฟต์แวร์เป็นที่พึงพอใจกับผู้ใช้งานเป็นอย่างดี

คำสำคัญ: ก๊าซเรือนกระจก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซอฟต์แวร์ การบริหารจัดการ

ABSTRACT

This research aimed at developing the computer software to reduce the amount of greenhouse gas. The Java and Applet programs were used by the researcher to develop the effective greenhouse gas reduction program and to meet the need of users at a standard level. The greenhouse gas reduction program is easily to access, and it also can be accessed by the software via internet access. The greenhouse gas reduction working systems are divided into

three parts as follows. First part is Thepsatri Rajabhat University Science Center's carbon dioxide (Co2) release estimate comprising 11 electrical power consuming equipment variations including 1) Air conditioner inverter; 2) Standard Air conditioner No5; 3) personal computer; 4) laptop computer; 5) 28 watt fluorescent bulb (T5); 6) 36 watt fluorescent bulb (T8); 7) 18 watt fluorescent bulb (slim); 8) 20 watt fluorescent bulb (normal); 9) 20 watt compact fluorescent lamp; 10) 18 watt compact fluorescent lamp; and 11) 15 watt compact fluorescent lamp. Second part is estimation of Thepsatri Rajabhat University Science greenhouse gas reduction in terms of budget estimating for the working process. Third part is Thepsatri Rajabhat University Science greenhouse gas reduction estimate in terms of the level of Co2 reduction estimating. Significantly, the developed program was found satisfactory when trying out with the staffs at Science Center, and from the focus group dialogue and stakeholders.

Keyword: greenhouse gas, carbon dioxide, software, management

บทนำ

ปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทยมีแนวโน้มเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งการใช้พลังงาน การเกษตรกรรม การพัฒนา และการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง การตัดไม้ ล้วนเป็นการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ มีผลทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases: GHGs) มีผลโดยตรงกับภาวะโลกร้อน กระทบต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตบนโลกใบนี้ ซึ่งนับวันจะมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นอย่างไม่สามารถคาดเดาได้ สาเหตุสำคัญเกิดจากการใช้ทรัพยากรเกินขีดความสามารถ และขาดการจัดการที่ดี ดังนั้นการที่ต้องการลดสาเหตุการเกิดปัญหา ทุกหน่วยงานหรือองค์กรควรกำหนดแนวทางที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่ต้องปฏิบัติตาม พระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 ในมาตรา 7 ให้มหาวิทยาลัยเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นที่เสริมสร้างพลังปัญญาของแผ่นดิน ฟื้นฟูพลังการเรียนรู้ เชิดชูภูมิปัญญาของท้องถิ่น สร้างสรรค์ศิลปวิทยา เพื่อความเจริญก้าวหน้าอย่างมั่นคงและยั่งยืนของปวงชน มีส่วนร่วมในการจัดการ การบำรุงรักษา การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน และในมาตรา 8 ในข้อ 7 กล่าวไว้ว่า ให้ศึกษาและแสวงหาแนวทางพัฒนาเทคโนโลยีพื้นบ้านและเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของคนในท้องถิ่น รวมถึงการแสวงหาแนวทางเพื่อส่งเสริมให้เกิดการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน และตามมาตรา 10 พระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ อาจให้มีศูนย์ ส่วนราชการหรือหน่วยงานที่เรียกชื่ออย่างอื่นที่มีฐานะเทียบเท่าคณะ ซึ่งศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ถือเป็นส่วนหนึ่งของมหาวิทยาลัยที่มีปรัชญา “ส่งเสริมวิชาการ ร่วมสร้างงานวิจัย มุ่งให้บริการ ประสานสัมพันธ์ท้องถิ่น”

ตามพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พ.ศ. 2550 มาตรา 15 ให้มีคณะกรรมการคณะหนึ่งเรียกว่า “คณะกรรมการองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก” ในปี พ.ศ. 2551 คำว่า “ก๊าซเรือนกระจก” และ “คาร์บอนเครดิต” เป็นที่รู้จักกันมากขึ้นในสังคมไทย อันเป็นผลจากการดำเนินงาน

ของภาครัฐที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. (TGO) เริ่มภารกิจในฐานะองค์กรผู้มีอำนาจตามพิธีสารเกียวโต (Designated National Authority: DNA) ด้วยหน้าที่หลักในการวิเคราะห์รับรองโครงการลดก๊าซเรือนกระจก ภายใต้ชื่อทางการว่าโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ของพิธีสารเกียวโต

ธนัท พูลประทีน และคณะ (2554: 1) ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของสถาบันการศึกษา โดยการคำนวณเป็นค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ประเภทที่หนึ่งครอบคลุม การรั่วไหลของสารทำความเย็น การใช้เชื้อเพลิงในภาควิชา ประเภทที่สองครอบคลุม การใช้พลังงานไฟฟ้า และประเภทที่สามครอบคลุมการเดินทางไปกลับและการรับประทานอาหารของนิสิตระดับปริญญาตรี การใช้น้ำประปา และการใช้วัสดุจำพวก ก๊าซไนโตรเจนเหลวบรรจุท่อของห้องปฏิบัติการส่วนกลาง การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และการใช้กระดาษชำระของธุรการภาควิชา เป็นต้น จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมจากภาควิชาในปีการศึกษา 2553 เท่ากับ 1,036.43 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 52.9 รองลงมาเป็น การเดินทางไปกลับ และการรับประทานอาหารของนิสิตปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 24.7 และ 21.5 ตามลำดับ โดยกิจกรรมอื่นๆ ที่เหลือมีผลเพียงร้อยละ 0.81 เท่านั้น

ปัญญ์พัชรกร บุญพร้อม และนุรักษ์ กฤษดานุรักษ์ (2552: 41-55) งานวิจัยนี้ได้จัดทำทั้งแบบเชิงนโยบายและเชิงเทคนิค โดยในส่วนของเชิงนโยบายพบว่า มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ได้ดำเนินการจัดการเข้าร่วมโครงการเรียกคืนซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ กับกรมควบคุมมลพิษโดยในส่วนนี้สามารถครอบคลุมได้เพียง 28% และในส่วนของเชิงเทคนิคได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดสารปรอทโดยใช้ปริมาณสารโซเดียมซัลไฟด์ในอัตรา 1 เท่า และ 2 เท่า โดยปริมาณสารปรอทที่ใช้ในการทดลองมีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 10 mg/l พบว่าการใช้สารโซเดียมซัลไฟด์ 1 เท่า มีค่าประสิทธิภาพในการกำจัดสารปรอทได้มากกว่า 96% จากผลการทดลองที่ได้นำไปทำการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบรีไซเคิลและแบบไม่รีไซเคิลซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้แล้วจัดเป็นของเสียอันตรายเนื่องจากมีส่วนผสมของสารปรอท โดยเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิต จะทำให้ได้ทราบค่าเชิงปริมาณและแสดงให้เห็นถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ ของการกำจัดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เช่นความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ การใช้เชื้อเพลิงจากซากพืช-สัตว์ และการหายใจรับสารอนินทรีย์ เป็นต้น ขอบเขตการศึกษาของ วัฏจักรชีวิตของ ซากหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะศึกษาเฉพาะส่วนการกำจัดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่หมดอายุจากการใช้งานแล้วเท่านั้นผลจากการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยใช้โปรแกรม SimaPro7.1 วิธี Eco-indicator 99 พบว่า การกำจัดซากหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบรีไซเคิล มีผลกระทบด้านความเป็นพิษต่อระบบนิเวศในปริมาณที่ลดลงจากค่า 9×10^{-3} PDF/m²/year เหลือ -1.8×10^0 PDF/m²/year

ธงชัย ศรีนพคุณ และคณะ (2544: 45-51) ได้พัฒนาต้นแบบโปรแกรมเพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีสะอาดในอุตสาหกรรมกระดาษ ถูกพัฒนาขึ้นโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา Visual Basic version 6.0 และประยุกต์ใช้จริงกับกรณีศึกษา โปรแกรมนี้มีความสามารถในการคำนวณได้ 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สามารถคำนวณการตุลมวลของทุกอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต เพื่อวิเคราะห์การสูญเสียเยื่อกระดาษ ในส่วนที่ 2 คำนวณการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ คือการคำนวณค่าใช้จ่าย และจุดคุ้มทุนในการติดตั้ง Secondary LC. Cleaner และใน

ส่วนที่ 3 จะเป็นโปรแกรมช่วยคำนวณการออกแบบไฮโดรไฮโคลน โดยค่าที่โปรแกรมสามารถคำนวณได้คือ ค่า d_{50} , ค่าประสิทธิภาพของ ไฮโดรไฮโคลน (E) และค่าแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้สามารถนำไปประกอบการออกแบบ โดยวิธี Nomograph ซึ่งผลการคำนวณพบว่า สามารถลดการสูญเสียของน้ำและเยื่อหลังจากติดตั้งไฮโดรไฮโคลน ใน 1 รอบการผลิตได้ 10%ระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 ปีวิธีการคำนวณ (Calculation-based Methodologies) ในการหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล หรือการทำสมการมวลสารสมดุลหรือการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (facility-specific) หรือการคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร คูณกับค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงผลให้อยู่ในรูปของตัน(หรือ กิโลกรัม)คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂ equivalent) การคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้ ปริมาณก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม × ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

เมื่อข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) หมายถึง ปริมาณการใช้พลังงาน หรือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซออกมา เช่นปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่นับออกมาเป็นหน่วยของการใช้งาน ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission Factor) หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งคำนวณได้จากปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยกิจกรรม (อ้างอิงจาก IPCC's glossary) ในการดำเนินการในการลดก๊าซเรือนกระจกขององค์กร สามารถทำได้หลายวิธี จากการศึกษาในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ามีขอบเขตดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นองค์กรใดจะทำการพิจารณาขอบเขตใด ขอบเขตหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งขอบเขต สามารถดำเนินการได้ ดังงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสำนักงานศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยนำ SCOPE II มาเป็นกรอบในการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมในการเลือกหาวิธีการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยพิจารณาจาก งบประมาณ ความต้องการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจำนวนเท่าใด โดยโปรแกรมจะให้ ข้อเสนอว่าควรดำเนินกิจกรรมใดของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ให้ได้ผลที่เหมาะสมที่สุดตามที่ใช้งานโปรแกรมป้องกันงบประมาณกับความต้องการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ให้ระบบทำการสังเคราะห์ข้อมูล

จากความสำคัญและหน้าที่ของ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ในการแสวงหาในการจัดการ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน และสามารถสนองตอบกับปรัชญาของอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ ดังกล่าวข้างต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก
2. สร้างความตระหนักกับผิชอบการใช้พลังงานไฟฟ้าของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชุมหารือศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

งานวิจัยเรื่อง ซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ภาควิชาศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี เป็นงานวิจัยที่ทำการเก็บข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 4 ชั้น ของอาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยต้องทำงานร่วมกับบุคลากรทั้งหมด ของศูนย์วิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1.1. วางแผนสำรวจห้องปฏิบัติการทั้งหมดของศูนย์วิทยาศาสตร์
- 1.2. สำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานประจำของศูนย์วิทยาศาสตร์
- 1.3. เก็บข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์จำนวน 11 รายการ

2. กำหนด ประชากร กลุ่มตัวอย่าง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (kWh) ของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ประชากร กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในงานวิจัย คือค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (kWh) ของศูนย์วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีโครงสร้างอาคารประกอบด้วยกันจำนวน 4 ชั้น คือ

ชั้นที่ 1 ห้องผู้บริหาร ห้องสำนักงาน ห้องประชุม ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องควบคุมระบบคอมพิวเตอร์ และคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ชั้นที่ 2 ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้องพักอาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ ห้องวิจัยทางฟิสิกส์ ห้องควบคุมกัมมันตภาพรังสี

ชั้นที่ 3 ห้องปฏิบัติการเคมี ห้องพักอาจารย์สาขาวิชาเคมี ห้องวิจัยทางเคมี ห้องเครื่องมือเคมี

ชั้นที่ 4 ห้องปฏิบัติการชีวะ ห้องพักอาจารย์สาขาวิชาชีวะ ห้องวิจัยทางชีวะ ห้องปฏิบัติการทดสอบ ห้องวิเคราะห์ดีเอ็นเอ (DNA) ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ห้องกล้องจุลทรรศน์

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ทำการวางแผนการรวบรวมข้อมูล อุปกรณ์และเครื่องใช้สำนักงานที่ใช้พลังงานไฟฟ้าของศูนย์วิทยาศาสตร์ และทำการสำรวจข้อมูลอุปกรณ์และเครื่องใช้ ที่มีผลต่อการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 11 รายการ คือ 1) เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 2) เครื่องปรับอากาศชนิดอินเวอร์เตอร์ 3) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล 4) เครื่องคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ 5) หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ขนาด 28 วัตต์ 6) หลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 ขนาด 36 วัตต์ 7) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดผอม ขนาด 18 วัตต์ 8) หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดอ้วน ขนาด 20 วัตต์ 9) หลอดตะเกียบ ขนาด 20 วัตต์ 10) หลอดตะเกียบ ขนาด 18 วัตต์ 11) หลอดตะเกียบ ขนาด 15 วัตต์เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้า ของอาคารทั้ง 4 ชั้น ศูนย์วิทยาศาสตร์ ลงในตารางที่ 1 (หน้าถัดไป)

ตารางที่ 1: ข้อมูลพื้นฐานการใช้กระแสไฟฟ้าของศูนย์วิทยาศาสตร์ (1kwh:0.561KgCo₂)

ลำดับ	อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน	ขนาด (kWh)	Co ₂ Emission/ Hour	ชั่วโมงใช้งาน/ วัน	Co2 Emission/ Day	kWh/ Day	ราคา ปัจจุบัน
1.*	เครื่องปรับอากาศชนิดอินเวอร์เตอร์ (ee1)	1	1.700	1.7x0.561 =0.9537				47,400
2.*	เครื่องปรับอากาศรุ่นปรกติ (เบอร์ 5) (ee2)	1	7.057	7.057x0.561 =3.958977				42,400
3.**	เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) (ee3)	1	0.550	0.55x0.561 =0.30855				16,490
4.**	เครื่องคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ (Note Book) (ee4)	1	0.352	0.352x0.561 =0.197472				19,990
5.***	หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5 ขนาด 28 วัตต์ (ee5)	1	0.028	0.028x0.561 =0.015708				79
6.***	หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T8 ขนาด 36 วัตต์ (ee6)	1	0.036	0.036x0.561 =0.020196				60
7.***	หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด ผอม ขนาด 18 วัตต์ (ee7)	1	0.018	0.018x0.561 =0.010098				45
8.***	หลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด อ้วน ขนาด 20 วัตต์ (ee8)	1	0.020	0.020x0.561 =0.01122				39
9.***	หลอดตะเกียบ ขนาด 20 วัตต์ (ee9)	1	0.020	0.020x0.561 =0.01122				125
10.***	หลอดตะเกียบ ขนาด 18 วัตต์ (ee10)	1	0.018	0.018x0.561 =0.010098				109
11.***	หลอดตะเกียบ ขนาด 15 วัตต์ (ee11)	1	0.015	0.015x0.561 =0.008415				105

ที่มา: * www.topcoolair.com, www.jib.co.th, www.ebigthailand.com

หมายเหตุ: ค่า Co2 Emission/Hour = 0.561 อ้างอิงจาก TC Command data

4. ขั้นตอนการพัฒนาซอฟต์แวร์

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ ขั้นตอนแรกทำการเขียนแผนผังงาน (flow chart) แล้วทำการแปลงแผนผังงานให้เป็นอัลกอริทึม จากนั้นจึงทำการเขียนโค้ดโปรแกรมเป็นลำดับถัดไป

อัลกอริทึม การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก กรณีศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ขั้นที่ 1 เริ่มต้นโปรแกรม

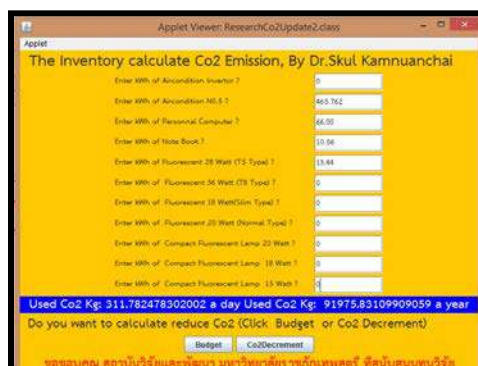
ขั้นที่ 2 โปรแกรมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กรณีศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

- ขั้นที่ 2.1 กำหนดตัวแปรสำหรับรับค่าการใช้ไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า msg1, msg2, msg3, msg4, . . . msg11
- ขั้นที่ 2.2 กำหนดตัวแปรสำหรับเก็บผลการคำนวณแต่ละอุปกรณ์ไฟฟ้า และผลรวมการคำนวณ result1, result2, result3, result4, . . . result11, resultD, resultY
- ขั้นที่ 2.3 ทำการคำนวณการปล่อย Co₂ อุปกรณ์ไฟฟ้าจำนวน 11 รายการ resultD = (result1x0.561)+. . . (result11x0.561) และ result = resultDx365
- ขั้นที่ 2.4 แสดงผลการปล่อย Co₂ ตามปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละวัน และแต่ละปี
- ขั้นที่ 2.5 จบโปรแกรมการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- ขั้นที่ 3 โปรแกรมตรวจสอบว่ามีงบประมาณใช้ในการปล่อย Co₂ หรือไม่ถ้ามีให้ทำขั้นที่4และถ้าไม่มีให้ทำขั้นที่5
- ขั้นที่ 4 โปรแกรมการคำนวณการลด Co₂ ตามงบประมาณที่กำหนด
- ขั้นที่ 4.1 กำหนดตัวแปรรับค่างบประมาณที่ใช้ในการลด Co₂ (Cost)
- ขั้นที่ 4.2 กำหนดตัวแปรเก็บราคาต้นทุนของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 7 รายการ (ee1 = 47400, ee4 = 19990, ee5 = 79, ee7 = 45, ee9 = 125, ee10 = 109, ee11 = 105) และตัวแปรเก็บผลรวมสะสมราคาอุปกรณ์ (ResultCost)
- ขั้นที่ 4.3 รับงบประมาณที่ใช้ในการลด Co₂ ทางแป้นพิมพ์มาเก็บที่ตัวแปร Cost
- ขั้นที่ 4.4 Do While(Cost > = ResultCost and Count <= 100) ResultCost += ((ee1xCount)+... ee11xCount)++CountEndDoWhile
- ขั้นที่ 4.5 แสดงข้อมูลแนะนำการลด Co₂ โดยแสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องทำการเปลี่ยนและแต่ละอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเปลี่ยนจำนวนเท่าใด (ระหว่าง 1 – 8)
- ขั้นที่ 5 โปรแกรมการคำนวณการลด Co₂ ตามความต้องการที่กำหนด
- ขั้นที่ 5.1 กำหนดตัวแปรรับค่าที่ต้องการลด Co₂ (Co2)
- ขั้นที่ 5.2 กำหนดค่าCo₂ ของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้ง 7 รายการ (co1 = 0.9537, co4 = 0.197472, co5 = 0.015708, co7 = 0.010098, co9 = 0.01122, co10 = 0.010098, co11 = 0.008415), ตัวแปรเก็บผลรวมสะสมค่า Co₂ ResultCo2)
- ขั้นที่ 5.3 รับค่า Co₂ ที่ต้องการลด Co₂ Emission ทางแป้นพิมพ์มาเก็บที่ตัวแปร Co2
- ขั้นที่ 5.4 Do While(Co2 > = ResultCo2 and Round <= 100)ResultCost += ((co1xRound)+(co2xRound)... co11xRound) ++RoundEndDoWhile
- ขั้นที่ 5.5 แสดงข้อมูลแนะนำการลด Co₂ โดยแสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องทำการเปลี่ยนและแต่ละอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องเปลี่ยนจำนวนเท่าใด
- ขั้นที่ 6 จบโปรแกรม

ซอฟต์แวร์

จากอัลกอริธึม การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกกรณีศึกษาศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ผู้วิจัยนำมาเขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวาบนเทคโนโลยีของ Applet เพื่อตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้โปรแกรมได้อย่างสะดวก

เมื่อทำการทดลองกำหนดค่าตัวอย่างของการใช้กระแสไฟฟ้า ในแต่ละช่องรายการ จนครบทั้ง 11 รายการ โปรแกรมจะนำค่าที่ผู้ใช้งานกำหนดไปทำการคำนวณ ว่ามีการปล่อยค่า Co2 ที่เป็นต้นเหตุของการเกิดก๊าซเรือนกระจกจำนวนเท่าใดในแต่ละวันหลัง You used Co2 (ktCO2e) : ? a day และแสดงปริมาณการปล่อย Co2 ทั้งปีเป็นจำนวนเท่าใด ด้วยค่าที่อยู่หลังคำว่า used Co2 (ktCO2e) : ? a year ซึ่งค่าที่กำหนดเป็นตัวอย่างโปรแกรมให้ผลการคำนวณ You used Co2 (ktCO2e) : 520.608 a day และ and used Co2 (ktCO2e) : 190021.91999 a year แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: แสดงแสดงผลการทำการคำนวณ Co2 ของค่าการใช้กระแสไฟฟ้า

หมายเหตุ: ค่าที่ทำการป้อนในรูปที่ 1 เป็นค่าตัวอย่างในการนำซอฟต์แวร์นี้ไปใช้งานของศูนย์วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นค่าของพลังงานไฟฟ้าที่ทำการป้อนให้กับระบบ ต้องเป็นพลังงานเฉลี่ยของการใช้ไฟฟ้า

5. การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ศูนย์วิทยาศาสตร์

หลังจากพัฒนาซอฟต์แวร์งานวิจัยแล้ว เพื่อให้การทำงานของโปรแกรมได้ตอบสนองกับผู้ใช้งานมากที่สุด ผู้วิจัยได้ทำการนำตัวซอฟต์แวร์มาทำการทดลองใช้กับผู้ที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นกับบุคลากรศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี มาร่วมทำการทดสอบป้อนข้อมูลและประเมินการทำงานของโปรแกรม ด้วยวิธีการสนทนากลุ่ม ซึ่งการสนทนากลุ่ม เป็นการรวบรวมข้อมูลจากการสนทนากับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลในประเด็น ที่เฉพาะเจาะจงโดยผู้ดำเนินการสนทนา (Moderator) ในที่นี้ผู้วิจัย ทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการสนทนา เป็นผู้คอยจุด ประเด็นในการสนทนาเพื่อชักจูงให้กลุ่มเกิดแนวคิด และแสดงความคิดเห็นต่อประเด็น หรือแนวทางการสนทนา อย่างกว้างขวางละเอียดลึก โดยมีผู้เข้าร่วมสนทนา ซึ่งทำการเลือกมาจากประชากรเป้าหมายที่เกี่ยวข้องมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. ดร.กนต์พัฒน์ กิตติธวัชวัลย์ ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์
2. ดร.สกล คำนวนชัย (ผู้วิจัย) รองผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์

3. เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์

นายสรพงษ์ คชเดช

นางสาวสุกัญญา จำปาทิพย์

นายสุชาติ เหลาหอม

นายสุระพล เขียวหวาน

เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

พนักงานห้องปฏิบัติการฟิสิกส์

พนักงานห้องปฏิบัติการเคมี (ผู้ถ่ายภาพ)

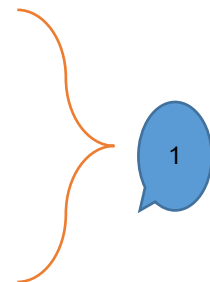
พนักงานห้องปฏิบัติการชีววิทยา

ผู้วิจัยนำข้อสังเกตจากการสนทนากลุ่ม มาทำการปรับปรุงงานวิจัย ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการเก็บข้อมูลในการใช้กระแสไฟฟ้าของศูนย์วิทยาศาสตร์ กำหนดให้ผู้รับผิดชอบในแต่ละชั้นเป็นผู้ให้ข้อมูลแก่ผู้วิจัย โดยนายวรวิทย์ ยี่สุน ตำแหน่งเจ้าหน้าที่ธุรการ เป็นผู้รับผิดชอบทำการกรอกและทดสอบความเหมาะสมในการทำงานของซอฟต์แวร์ โดยนำข้อมูลการใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้าของแต่ละชั้นมาหาค่าเฉลี่ย แล้วทำการกรอกให้กับระบบ ดังตอนที่หนึ่ง เป็นการคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนตอนที่สองเป็นการนำงบประมาณมาใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจก และส่วนตอนที่สามเป็นการกำหนดค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้องการลด ของศูนย์วิทยาศาสตร์ โดยให้ นายวรวิทย์ ยี่สุน ขอข้อมูลจากผู้บริหารมาทำการทดสอบระบบ

ตอนที่ 1 การคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Co2) ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จากหน้าแรกโปรแกรม ในส่วนของด้านบนสุดของโปรแกรม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2: แสดงหน้าหลักซอฟต์แวร์การบริหารจัดการการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก

เมื่อมีการคำนวณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Co2) ของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ตามข้อมูลที่ทำการเฉลี่ยแล้ว นำไปบันทึกลงในตารางที่ 2 เพื่อให้เกิดการตระหนักของการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีการแปรผันตรงกับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หมายความว่า เมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามาก

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากตามไปด้วย ส่งผลให้เกิดภาวะเรือนกระจกมากตาม ทำให้โลกร้อนมากขึ้น เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานในศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี มีความตระหนักต่อภาวะโลกร้อน ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยซอฟต์แวร์การบริหารจัดการการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อ ลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก จึงได้ทำการเก็บข้อมูลของแต่ละชั้น มาทำการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีผลโดยตรงกับการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจก

ตารางที่ 2: แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องสำนักงานและห้องปฏิบัติการของแต่ละชั้น

ชั้น / ห้อง Lab (ค่าการใช้ไฟฟ้ารวม)	อุปกรณ์ไฟฟ้า	ขนาด Kw/h	จำนวน ช.ม. ใช้งาน	Kw/h ต่อ วัน
ชั้น 1 สำนักงาน (21.97964)	เครื่องปรับอากาศ	7.057x(0.42*)	6	17.78364
	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	0.550	6	3.3
	คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่	0.352	0	0
	หลอด T5	.028	8(4**)	0.896
ชั้น 2 ห้องฟิสิกส์ (13.69582)	เครื่องปรับอากาศ	7.057x(0.42*)	3	8.89182
	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	0.550	6	3.3
	คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่	0.352	3	1.056
	หลอด T5	.028	8(2**)	0.448
ชั้น 3 ห้องเคมี (15.03982)	เครื่องปรับอากาศ	7.057x(0.42*)	3	8.89182
	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	0.550	6	3.3
	คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่	0.352	3	1.056
	หลอด T5	.028	8(8**)	1.792
ชั้น 4 ห้องชีวะ (11.43782)	เครื่องปรับอากาศ	7.057x(0.42*)	3	8.89182
	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ	0.550	3	1.65
	คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่	0.352	0	0
	หลอด T5	.028	8(4**)	0.896

หมายเหตุ ค่า 0.42* เป็นค่าสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และ 4** จำนวนหลอดไฟฟ้า T5

ตอนที่ 2 การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก ของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยกำหนดเงินงบประมาณ (Budget)

จากผลการทำงานของโปรแกรม ตอนที่ 1 พบว่า ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นจำนวน 91975.8310 KgCo₂ ดังนั้นเมื่อศูนย์วิทยาศาสตร์ทราบจำนวนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ปล่อยออกมาแล้ว และต้องการให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง มีงบประมาณในการดำเนินการ จำนวน 70,000 บาท อยากทราบว่า จะสามารถดำเนินการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยการทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง และจำนวนเท่าใด โดยให้ระบบของโปรแกรมได้

ทำการคำนวณ และแนะนำในการเลือกเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า ด้วยการป้อนข้อมูลให้กับระบบ ดังแสดงขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม ดังรูปที่ 3

The program calculate Co2 Emission, By Dr.Skul Kamnuanchai

Enter kWh of Aircondition Inverter ?
Enter kWh of Aircondition NO.5 ?
Enter kWh of Personal Computer ?
Enter kWh of Note Book ?
Enter kWh of Fluorescent 24 Watt (Slim Type) ?
Enter kWh of Fluorescent 32 Watt (Circle Type) ?
Enter kWh of Fluorescent 18 Watt (Slim Type) ?
Enter kWh of Fluorescent 20 Watt (Normal Type) ?
Enter kWh of Compact Fluorescent Lamp 20 Watt ?
Enter kWh of Compact Fluorescent Lamp 18 Watt ?
Enter kWh of Compact Fluorescent Lamp 15 Watt ?

Please Enter key : System shows Your Emission Co2 (ktCO2e) ?
Do you want to calculate reduce Co2.(Click: Budget or Co2 Decrement)

Budget Co2Decrement

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่สนับสนุนทุนวิจัย

CO₂

Please Enter Budget(Baht) for decrement...

70000

OK

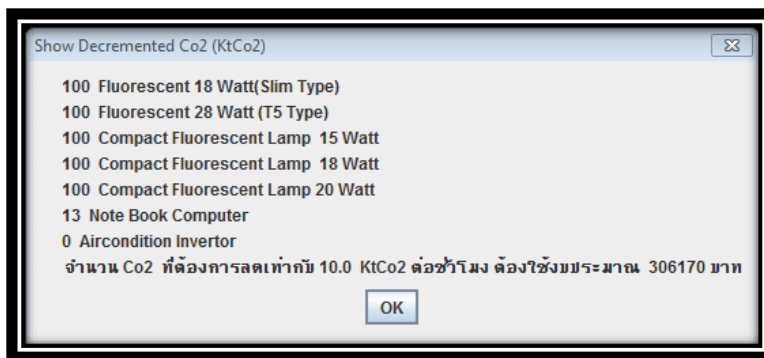
Show Budget(Baht) for decrement Co2 Emission

100 Fluorescent 18 Watt (Slim Type)
100 Fluorescent 28 Watt (T5 Type)
100 Compact Fluorescent Lamp 15 Watt

รูปที่ 3: แสดงขั้นตอนในการกรอกงบประมาณให้กับระบบ และผลคำนวณการแนะนำการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตอนที่ 3 การคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจก ของศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยกำหนดค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้องการลด (Co2Decrement)

ในตอนที 3 ระบบโปรแกรมสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองนโยบายของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีที่ได้รับนโยบายจากรัฐบาลให้ทำการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของหน่วยงานภาครัฐลงตามจำนวนที่กำหนด ส่งผลให้ศูนย์วิทยาศาสตร์ ต้องมีเครื่องมือช่วยในการคำนวณ การลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ตามต้องการ และระบบจะทำการแจ้งงบประมาณในการดำเนินการให้ทราบ ดังต้นอย่าง ถ้าศูนย์วิทยาศาสตร์ ต้องการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 10,000 KgCo2e หรือ 10 KtCo2e ศูนย์วิทยาศาสตร์ควรทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ไฟฟ้าอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด ระบบจะทำการคำนวณและแสดงผลการทำงานดังรูปที่ 4



รูปที่ 4: แสดงผลการแนะนำที่ต้องทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับลด 10,000 KgCo2e

จากรูปที่ 4 เป็นการแสดงผลการทำงานของระบบที่ทำการสังเคราะห์ข้อมูลขึ้นมาแนะนำให้นำมาพิจารณาในการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้ได้การลดก๊าซเรือนกระจก ดังนี้ ลำดับแรกระบบแนะนำทำการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ (Fluorescent 18 Watt (Slim Type)) จำนวน 100 หลอด ลำดับที่สองระบบแนะนำให้เปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 28 วัตต์ (Fluorescent 28 Watt (T5 Type)) จำนวน 100 หลอด ลำดับที่สามระบบแนะนำให้เปลี่ยนหลอดตะเกียบ ขนาด 15 วัตต์ (Compact Fluorescent Lamp 15 Watt) จำนวน 100 หลอด ลำดับที่สี่ระบบแนะนำให้เปลี่ยนเป็นหลอดตะเกียบ ขนาด 18 วัตต์ (Compact Fluorescent Lamp 18 Watt) จำนวน 100 หลอด ลำดับที่ห้าระบบแนะนำให้เปลี่ยนเป็นหลอดตะเกียบ ขนาด 20 วัตต์ (Compact Fluorescent Lamp 20 Watt) จำนวน 100 หลอด และลำดับที่หกเป็นลำดับสุดท้ายที่ระบบแนะนำให้เปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ (Note Book Computer) จำนวน 13 เครื่อง สำหรับการตอบสนองการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก จำนวน 10,000 KgCo2e ต่อชั่วโมง หรือ 10 KtCo2e ต่อชั่วโมง

สรุป

จากจุดประสงค์ของการวิจัย เพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการบริหารจัดการการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ด้วยการใช้โปรแกรมภาษาจาวา โดยการใช้เทคโนโลยี Applet ร่วมในการพัฒนาโปรแกรมที่ให้การตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้อย่างเป็นมาตรฐาน สะดวกต่อการเรียกใช้ ตัวระบบที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถใช้ซอฟต์แวร์ใช้งานบนระบบอินเทอร์เน็ตทั่วไปได้ ทั้งโปรแกรมอินเทอร์เน็ตเอ็กพลอเรอร์ (Internet Explorer) กูเกิลโครม (Google Chrome) ด้วยการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามอัลกอริธึม มีความสามารถสามส่วน ส่วนแรก เป็นการคำนวณการใช้กระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าศูนย์วิทยาศาสตร์เฉลิย ที่มีผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนเท่าใด ส่งผลทำให้องค์กรสามารถทราบสถานะปัจจุบันว่าต้องดำเนินการอย่างไรต่อเรื่องการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก ซึ่งในส่วนของตัวงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างการตอบสนองดังกล่าวด้วย ระบบที่สอง กล่าวคือผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถเลือกให้โปรแกรมช่วยคำนวณ ในด้านกำหนดความต้องการทำการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยมีรายการย่อยการเลือกปุ่ม Budget เป็นปุ่มที่ให้ตัวโปรแกรมรับค่างบประมาณของผู้ใช้งานโปรแกรมมาทำการคำนวณ และระบบจะทำการส่งคำแนะนำในการทำกิจกรรมว่า ควรดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าใดบ้างให้เหมาะสมกับงบประมาณมากที่สุด ซึ่งในส่วนนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการกำหนดจำนวนของการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แนะนำให้ทำการเปลี่ยนได้ไม่เกิน 100 รายการสำหรับเครื่องใช้พลังงานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นประเภทไฟแสงสว่าง และแนะนำให้ทำการเปลี่ยนจำนวนไม่เกิน 50 เครื่องสำหรับคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ ส่วน

เครื่องปรับอากาศแนะนำให้ทำการเปลี่ยนได้กำหนดไว้ไม่เกิน 20 เครื่อง ส่วนรายการย่อยถัดมา เป็นปุ่ม Co2Decrement ปุ่มนี้เป็นปุ่มที่ตัวโปรแกรมสามารถรับค่าจำนวนของก๊าซเรือนกระจกที่ต้องการลด และระบบจะทำการส่งคำแนะนำในการทำกิจกรรมว่าควรดำเนินการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าใดบ้างให้เหมาะสมกับจำนวนของก๊าซเรือนกระจกที่ต้องการลดให้มากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทำการทดลองเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของศูนย์วิทยาศาสตร์ ที่นำมาทำการป้อนให้กับระบบ ด้วยลักษณะการทำงานแบบร่วมคิด ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูล ของทั้งผู้บริหาร และบุคลากรของศูนย์วิทยาศาสตร์ ส่งผลทำให้บุคลากรมีความตระหนักในการใช้พลังงานไฟฟ้าขององค์กรมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งบุคลากรยังมีข้อสังเกต ว่าควรให้ทุกหน่วยงานของมหาวิทยาลัยได้ทำการใช้ระบบซอฟต์แวร์ของงานวิจัยนี้ เพื่อให้ทราบว่าองค์กรที่ทำงานอยู่มีการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจำนวนมากน้อยเพียงใด จะเป็นการสร้างความตระหนักในการใช้พลังงานไฟฟ้าของบุคลากรทั้งมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเมื่อมีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงเพียงใดก็จะส่งผลแปรผันตรงกับการปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงตามไปด้วยตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- ธงไชย ศรีนพคุณ, และคณะ.(2544). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีสะอาดสำหรับ โรงงานกระดาษ, *วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต*. 5(2), 45-51.
- ธันท์ พูลประทีน และคณะ. (2554). การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *การประชุมนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย*, ครั้งที่ 21. 10-11 พฤศจิกายน. ณ อำเภหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.
- ปัญญ์พัชรกร บุญพร้อม และนุรักษ์ กฤษดานุรักษ์. (2552). การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยใช้ LCA เป็นเครื่องมือในการจัดการหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้แล้ว. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม*. 5(2), 41-55.
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2556). การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน. *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร*, (กรกฎาคม 2554), 16-18.

หลักการออกแบบสำหรับระบบการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติ

DESIGN CONCEPT FOR NATIONAL ACADEMIC CONFERENCE MANAGEMENT SYSTEM

ศรัณย์ สวาดี, วีรวุฒิ ทฬัทิกรรม และดัทชนันท์ ตันเจริญ

Sarun Sawadee, Weerawut Thanhikam and Datchakorn Tancharoen

คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

Faculty of Engineering and Technology Panyapiwat Institute of Management

E-mail: {sarunsaw, weerawuttha, datchakorn}@pim.ac.th

บทคัดย่อ

การจัดการประชุมวิชาการนั้นมีบทบาทสำคัญในการเปิดโอกาสให้นักวิจัย อาจารย์ และนักศึกษาที่สนใจในเรื่องเดียวกันสามารถมาแลกเปลี่ยนความรู้ด้านวิชาการและงานวิจัยต่างๆ ระหว่างผู้นำเสนอผลงานวิชาการด้วยกัน และผู้เข้าร่วมงานประชุมวิชาการ การจัดการประชุมวิชาการระดับชาติในปัจจุบัน มีการจัดงานขึ้นโดยสถาบันการศึกษาต่างๆ ซึ่งสถาบันการศึกษาแต่ละแห่งที่จัดการประชุมวิชาการนั้นมีการแบ่งประเภทของงานวิชาการและงานวิจัยที่แตกต่างกัน โดยผู้ส่งบทความและผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการจะต้องส่งบทความและใบลงทะเบียนผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หรือการลงทะเบียนแบบดั้งเดิม ทำให้ขั้นตอนในการจัดการประชุมวิชาการนั้นมีความยุ่งยากในการดำเนินการนอกจากนั้นการส่งบทความให้กับผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ ต้องมีการกำหนดหัวข้อของบทความให้เหมาะสมกับผู้ทรงคุณวุฒิก่อนกระบวนการพิจารณาประเมินผลบทความ ซึ่งทำให้เกิดภาระงานและความล่าช้าในการพิจารณาผล ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเสนอหลักการในการออกแบบสำหรับระบบการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติขึ้น เพื่อประโยชน์ในการดำเนินการจัดการประชุมวิชาการให้สะดวกรวดเร็วกับผู้ที่เกี่ยวข้อง และทำให้การจัดการประชุมวิชาการมีประสิทธิภาพ โดยระบบจะพัฒนาด้วยเทคโนโลยีของเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทำงานผ่านอินเทอร์เน็ตได้ทุกที่ ทุกเวลาที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต โดยใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือที่มีโปรแกรมใช้งานเว็บไซต์ได้สำหรับระบบที่นำเสนอจะแบ่งระดับของผู้ใช้งาน ประกอบด้วยส่วนของคณะกรรมการดำเนินการประชุมวิชาการ (Committee) ส่วนของผู้พิจารณาบทความ (Reviewer) ส่วนของผู้เขียนบทความ (Author) และส่วนของผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการ (Participant)

คำสำคัญ: การประชุมวิชาการระดับชาติระบบการจัดการการประชุม

ABSTRACT

Academic conference management has played an important role for researchers, professors, students and participants to share their knowledge on academic and research fields. Currently, many national conferences are organized by many universities. Each university has different research themes. Many authors and participants have to submit and register for the conference by using email or conventional method. In addition, the organizers need to classify

the papers for the suitable reviewers. This causes time consumption and management complexity.

In this paper, we propose the design concept for efficient national academic conference management system to use in the university and support every related part. The system is developed using web applications. The users can work via Internet anywhere at any times by using a personal computer or smart mobile phone. The proposed system is developed to separate the user levels including technical committee, reviewer, author and participant.

Keywords: National Academic Conference, Conference Management System

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทและสร้างโอกาสในการดำเนินธุรกิจ ช่วยให้สามารถได้รับข่าวสาร นำเสนอผลิตภัณฑ์และบริการกับผู้ที่อยู่ไกลออกไป ส่วนของการจัดงานประชุมวิชาการก็เช่นกันที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการดำเนินการ ซึ่งงานประชุมวิชาการที่มีการจัดขึ้นในทุกๆ ปีนั้นมีบทบาทสำคัญในการเปิดโอกาสให้ผู้ที่มีสนใจในเรื่องเดียวกันหรือในเรื่องต่างกันสามารถเข้ามาแลกเปลี่ยนความรู้ด้านวิชาการหรืองานวิจัยต่างๆ ที่ตนเองสนใจระหว่างผู้นำเสนอผลงานวิชาการนักวิจัยกับผู้เข้าร่วมฟังงานประชุมวิชาการเพื่อนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของบทความวิจัยที่ได้รับการยอมรับ การจัดงานประชุมวิชาการที่มีการจัดงานขึ้นในแต่ละครั้งของหน่วยงานด้านการวิจัยภายในแต่ละมหาวิทยาลัย หน่วยงานสถาบันการศึกษา หรือองค์กรที่เกี่ยวข้องกับด้านการวิจัยหรือการศึกษาในแต่ละแห่งที่มีการจัดงานประชุมวิชาการนั้นจะมีการแบ่งหัวข้อหรือประเภทของงานวิชาการหรืองานวิจัยที่จะให้เข้าร่วมนำเสนอผลงานสามารถเลือกนำเสนอผลงานในหัวข้อที่ตนเองสนใจ และผู้ที่เข้าร่วมรับฟังก็สามารถที่จะเลือกเข้ารับฟังในหัวข้อที่ตนเองสนใจได้ (ลักขณา พรหมศร และคนอื่นๆ, 2558) สำหรับนักวิจัยหรือนักวิชาการจะมีการเข้าร่วมการประชุมวิชาการในหัวข้อที่ตนเองสนใจในแต่ละองค์กรที่จัดงานประชุมวิชาการขึ้นอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยในการจัดงานประชุมวิชาการแต่ละครั้งจะต้องมีผู้ดำเนินการในการจัดงานประชุมวิชาการ ประกอบไปด้วย ประธานคณะกรรมการ ผู้ตรวจพิจารณาผลงาน เจ้าหน้าที่ประชาสัมพันธ์และผู้เขียน (M. Huang, Y. Feng, and B. Desai, 2009) การจัดงานประชุมวิชาการที่จะให้เกิดผลสำเร็จในการดำเนินการนั้นอยู่ที่การดำเนินการภายในองค์กรของตนเอง โดยกระบวนการโดยทั่วไปของการจัดงานประชุมวิชาการ คือ การส่งเอกสารบทความ การส่งบทความให้ผู้พิจารณาบทความ การพิจารณาบทความ การส่งเอกสารบทความที่แก้ไข การแจ้งผลการพิจารณาของบทความให้ผู้เขียน เป็นต้น (P. Noimane, and Y. Limpiyakom, 2009) ขั้นตอนของการประชาสัมพันธ์งานประชุมวิชาการก็มีความสำคัญไม่น้อยกว่าขั้นตอนอื่นๆ เพราะเป็นส่วนเริ่มต้นที่ให้ผู้สนใจรับทราบข้อมูลและร่วมลงทะเบียนในงานประชุมวิชาการนั้น โดยผู้วิจัยได้ลองศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์งานประชุมวิชาการของเว็บไซต์ต่างๆ โดยส่วนมากจะมีเมนูการประชาสัมพันธ์ เช่น ข่าวประชาสัมพันธ์ เกี่ยวกับงานประชุมวิชาการ รายละเอียดงาน รายชื่อคณะกรรมการ กำหนดการรูปแบบของบทความ ข้อมูลสถานที่พัก ข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น (itc-cscc, 2015)

ที่ผ่านมาขั้นตอนของการดำเนินการที่มีความซับซ้อนของการจัดการประชุมส่งผลให้เกิดความไม่พึงพอใจเป็นอย่างมากในกลุ่มของผู้จัดงานประชุม (Kevin Daimi and Luming Li, n.d.) เช่น การประชาสัมพันธ์กำหนดการจัดงานประชุมวิชาการไม่ทั่วถึง การคัดเลือกบทความไม่เหมาะสมและตรงกับความต้องการกับผู้

พิจารณาบทความ (YordanKalmukov, 2011) ทำให้เกิดความผิดพลาดในการกำหนดภาระงานหรือเกิดจำนวนภาระงานในการพิจารณาบทความของผู้ทรงคุณวุฒิบางท่านเกินความเหมาะสม ส่งผลทำให้เกิดความล่าช้าในการพิจารณาบทความดังกล่าว นอกจากนี้การส่งเอกสารทั้งจากผู้เขียนมาที่ผู้ดูแลงานประชุมวิชาการ จากผู้ดูแลงานประชุมวิชาการไปยังผู้พิจารณาบทความ หรือเมื่อผู้พิจารณาบทความเรียบร้อยแล้วผู้พิจารณาบทความจะต้องส่งผลการพิจารณากลับมายังผู้ดูแลงานประชุมวิชาการ รวมถึงการส่งผลการพิจารณาจากผู้ดูแลงานประชุมวิชาการกลับไปยังผู้เขียนบทความก็เช่นกันจะส่งผ่านทางไปรษณีย์หรือจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ทำให้เกิดการล่าช้าหรือสูญหายได้

ทั้งนี้ได้มีการศึกษาการทำงานของระบบการจัดการบทความของระบบ OpenConf (2015) ซึ่งเป็นระบบการจัดการบทความออนไลน์ ที่สามารถดาวน์โหลดมาติดตั้งที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ โดยระบบพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL โดยระบบมีการให้บริการดาวน์โหลดในรูปแบบของ Community Edition, Plus Edition และ Professional Edition ซึ่งความแตกต่างของทั้ง 3 รุ่น ซึ่งจะแสดงการเปรียบเทียบตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ตารางเปรียบเทียบฟังก์ชันของระบบ OpenConf

	Community Edition	Plus Edition	Professional Edition
Your Server	✓	✓	✓
Our Servers (SaaS)			✓
Technical Support		✓	✓
Online Submissions	✓	✓	✓
File Upload	✓	✓	✓
Custom Topics	✓	✓	✓
Assign Reviews (Automated & Manual)	✓	✓	✓
Advocates (Champions)	✓	✓	✓
Conflict Detection (Automated & Manual)	✓	✓	✓
At-a-Glance Progress Summary	✓	✓	✓
Review Scoring	✓	✓	✓
Submission Acceptance / Rejection	✓	✓	✓
Email Notifications	✓	✓	✓
Data Export in CSV, XML, Excel, SQL	✓	✓	✓
User Login Recovery	✓	✓	✓
UTF-8 Compliant and Multilingual*	✓	✓	✓
CAPTCHA	✓	✓	✓
Custom Acceptance Types		✓	✓
Reviewer Bidding		✓	✓
Committee Discussion		✓	✓

	Community Edition	Plus Edition	Professional Edition
Author Rebuttals		✓	✓
Advocate Assign Reviews		✓	✓
Reviewer File Uploads		✓	✓
Online Proceedings		✓	✓
Custom Forms			✓
Multiple File Upload Types			✓
Submission Pre-Payment			✓
Plagiarism Checking*			✓
IEEE eCopyright			✓
ACM Copyright Export			✓
Web and Mobile Program			✓

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบการจัดงานประชุมวิชาการที่มีขึ้นอยู่ในปัจจุบันเช่น ระบบของ 2015 12th International Conference on Electrical Engineering / Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2015) ตามรูปที่ 1 และระบบของ The 30th International Technical Conference on Circuits/System (ITC-CSCC 2015) ตามรูปที่ 2



รูปที่ 1: ระบบการจัดงานประชุมวิชาการของ ECTI-CON 2015

ITC-CSCC 2015

The 30th International Technical Conference on Circuits/Systems,
Computers and Communications
June 29 - July 2, 2015 Grand Hilton, Seoul, Korea

Home
Committee
Call for Papers
Abstract Submission
Instruction for Camera Ready
Plenary Speakers
Tutorials
Special Session
Venue & Accommodation
Transportation
Registration
Visa Assistance
Photo



Important Dates

Deadline for proposal of special session: Mar. 31, 2015
Deadline for abstract submission: Mar. 31, 2015
Notification of acceptance: Apr. 30, 2015

รูปที่ 2: ระบบการจัดงานประชุมวิชาการของ ITC-CSCC 2015

จากการศึกษาหลักการออกแบบของทั้ง 2 ระบบ พบว่า ทุกระบบจะมีการประชาสัมพันธ์ว่าการประชุมวิชาการจัดขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ใด มีในส่วนของกำหนดการของแต่ละขั้นตอนในการจัดงาน การให้ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดเอกสาร Call For Paper, Template for full paper และมีเมนูการใช้งานที่สำคัญในระบบจะมีในส่วนของCommittee, Keynote Speakers, Paper Submission, Call For Paper, Important Dates, Schedule, Student Travel Grants, Registration & Camera Ready Paper Submission, Sponsors, Venue, Contact Us ในทั้ง 2 ระบบงานประชุมวิชาการจะมีเมนูการใช้งานที่คล้ายคลึงกัน

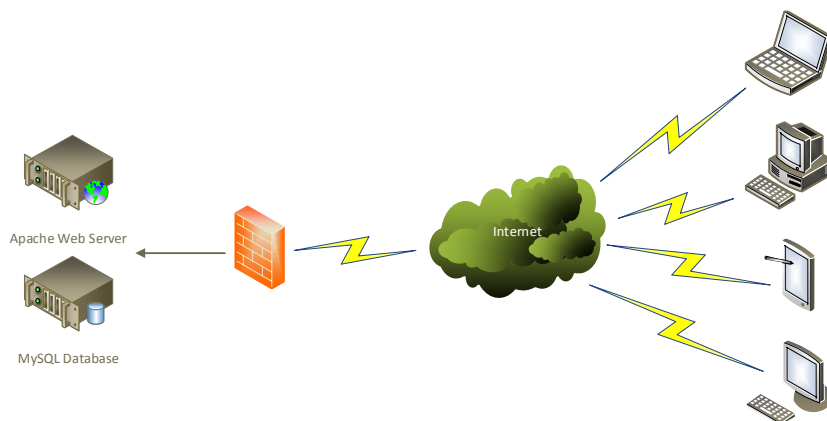
ดังนั้น ผู้วิจัยจึงขอเสนอหลักการออกแบบระบบงานประชุมวิชาการระดับประเทศขึ้นให้ครอบคลุมการทำงานที่เกี่ยวกับการจัดงานประชุมวิชาการทั้งหมดทั้งในส่วนของการประชาสัมพันธ์และการพิจารณาบทความที่เข้ามานำเสนอ โดยการออกแบบจะเป็นไปตามกระบวนการจัดงานประชุมวิชาการ โดยจะเป็นระบบที่มาเพื่อช่วยลดขั้นตอนการทำงานตั้งแต่การประชาสัมพันธ์ ระยะเวลาการทำงานและความยุ่งยากในการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้สะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้นโดยระบบจะออกแบบให้ผู้เขียนสามารถส่งบทความเข้าร่วมงานและตรวจสอบผลการพิจารณาบทความผ่านระบบได้ ผู้ดูแลระบบงานสามารถกำหนดผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความและสรุปผลการพิจารณาบทความผู้ทรงคุณวุฒิสามารถพิจารณาบทความและแสดงความคิดเห็นพร้อมให้คะแนนได้ โดยระบบถูกออกแบบให้ใช้เทคโนโลยีของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อที่จะให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงาน โดยที่ระบบให้สามารถให้บริการได้ตลอดเวลา สามารถใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลา ที่มีสัญญาณเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจะออกแบบให้ระบบสามารถใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา หรือใช้งานผ่านอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ระบบปฏิบัติการ IOS, Android หรือ Window Phone ได้ และออกแบบระบบให้มีการแบ่งระดับการใช้งานออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนของคณะกรรมการดำเนินงานการประชุมวิชาการ ส่วนของผู้เขียนบทความ ส่วนของผู้พิจารณาบทความ และส่วนของผู้ที่ต้องการเข้าร่วมงานประชุมวิชาการ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นเกี่ยวกับหลักการออกแบบระบบการจัดการประชุมวิชาการระดับประเทศ ว่าระบบควรจะต้องมีการจัดวางเนื้อหาที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์ ขั้นตอนของการจัดการบทความว่าควรจะเป็นอย่างไร รวมถึงหลักการออกแบบการวางเครือข่ายของระบบ โครงสร้างฐานข้อมูล กระบวนการดำเนินการของการจัดการบทความ ให้เป็นมาตรฐานที่สามารถนำไปใช้งานในการจัดการประชุมวิชาการระดับประเทศได้ และใช้หลักการออกแบบระบบที่สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้เทคโนโลยีหลักการพัฒนาระบบในรูปแบบของระบบการจัดการเนื้อหา (Content Management System (CMS) ซึ่งเป็นรูปแบบระบบการจัดการเนื้อหาภายในเว็บไซต์ที่เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

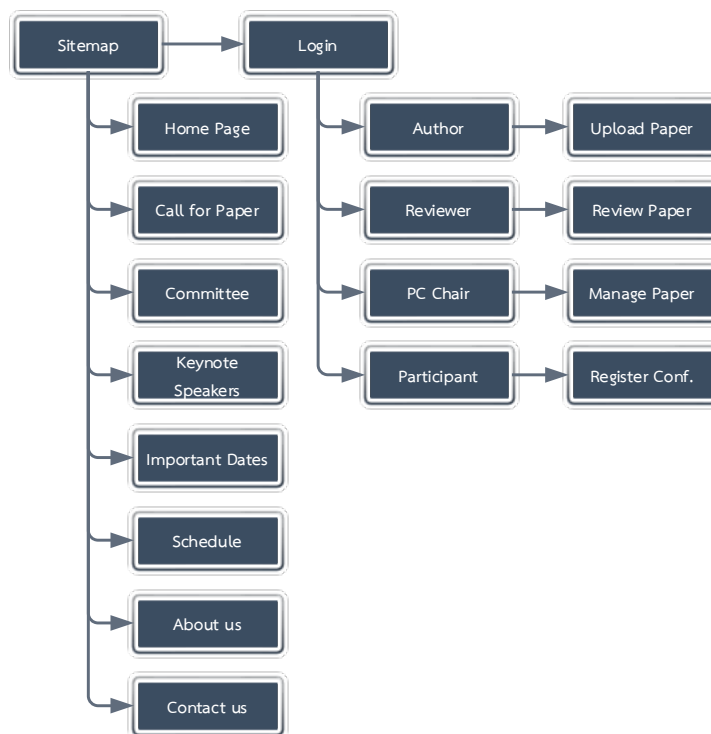
วิธีการดำเนินการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงหลักการออกแบบการจัดการงานประชุมวิชาการระดับประเทศว่าควรมีหลักการออกแบบอย่างไรบ้าง ทั้งในส่วนของการประชาสัมพันธ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานและในส่วนการจัดการบทความที่จะนำเสนอในงานที่ได้รับจากผู้เขียน โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนของการลงทะเบียนว่าจะต้องมีการให้ผู้เขียนกรอกข้อมูลส่วนตัวอะไรบ้าง เช่น ชื่อ, นามสกุล, ตำแหน่งงาน, สถานที่ทำงาน/ศึกษา, เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ, อีเมล เป็นต้น ในส่วนของการส่งบทความจะต้องมีส่วนที่ให้กรอกข้อมูลหัวข้อ บทความย่อ ข้อมูลผู้เขียน ซึ่งระบุได้มากกว่า 1 ท่าน เลือกประเภทของบทความ ทั้งนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลของการจัดงานประชุมวิชาการที่มีอยู่ในประเทศไทยที่ได้จัดทำขึ้นมาเป็นเว็บไซต์ต่างๆ จากการศึกษา พบว่า โดยทั่วไปแล้วเว็บไซต์เหล่านั้นจะมีหน้าแสดงข้อมูลเกี่ยวกับการประชุมวิชาการ กำหนดการ แผนการดำเนินงาน รายชื่อผู้ลงทะเบียน รายชื่อผู้เข้าร่วมงาน บทความที่ได้รับการตอบรับการตีพิมพ์ รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ แผนที่จะจัดงานประชุมวิชาการ ข้อมูลที่พัก คู่มือระบบ ขั้นตอนการชำระค่าลงทะเบียน ติดต่อเรา เป็นต้น ดังนั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระบบดังกล่าว เพื่อนำมาใช้เป็นหลักการในการออกแบบระบบการจัดการงานประชุมวิชาการให้ครอบคลุมในทุกขั้นตอนการดำเนินการ โดยในเบื้องต้นระบบที่จะพัฒนาขึ้นนั้นจะถูกทำให้สามารถใช้งานผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สะดวกในการใช้งานของทุกๆ บทบาทการใช้งานทั้งผู้ดูแลระบบ ผู้เขียน ผู้พิจารณาบทความและผู้เข้าร่วมงาน และมีการออกแบบให้สามารถใช้งานผ่านได้ทุกอุปกรณ์ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ เครื่องคอมพิวเตอร์พกพา โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ตกำหนดความสามารถของระบบให้รองรับกับการจัดงานประชุมวิชาการดังนั้นการออกแบบและการวางเครือข่ายระบบการจัดการงานประชุมวิชาการจะเป็นดังรูปที่ 3 แต่มีเงื่อนไขอยู่ที่ว่าจะใช้งานระบบได้ก็ต่อเมื่อเครื่องลูกข่ายต้องมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการเข้าถึงระบบได้เท่านั้น



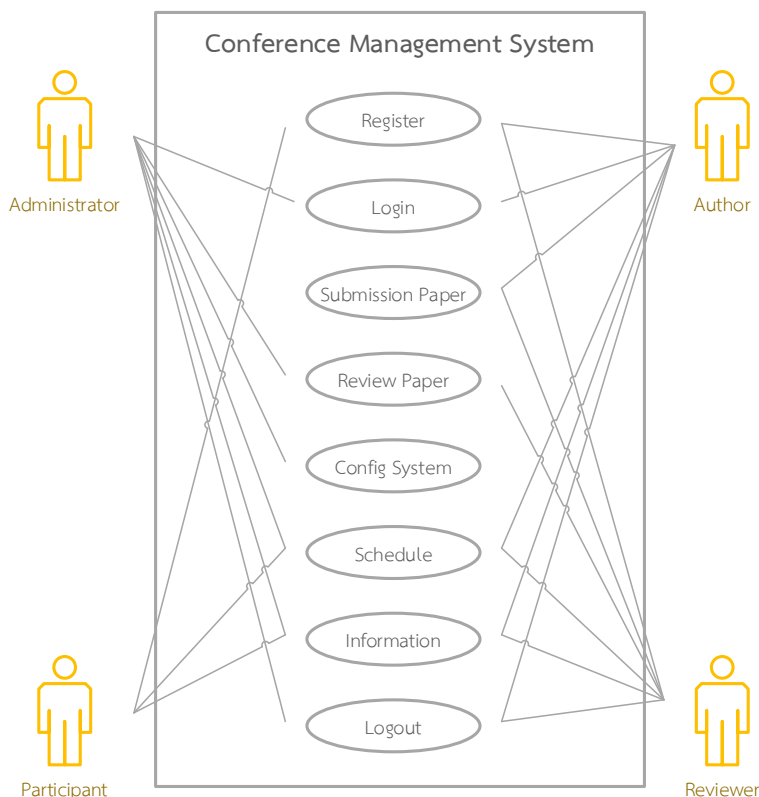
รูปที่ 3: แผนผังการวางเครือข่ายของระบบการจัดการประชุมวิชาการ

ในส่วนแผนผังเว็บไซต์ของระบบการจัดการประชุมวิชาการจากการศึกษาแผนผังเว็บไซต์งานประชุมวิชาการของ 2 เว็บไซต์งานประชุมวิชาการข้างต้น พบว่า แผนผังเว็บไซต์งานประชุมวิชาการจะต้องมีหน้าเว็บไซต์ประชาสัมพันธ์ที่ประกอบไปด้วย หน้าหลัก, เกี่ยวกับเรา, ติดต่อเรา, ขอบเขตของการประชุม, กำหนดการของบทความ, ขั้นตอนการส่งบทความ, ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน, สถานที่จัดงาน, คณะกรรมการ, ดาวนโหลด, คลังรูปภาพ เป็นต้น ซึ่งการเรียงลำดับของเมนูจะแล้วแต่กรณีของงานประชุมวิชาการนั้นๆ และในกรณีที่เป็งานประชุมวิชาการที่มีผู้เข้าร่วมงานมาจากต่างสถานที่อาจจะไม่ทราบแหล่งที่พัก แผนผังเว็บไซต์ก็ควรจะต้องมีหน้าเว็บไซต์แนะนำสถานที่พักและสถานที่ท่องเที่ยวเพิ่มเติมอีกทั้งยังต้องมีแผนผังเว็บไซต์ในส่วนของผู้ดูแลระบบ ผู้พิจารณาบทความ ผู้เขียนบทความ ผู้ร่วมงานประชุมวิชาการ โดยผู้ดูแลระบบจะมีหน้าเว็บไซต์ในการจัดการเนื้อหาของเว็บไซต์ การระบุกำหนดการต่างๆ การกำหนดผู้พิจารณาบทความกับบทความ การตรวจสอบข้อมูล ในส่วนของผู้พิจารณาบทความจะมีหน้าเว็บไซต์ในการเลือกบทความพิจารณา พิจารณาบทความที่ได้รับมอบหมาย หรือแม้จะต้องสามารถเป็นผู้ส่งบทความเข้าร่วมงานได้ ในส่วนของผู้เขียนจะมีหน้าเว็บไซต์ในการส่งบทความ อัปโหลดเอกสารบทความ อัปเดตบทความ ตรวจสอบผลการพิจารณาบทความ แจ้งการชำระเงิน ตรวจสอบผลการชำระเงิน ในส่วนของผู้เข้าร่วมงานจะมีหน้าเว็บไซต์ลงทะเบียนเข้าร่วมงาน แจ้งการชำระเงิน ตรวจสอบผลการชำระเงิน เป็นต้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์แผนผังเว็บไซต์ของหลักการออกแบบระบบ ตามรูปที่ 4



รูปที่ 4: แผนผังเว็บไซต์ของระบบการจัดงานประชุมวิชาการ

หลักการออกแบบโดยใช้ Use Case Diagram คือหลักการออกแบบระบบอย่างหนึ่งที่จะสามารถทำให้ผู้ที่ศึกษาเข้าใจในส่วนของระบบงานได้ง่ายมากยิ่งขึ้น ซึ่ง Use Case Diagram เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงให้ทราบว่าระบบทำงานหรือมีหน้าที่ใดบ้าง โดยมีสัญลักษณ์รูปวงรีแทน Use Case และสัญลักษณ์รูปคน (Stick Man Icon) แทน Actor สำหรับชื่อ Use Case นั้น ให้ใช้คำกริยาหรือกริยาวลี (คำกริยามีกรรมมารับ) เช่น ลงทะเบียนเรียน, ตรวจสอบรายวิชา, บันทึกการชำระเงิน, Generate Report, Enter Sales Data, Compute Commission เป็นต้น ส่วนการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง Use Case และ Actor จะใช้เส้นตรงลากเชื่อมต่อกัน หรือจะใช้เส้นตรงมีหัวลูกศรก็ได้ ในที่นี้เลือกใช้เส้นตรงไม่มีหัวลูกศร ส่วนเส้นแบ่งขอบเขตระหว่าง Actor กับ Use Case จะใช้เส้นกรอบสี่เหลี่ยม เรียกว่า “System Boundary” และสิ่งสำคัญส่วนสุดท้ายก็คือ “ชื่อของระบบ (System Name)” ให้แสดงไว้ด้านบนสุดของแผนภาพ (Gla, 2557) ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบระบบการจัดการประชุมวิชาการในรูปแบบของ Use Case Diagram โดยจะแบ่งกลุ่มของ Actor ออกเป็น 4 กลุ่มการใช้งาน คือ กลุ่มผู้ดูแลระบบ (Administrator หรือ PC Chair), กลุ่มผู้เขียนบทความ (Author), กลุ่มผู้พิจารณาบทความ (Reviewer), กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปและผู้สนใจเข้าร่วมงาน (Participant) โดยเขียนออกมาเป็น Use Case Diagram ตามรูปที่ 5

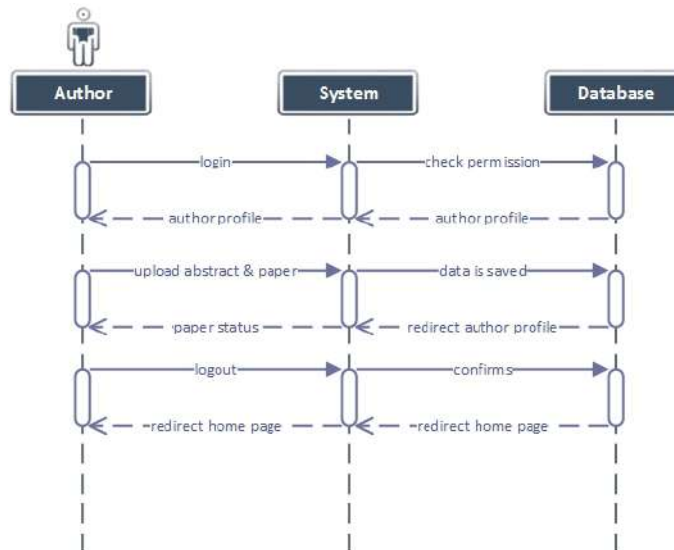


รูปที่ 5: Use Case Diagramของระบบการจัดการประชุมวิชาการ

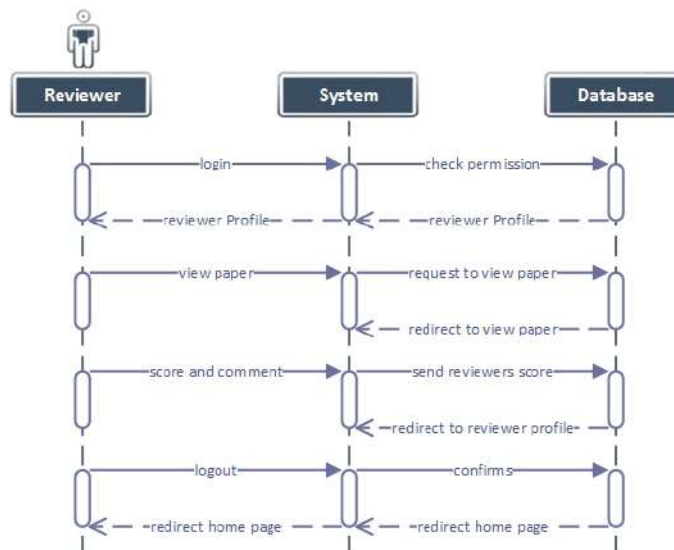
อธิบายการทำงานของแต่ละกลุ่มการใช้งานโดยเริ่มจากกลุ่มของผู้ดูแลระบบ (Administrator หรือ PC Chair) สามารถทำการตั้งค่าและแก้ไขการใช้งานระบบได้ เช่น ข้อมูลการประชุมสัมมนาประจำปี, ข้อมูลกำหนดการ, หัวข้อประเภทบทความ, กำหนดผู้พิจารณาบทความ, กำหนดกลุ่มผู้ใช้งาน กลุ่มของผู้เขียนบทความ (Author) สามารถสร้างและแก้ไขบทความของตนเอง พร้อมระบุประเภทบทความว่าอยู่ในประเภทใด และสามารถตรวจสอบผลการพิจารณาบทความได้ กลุ่มของผู้พิจารณาบทความ (Reviewer) สามารถเลือกตรวจสอบพิจารณาบทความที่ผู้เขียนบทความส่งเข้ามาในประเภทที่ตนเองสนใจได้ หรือพิจารณาบทความที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่มผู้ดูแลระบบ โดยพิจารณาว่าบทความเหล่านั้นผ่านเกณฑ์การประเมินผลหรือไม่ และจัดกลุ่มประเภทของบทความได้ว่าบทความนั้นเป็นกลุ่มของบทความวิชาการหรือบทความวิจัยมากกว่ากัน อีกทั้งยังสามารถเป็นผู้เขียนบทความเองได้ กลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปและผู้สนใจเข้าร่วมงาน (Participant) สามารถดูข้อมูลประชาสัมพันธ์และร่วมลงทะเบียนเพื่อเข้ารับฟังการนำเสนอผลงานบทความของกลุ่มผู้เขียนบทความได้

หลักการออกแบบโดยใช้ Sequence Diagram คือ หลักการแสดงเป็นลำดับการทำงานของระบบ โดยมี Object และ เวลาเป็นตัวกำหนดลำดับของงาน และเน้นไปที่ instant ของ Object Sequence Diagram เป็น Diagram ซึ่งแสดงปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่าง Object ตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนด Message ที่เกิดขึ้นระหว่าง Class จะสามารถนำไปสู่การสร้าง Method ใน Class ที่เกี่ยวข้องได้ (มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร, 2554) ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบระบบการจัดการประชุมวิชาการในรูปแบบของ Sequence Diagram ในส่วนของขั้นตอนของการจัดการบทความที่กลุ่มผู้เขียนจัดส่งเข้ามา เพื่อขอแนะนำในงานประชุมวิชาการที่จัดขึ้นในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยจะแบ่งออกเป็น 4 Diagram โดยเริ่มจากแผนภาพของกลุ่มผู้เขียนบทความ

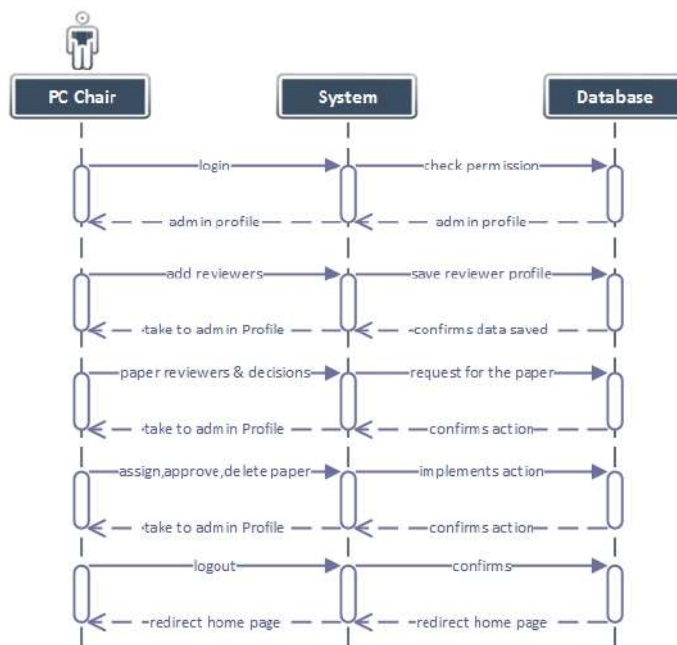
(Author), กลุ่มผู้พิจารณาบทความ (Reviewer) และกลุ่มผู้ดูแลระบบ (Administrator หรือ PC Chair) ตามรูปที่ 6, 7, 8 ตามลำดับ



รูปที่ 6: Sequence Diagram ของกลุ่มผู้เขียนบทความ



รูปที่ 7: Sequence Diagram ของกลุ่มผู้พิจารณาบทความ

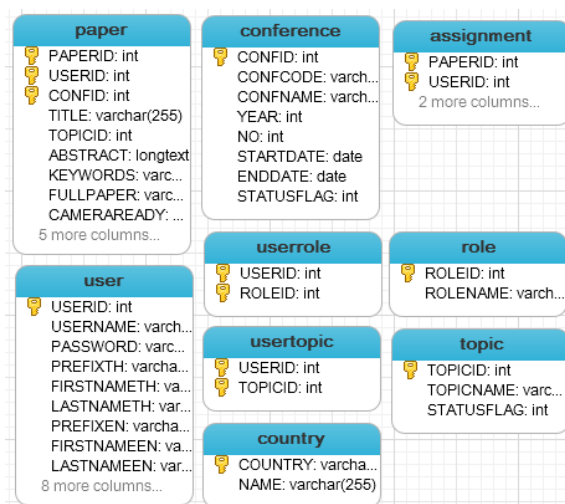


รูปที่ 8: Sequence Diagram ของกลุ่มผู้ดูแลระบบ

จากรูปที่ 6 อธิบายขั้นตอนการดำเนินการของกลุ่มผู้เขียนบทความ คือ ผู้เขียนบทความต้องทำการเข้าสู่ระบบ (อธิบายในกรณีทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิกเรียบร้อยแล้ว) เมื่อชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านที่ถูกต้อง ระบบฐานข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลส่วนตัวกลับมาแสดงให้ผู้เขียนทำการอัปเดตข้อมูลส่วนตัว และดำเนินการอัปโหลดเอกสารบทความโดยต้องกรอกข้อมูลเบื้องต้น เช่น ชื่อบทความ บทคัดย่อ ประเภทของบทความ คำสำคัญ รายชื่อผู้เขียน (บางบทความมีผู้เขียนได้มากกว่า 1 คน) เป็นต้น ในรูปที่ 7 อธิบายขั้นตอนการดำเนินการของกลุ่มผู้พิจารณาบทความ คือ ผู้พิจารณาบทความต้องทำการเข้าสู่ระบบเช่นเดียวกับผู้เขียนบทความ โดยระบบจะตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานตามชื่อผู้ใช้งาน โดยหน้าที่ของผู้พิจารณาบทความ คือ ต้องรับผิดชอบในการพิจารณาบทความที่ได้รับมอบหมาย โดยต้องกรอกผลของการพิจารณาบทความพร้อมระบุกลุ่มของบทความ พร้อมแสดงความคิดเห็นจากการพิจารณาบทความได้ และในรูปที่ 8 อธิบายขั้นตอนการดำเนินการของกลุ่มผู้ดูแลระบบ คือ ผู้ดูแลระบบต้องทำการเข้าสู่ระบบเช่นเดียวกับผู้เขียนบทความและผู้พิจารณาบทความ โดยระบบจะตรวจสอบสิทธิ์การใช้งานตามชื่อผู้ใช้งานเช่นเดียวกันสามารถทำการเพิ่มผู้พิจารณาในกลุ่มผู้พิจารณา และทำการมอบหมายบทความให้กับผู้พิจารณาแต่ละคนได้ และเป็นผู้ตรวจสอบการพิจารณาบทความในขั้นตอนสุดท้ายของการพิจารณาบทความ

หลักการออกแบบโดยใช้ ER Diagram คือ แบบจำลองที่ใช้อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูลซึ่งเขียนออกมาในลักษณะของรูปภาพ การอธิบายโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (Relationship) ประกอบด้วย 1) เอนทิตี (Entity) เป็นวัตถุ หรือสิ่งของที่เราสนใจในระบบงานนั้นๆ 2) แอททริบิว (Attribute) เป็นคุณสมบัติของวัตถุที่เราสนใจ 3) ความสัมพันธ์ (Relationship) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีซึ่ง ER Diagram มีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบงานฐานข้อมูลของแอปพลิเคชันต่างๆ ที่ต้องการการเก็บข้อมูลอย่างมีระบบ มีโครงสร้าง ดังนั้น ER Diagram จึงใช้เพื่อเป็นเอกสารในการสื่อสารระหว่าง นักออกแบบระบบ และนักพัฒนาระบบ เพื่อให้สื่อสาร

อย่างตรงกัน และเป็นสากลอีกด้วย (ชาคริต กุลไกรศรี, 2556) โดยหลักการออกแบบระบบการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติ ผู้วิจัยทำการออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูลตามรูปที่ 9



รูปที่ 9: ER Diagram ของระบบการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติ

แนวทางในการพัฒนาระบบการจัดการประชุมวิชาการนั้น ต้องใช้หลักการของการออกแบบระบบในรูปแบบของระบบการจัดการเนื้อหา Content Management System (CMS) ซึ่ง CMS คือ ระบบที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยลดทรัพยากรในการพัฒนา (Development) และบริหาร (Management) เว็บไซต์ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการกำลังคน ระยะเวลาและงบประมาณ ที่ใช้ในการสร้างและควบคุมดูแลเว็บไซต์โดยส่วนใหญ่แล้ว มักจะนำเอา ภาษาสคริปต์ (Script languages) ต่างๆ มาใช้เพื่อให้วิธีการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ ไม่ว่าจะเป็น PHP, Perl, ASP, Python หรือภาษาอื่นๆ (Makhampeakfivekhan, 2009) ดังนั้น หลักการออกแบบนี้ผู้วิจัยจะใช้หลักการทำงานของระบบการจัดการเนื้อหาและบริหารเว็บไซต์ เพื่อลดระยะเวลาในการจัดทำหน้าเว็บไซต์เผยแพร่ข้อมูลประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับงานประชุมวิชาการในหน้าเว็บไซต์ และเป็นหลักการออกแบบตาม Concept ที่ว่าระบบจะต้องใช้งานได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา และทุกเครื่องมือใช้งาน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษาระบบการจัดการประชุมวิชาการได้ข้อมูลออกมาเป็นหลักการในออกแบบระบบการจัดการประชุมวิชาการระดับประเทศ มีควรต้องพึงกั้นการทำงานของระบบอย่างไรบ้าง โดยสามารถรวบรวมออกมาเป็นข้อๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบควรมีหน้าเว็บไซต์แสดงข้อมูล Committee, Keynote Speakers, Paper Submission, Call For Paper, Important Dates, Schedule, Student Travel Grants, Registration & Camera Ready Paper Submission, Sponsors, Venue, Contact Us
2. ระบบการลงทะเบียนสมัครสมาชิกหรือลงทะเบียนเข้าร่วมงาน จะต้องมีการกรอกข้อมูลส่วนตัวให้ครบถ้วน
3. ระบบต้องสามารถให้ผู้เขียนบทความส่งบทความผ่านระบบได้ โดยไม่ต้องส่งผ่านเครื่องมืออื่นๆ และ

สามารถตรวจสอบผลการพิจารณาบทความได้ผ่านระบบ และสามารถอัปโหลดบทความที่แก้ไขล่าสุดได้

4. ผู้พิจารณาบทความสามารถเลือกบทความที่ตนเองสนใจได้ เพื่อลดภาระงานของผู้ดูแลระบบและสามารถลดระยะเวลาของการพิจารณาบทความได้

5. ระบบต้องมีการแจ้งเตือนบทความที่รอการพิจารณาให้ผู้พิจารณาทราบ และผลการพิจารณาบทความให้ผู้เขียนบทความรับทราบผ่านช่องทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หรือตรวจสอบผ่านระบบได้

6. ระบบต้องมีการตรวจสอบได้ว่าผู้เขียนบทความและผู้พิจารณาบทความต้องไม่เป็นบุคคลเดียวกันหรือสถาบันการศึกษาเดียวกัน

7. ผู้ดูแลระบบต้องเป็นผู้ตัดสินผลการพิจารณาบทความเป็นคนสุดท้ายและเป็นที่สิ้นสุดของการพิจารณาบทความ

ทั้งนี้มีตัวอย่างของหน้าเว็บไซต์ระบบการจัดการประชุมวิชาการที่มีในส่วนของเมนูการใช้งานต่างๆ ที่ครบถ้วน เพื่อตอบสนองการทำงานและอำนวยความสะดวกในการใช้งานระบบ สำหรับการประชาสัมพันธ์เนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานประชุมวิชาการ ตามรูปที่ 10



รูปที่ 10: ตัวอย่างหน้าระบบการจัดการประชุมวิชาการสำหรับกลุ่มบุคคลทั่วไป

และยังมีตัวอย่างหน้าเว็บไซต์การใช้งานของกลุ่มผู้ดูแลระบบกลุ่มผู้เขียนบทความ กลุ่มผู้พิจารณาบทความ และกลุ่มผู้เข้าร่วมงานอีก 1 หน้าเว็บไซต์ ตามรูปที่ 11 ตัวอย่างหน้าเว็บไซต์นี้จะใช้สำหรับการส่งบทความ การพิจารณาบทความ การสรุปผลการพิจารณาบทความ การลงทะเบียนเข้าร่วมงาน ตรวจสอบผลการชำระเงิน ซึ่งการที่จะเข้ามาใช้งานในส่วนของหน้าเว็บไซต์นี้ได้ จะต้องมีการลงทะเบียนเพื่อเป็นสมาชิกของระบบการจัดการประชุมวิชาการนี้ก่อน เพื่อที่จะอำนวยความสะดวกในการลงทะเบียนเข้าร่วม หรือส่งบทความในครั้งถัดไปอย่างง่ายดาย โดยที่ไม่ต้องมีการกรอกข้อมูลเพื่อลงทะเบียนอีกรอบ



รูปที่ 11: ตัวอย่างหน้าระบบสำหรับกลุ่มผู้เขียนบทความกลุ่มผู้พิจารณาบทความกลุ่มผู้ดูแลระบบ

สรุป

หลักการออกแบบระบบการจัดการประชุมวิชาการระดับประเทศ ถูกพัฒนามาบนพื้นฐานของการใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการประชุมวิชาการที่เหมาะสมต่อการใช้งาน อีกทั้งยังสามารถช่วยลดภาระการทำงานของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการประชุมวิชาการในแต่ละครั้งได้ เช่น ภาระการตอบรับบทความวิชาการที่จะเข้ามา นำเสนอการกำหนดผู้พิจารณาบทความในแต่ละบทความ การตอบรับใบลงทะเบียนเข้าร่วมงานประชุมวิชาการ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าแต่ก่อนการจัดการประชุมวิชาการในแต่ละครั้งจะใช้ทรัพยากรที่เป็นกระดาษมากมาย เช่น ใช้ในแบบฟอร์มการนำเสนอบทความ ใบลงทะเบียนเข้าร่วมงาน บทความที่จะต้องพิมพ์ออกมาเพื่อจัดส่งให้ผู้พิจารณาบทความ เป็นต้น เมื่อนำหลักการออกแบบนี้ไปพัฒนาระบบก็จะสามารถลดปริมาณกระดาษได้ อนาคตเพื่อระบบการจัดการประชุมวิชาการที่ดีขึ้น จะต้องเพิ่มเติมในส่วนของฟังก์ชันการจัดห้องประชุมที่ใช้ในการนำเสนอบทความที่ผ่านการตอบรับจากคณะกรรมการพิจารณาบทความ เพื่อลดระยะเวลาในการจัดห้องประชุมอีกด้วยจะเห็นได้ว่าหลักการออกแบบระบบการจัดการประชุมวิชาการระดับชาตินี้เมื่อเปรียบเทียบกับระบบ Easy Chair พบว่า หลักการออกแบบระบบนี้ตอบโจทย์ตั้งแต่ส่วนของการประชาสัมพันธ์การจัดงานจนถึงส่วนของการคัดเลือกผลงาน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบได้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Gla. (2557). *Use Case Diagram*. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2558, จากเว็บไซต์:
<http://gla.reru.ac.th/wp-content/uploads/2014/04/Use-Case-Diagram.pdf>, 2015.
- International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (2015). *ITC-CSCC*. Retrieved February 11, 2015, from Website: <http://www.itc-csc2014.org>.
- Kevin Daimi and Luming Li. (n.d.). *Designing an Online Conference Management System*. Retrieved February 11, 2015, from Website:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.218.1561&rep=rep1&type=pdf>
- Makhampeakfivekhan. (2009). *แนวทางการพัฒนา Website โดยใช้ CMS (ใช้หลักการ CSS, W3C)*. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2558, จากเว็บไซต์: <https://makhampeakfivekhan.wordpress.com/>

- M. Huang, Y. Feng, and B. Desai, (2008). CONFSYS: A Web-based Academic Conference Management System. *Canadian Conference on Computer Science and Software Engineering, Montreal, Canada*, 141-143.
- M. Huang, Y. Feng, and B. Desai. (2009). CONFSYS2: An Improved Web-Based Multi-Conference Management System. *Canadian Conference on Computer Science and Software Engineering, Montreal, Canada*, 155-159.
- P. Noimanee, and Y. Limpiyakom. (2009). Towards a Restful Process of Conference Management System *International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists*, Hong Kong, 991-995.
- Technology (ECTI) Association. (2015). ECTI-CON. Retrieved February 11, 2015, from Website: <http://www.ecticon2015.org>,
- Yordan Kalmukov “Architecture of a Conference Management System Providing Advanced Paper Assignment Features,” *International Journal of Computer Applications*, Volume 34-No.3, November 2011.
- Zakon group. (2015). *Open Conf*. Retrieved February 11, 2015, from Website: <http://www.openconf.com/>
- ชาคริต กุลไกรศรี. (2556). *การออกแบบข้อมูลด้วย E-R Diagram (Entity-Relationship Diagrams) (ตอนที่ 1)*. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2558, จากเว็บไซต์:<http://bit.ly/1Gth60b>
- ลักขณา พรหมศรี และคนอื่นๆ, “การเขียนบทความ”. สืบค้นวันที่ 20 มกราคม 2558, จากเว็บไซต์: http://www.rb.ac.th/week_science/personal/rambhai/it.htm
- มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. (2554). *Sequence Diagram*. สืบค้นเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2558, จากเว็บไซต์: <http://sequencediagram.circlecamp.com/?page=Mean&language=th>, 2015.