การศึกษาเชิงทดลองการลุกไหม้ได้เองของกองกากชานอ้อย
AN EXPERIMENTAL STUDY OF SPONTANEOUS IGNITION OF BAGASSE STOCKPILES

วราภรณ์ กันหา[1*] และสมภพ จรุงธรรมโชติ[2]
Waraporn Kanha[1*] and Sompop Jarungthammachote[2]

[1,2]คณะวิศวกรรมศาสตร์ ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา
[1,2]Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University, Sriracha Campus
[*]**Corresponding Author, E-mail:** khanha1521@gmail.com

บทคัดย่อ

ประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลจำนวน 58 แห่ง ซึ่งใช้กากชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลหลักในการผลิตไอน้ำและพลังงานไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม การลุกไหม้ได้เองของกากชานอ้อยยังคงเป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสียหายและความเสี่ยงด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาเชิงทดลองเกี่ยวกับการลุกไหม้ได้เอง (Spontaneous Ignition) ของกากชานอ้อยในตู้อบความร้อน โดยใช้ภาชนะบรรจุกากชานอ้อยรูปทรงลูกบาศก์ขนาด 8, 9 และ 10 เซนติเมตร และเตรียมตัวอย่างที่ความหนาแน่น 0.10, 0.15 และ 0.20 g/cm³ เพื่อประเมินอุณหภูมิการลุกไหม้ได้เอง (T_{ig}) และพารามิเตอร์จลนศาสตร์ตามทฤษฎี Frank-Kamenetskii ผลการทดลอง พบว่า การลุกไหม้ของกากชานอ้อยเกิดขึ้นในลักษณะของภาวะ Thermal Runaway โดยค่า (T_{ig}) มีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดภาชนะและความหนาแน่นของตัวอย่างเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์เชิงเส้นให้ค่าพลังงานกระตุ้นเชิงประสิทธิผลอยู่ในช่วงประมาณ 95.6–126.3 kJ/mol ค่าพารามิเตอร์ก่อนชี้กำลังในรูปของ (Pre-exponential factor) $A\Delta h_c/k$ อยู่ในช่วง 1.73×10^{19}– 7.16×10^{22} K/m^2 สำหรับความหนาแน่นในช่วง 0.1 – 0.2 g/cm³ ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้สนับสนุนการประเมินการสภาพกองเก็บที่ปลอดภัยและการเฝ้าระวังจุดความร้อน (Hotspot) ในกองกากชานอ้อยของโรงงานน้ำตาลได้

คำสำคัญ: กากชานอ้อย การลุกไหม้ได้เอง ความหนาแน่น ทฤษฎี Frank-Kamenetskii อุณหภูมิการลุกไหม้

Abstract

Thailand has 58 sugar mills nationwide, all which store bagasse as a biomass fuel for steam and electricity generation. However, spontaneous ignition of bagasse stockpiles has been frequently reported, leading to material losses and posing serious safety and environmental risks. This study experimentally investigates the spontaneous ignition behavior of bagasse under controlled oven conditions using cubic containers with side lengths of 8, 9, and 10 cm. Bagasse samples were prepared at bulk densities of 0. 10, 0. 15, and 0. 20 g/ cm³ to determine the spontaneous ignition temperature (T_{ig}) and to evaluate kinetic parameters based on the Frank-Kamenetskii theory.The results indicate that bagasse ignition occurs via thermal runaway, with (T_{ig})

decreasing as both sample size and bulk density increase. Linear analysis yielded effective activation energies in the range of 95.6–126.3 kJ/mol, while the corresponding pre-exponential factors AΔ hc/k ranged from 1.73×10^{19} to 7.16×10^{22} K/m² for bulk densities of 0.10–0.20 g/cm³. These findings provide practical insights for estimating safe storage conditions and supporting hotspot monitoring strategies in industrial bagasse stockpiles at sugar mills.

Keywords: Bagasse, Spontaneous Ignition, Density, Frank-Kamenetskii Theory, Ignition Temperature

บทนำ

อุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศไทยมีบทบาทสำคัญต่อระบบพลังงานชีวมวลของประเทศ โดยกากชานอ้อยซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไอน้ำและพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ภายในโรงงานและจำหน่ายเข้าสู่ระบบไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม ลักษณะการดำเนินงานของโรงงานน้ำตาลจำเป็นต้องมีการกองเก็บกากชานอ้อยต่อเนื่องตลอดฤดูการหีบอ้อยเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 เดือน ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงด้านอัคคีภัยจากการลุกไหม้เกิดเองของกองชานอ้อย ซึ่งกระทบต่อความปลอดภัยของบุคลากร ความต่อเนื่องของกระบวนการผลิต และสิ่งแวดล้อม จากข้อมูลเหตุการณ์ย้อนหลังในช่วงปี พ.ศ. 2563–2566 พบรายงานเหตุเพลิงไหม้กองชานอ้อยในโรงงานน้ำตาลหลายแห่ง ได้แก่ เหตุการณ์เมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2563 ในโรงงานน้ำตาลจังหวัดกาฬสินธุ์ ซึ่งมีพื้นที่ได้รับผลกระทบประมาณ 10 ไร่ (ไทยรัฐออนไลน์, 2563) เหตุการณ์เมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2566 ภายในบริเวณโรงงานน้ำตาลจังหวัดลพบุรี (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2566) และเหตุการณ์เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2566 ในโรงงานน้ำตาลจังหวัดอุดรธานี ซึ่งมีพื้นที่กองชานอ้อยที่ได้รับผลกระทบประมาณ 25 ไร่ (มติชนออนไลน์, 2566) เหตุการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการศึกษากลไกการลุกไหม้เกิดเองของชานอ้อยอย่างเป็นระบบ เพื่อสนับสนุนการกำหนดแนวทางป้องกันและการบริหารจัดการกองเก็บเชื้อเพลิงชีวมวลอย่างปลอดภัย งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของ Frank-Kamenetskii ในการวิเคราะห์การสะสมความร้อนและการเกิดภาวะ thermal runaway พร้อมศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของการกองเก็บชานอ้อยกับอุณหภูมิที่เริ่มเกิดการลุกไหม้ได้เอง เพื่อนำไปใช้กำหนดเงื่อนไขการกองเก็บที่เหมาะสมและลดความเสี่ยงจากการเกิดเพลิงไหม้ในโรงงานน้ำตาล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาค่าสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการลุกไหม้เกิดเองของชานอ้อย ตามทฤษฎีของ Frank-Kamenetskii
2. เพื่อศึกษาผลของความหนาแน่นของชานอ้อยที่มีผลต่อการลุกไหม้เกิดเอง

ทบทวนวรรณกรรม

ทฤษฎีของ Frank-Kamenetskii ถูกนำมาใช้ในการคำนวณหาพลังงานก่อกัมมันต์ หรือพลังงานกระตุ้น (Activation Energy, E) และ Pre-Exponential factor (A) โดยสมบัติตัวแรกจะถูกหาในรูปสัดส่วนระหว่างพลังงานก่อกัมมันต์ กับค่าคงตัวสากลของก๊าซ (Universal Gas Constant, $\bar{R}$) หรือ $E/\bar{R}$ และสมบัติตัวที่สองจะถูกแสดงในรูปกลุ่มพารามิเตอร์ $A\Delta h_c/k$ เนื่องจากสมบัติทั้งสองของเชื้อเพลิงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตาม

ขนาดรูปทรง และอุณหภูมิ สมมติให้อัตราการเผาไหม้เป็นไปตามอัตราการเกิดปฏิกิริยาอันดับศูนย์ของอาร์เรเนียส จะสามารถเขียนสมการของอัตราการคายความร้อนจากการเผาไหม้ได้ คือ

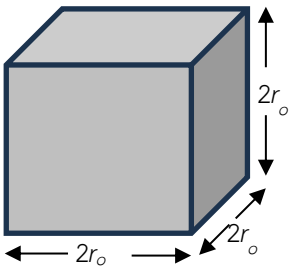
$$\dot{Q}_R''' = (A\Delta h_C)e^{-E/\bar{R}T_\infty} \quad (1)$$

เมื่อ $\dot{Q}_R'''$ คือ อัตราการปล่อยพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้ต่อปริมาตร (kW/m^3) Δh_c คือ ความร้อนของการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (kJ/kg) T คือ อุณหภูมิในหน่วยเคลวิน (K) และค่าคงตัวสากลของก๊าซ $\bar{R}$ มีค่า 8.314 J/mol·K

ตัวเลข Damköhler, δ เป็นค่าที่แสดงอัตราส่วนระหว่างพลังงานเนื่องจากการเผาไหม้ ต่อพลังงานที่สูญเสียไปจากกระบวนการนำความร้อน โดยค่า δ จะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิแวดล้อม T_∞ เพิ่มขึ้น การคำนวณหาค่า δ เพื่อวิเคราะห์หาความสามารถในการเกิดการลุกติดไฟเอง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2) (Quintiere, 2006) โดยต้องทราบค่า $E/\bar{R}$ และ $A\Delta h_c/k$ ซึ่งเป็นสมบัติของเชื้อเพลิงโดย หาได้จากการทดลองนำเชื้อเพลิงมาควบคุมอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม

$$\delta = \left(\frac{E}{\bar{R}\,T_\infty}\right)\left[\frac{r_o^2(A\Delta h_C)e^{-E/\bar{R}T_\infty}}{kT_\infty}\right] \quad (2)$$

โดย r_0 คือ ความยาวลักษณะเฉพาะ (Characteristic Length) ของก้อนเชื้อเพลิง โดยก้อนเชื้อเพลิงจะเกิดการลุกติดไฟเอง เมื่อ ค่า δ มีค่ามากกว่าตัวเลข Damköhler วิกฤติ δ_C เนื่องจากมีความร้อนสะสมอยู่ภายในก้อนเชื้อเพลิงทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนนำไปสู่การจุดติดไฟ ซึ่ง δ_C แสดงสภาวะวิกฤตเมื่ออัตราการปล่อยพลังงานความร้อนจากปฏิกิริยาเคมีภายในกองเชื้อเพลิงมีค่ามากกว่าอัตราการสูญเสียความร้อนที่ผิวเชื้อเพลิง โดยขึ้นกับลักษณะรูปทรงของการจัดเก็บเชื้อเพลิง (Zalosh, 2003) สำหรับก้อนเชื้อเพลิงที่เป็นลูกบาศก์ ความยาวลักษณะเฉพาะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวด้านของลูกบาศก์ ดังแสดงในภาพที่ 1 จะมีค่า δ_C = 2.52 (Quintiere, 2006)



ภาพที่ 1: รูปทรงของการจัดเก็บเชื้อเพลิงที่เป็นลูกบาศก์ความยาวด้านเท่ากับ $2r_o$

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองใช้ภาชนะบรรจุกากชานอ้อยทรงลูกบาศก์ซึ่งมีความใกล้เคียงกับลักษณะการกองเก็บ โดยจะใช้ภาชนะบรรจุจำนวน 3 ขนาด ค่าความชื้น (moisture content) อยู่ในช่วง 33.7-42.3% บรรจุวัสดุตัวอย่างในอุปกรณ์ให้ความร้อน ทำการวัดอุณหภูมิ จำนวน 3 จุด คือ จุดแรกเป็นอุณหภูมิกึ่งกลางชิ้นทดสอบ (T_0) จุดที่สองเป็นอุณหภูมิภายในเตาอบ (T_∞) และจุดที่สามเป็นอุณหภูมิที่ผิวชิ้นทดสอบ (T_s) เมื่อเวลาผ่านไป T_0 มีค่าเพิ่มขึ้นจนมีค่าใกล้เคียง T_∞ ที่สภาวะคงตัว หาก T_0 มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่า T_∞ และมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งแสดงการเกิดการจุดติดไฟได้เองของวัสดุตัวอย่าง จากนั้นทำการทดลองซ้ำ โดยปรับลด T_∞ ลงเรื่อย ๆ เพื่อหาค่า T_∞ ที่มีค่าน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดการจุดติดไฟได้เอง โดยอุณหภูมิวิกฤตของการจุดติดไฟเองนั้นกำหนดให้เป็น T_{ig}

ขั้นตอนดำเนินการ

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1 ตัวอย่างการทดลองคือชานอ้อยในฤดูการผลิต 67/68 เก็บตัวอย่างจากโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งในจังหวัดสระแก้ว ค่าความชื้นกากชานอ้อยระหว่าง

1.2 บดอัดตัวอย่างทดลองลงในภาชนะรูปทรงลูกบาศก์สามขนาด มีความยาวด้าน 8, 9 และ 10 เซนติเมตร ด้วยค้อนมาตรฐานซึ่งมีน้ำหนัก 2.5 กิโลกรัม (5.5 ปอนด์) และมีระยะตกอิสระของค้อน 304.8 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ในการบดอัดความหนาแน่น ทำการบดอัดด้วยวิธีเดียวกันทุกตัวอย่าง โดยความหนาแน่นของตัวอย่าง (bulk density) พิจารณาจากมวลของตัวอย่างที่บรรจุอยู่ในภาชนะเทียบกับปริมาตรของภาชนะที่ใช้บรรจุ คำนวณจากผลต่างระหว่างน้ำหนักรวมของภาชนะพร้อมตัวอย่างกับน้ำหนักของภาชนะเปล่า เพื่อหาน้ำหนักของตัวอย่าง จากนั้นนำมาหารด้วย ปริมาตรของภาชนะบรรจุเพื่อหาค่าความหนาแน่นของตัวอย่าง

1.3 นำภาชนะที่บรรจุกากชานอ้อยเข้าตู้อบ พร้อมทั้งติดตั้งเทอร์มอคัปเปิลจำนวน 3 จุด ได้แก่ กึ่งกลางของชิ้นทดสอบ ผิวด้านนอกของชิ้นทดสอบ และภายในตู้อบ ดังแสดงภาพที่ 2 ปรับเพิ่ม/ลดอุณหภูมิครั้งละ 1-2.5°C โดยวิธีลองผิดลองถูก (Trial and Error) เพื่อหาค่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ณ จุดที่ทำให้อุณหภูมิกึ่งกลางของชิ้นทดสอบมีค่ามากกว่าอุณหภูมิผิวของชิ้นทดสอบและเกิดการลุกไหม้เอง (T_{ig})

ภาพที่ 2: ตำแหน่งติดตั้งเทอร์มอคัปเปิล K-Type 3 จุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองหาอุณหภูมิการลุกไหม้ได้เองของกากชานอ้อยในภาชนะบรรจุ (Basket) รูปทรง ลูกบาศก์ มีความยาวด้าน 8, 9 และ 10 เซนติเมตร พบว่า ลักษณะการลุกไหม้ได้เองของชิ้นทดสอบจะเกิดเมื่ออุณหภูมิกึ่งกลางของชิ้นทดสอบในลูกบาศก์มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเริ่มลุกไหม้จากจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบและขยายวงกว้างออกไปสู่ด้านผิวของชิ้นทดสอบ การลุกไหม้ที่เกิดขึ้นจะทำให้ผิวของกากชานอ้อยเปลี่ยนเป็นสีดำ เนื่องจากเกิดกระบวนการไพโรไลซิสและปฏิกิริยาเคมีคายความร้อนออกมา ดังภาพที่ 3 (ก) ซึ่งเป็นชิ้นทดสอบรูปทรงลูกบาศก์ที่มีที่มีความยาวด้านขนาด 8 เซนติเมตรที่ความหนาแน่น 0.1 g/cm^3 การลุกไหม้ได้เองกรณีนี้เกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 193.5°C เมื่อเทียบกับการทดสอบลูกบาศก์ขนาดและความหนาแน่นเดียวกันแต่ไม่เกิดการลุกไหม้เองแสดงในภาพที่ 3 (ข) เป็นการทดสอบที่อุณหภูมิ 192.5°C

(ก) (ข)

ภาพที่ 3: ลักษณะทางกายภาพชิ้นทดสอบทรงลูกบาศก์ (ก) เกิดการลุกไหม้เองที่อุณหภูมิ 193.5°C ข) ไม่เกิดการลุกไหม้เองทดสอบที่อุณหภูมิ 192.5°C

ตารางที่ 1 แสดงอุณหภูมิที่เกิดการลุกไหม้เอง (T_{ig}) ในกากชานอ้อยทรงลูกบาศก์ทั้งสามขนาดและความหนาแน่นที่ต่างกันสามค่า จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อเพิ่มความยาวด้านเพิ่มขึ้นจาก 8 เป็น 10 เซนติเมตร ค่า T_{ig} ลดลงอย่างต่อเนื่องในทุกความหนาแน่น เช่น ที่ความหนาแน่น 0.10 g/cm^3 ค่า T_{ig} ลดจาก 193.5°C เป็น 184.5°C แนวโน้มนี้อธิบายได้ว่า ชิ้นทดสอบที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมีความสามารถในการระบายความร้อนออกสู่ภายนอกลดลง เมื่อเทียบกับอัตราการเกิดความร้อนภายใน จึงเกิดความร้อนเพิ่มรุนแรงหรือ Thermal Runaway ได้ที่อุณหภูมิต้อบต่ำลงเมื่อขนาดชิ้นทดสอบเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีของ Frank-Kamenetskii ที่ชี้ว่า ขนาดลักษณะเฉพาะของชิ้นทดสอบเป็นตัวแปรสำคัญต่อเงื่อนไขวิกฤตของการเกิด Thermal Runaway (Frank-Kamenetskii, 1969)

ตารางที่ 1: ผลการทดลองการลุกติดไฟเกิดได้ของกากชานอ้อยลูกบาศก์ที่ความหนาแน่นและขนาดต่างกัน

ความหนาแน่น (g/cm³)	ความยาวด้าน (cm)	อุณหภูมิเกิดการลุกไหม้เอง (°C)
0.10	8.0	193.5
0.10	9.0	188.5
0.10	10.0	184.5
0.15	8.0	192.5
0.15	9.0	190.0
0.15	10.0	185.0
0.20	8.0	187.0
0.20	9.0	184.0
0.20	10.0	180.0

การศึกษาการลุกไหม้ได้เองของ Rubber Woodchip โดยประยุกต์ใช้กรอบการวิเคราะห์ตามทฤษฎี Frank-Kamenetskii เพื่อประเมินอุณหภูมิการลุกไหม้ได้เอง (T_{ig}) พารามิเตอร์จลนศาสตร์ และขนาดกองเก็บที่ปลอดภัย ได้ดำเนินการทดลองในตู้อบแบบควบคุม โดยใช้ภาชนะทรงลูกบาศก์ขนาด 8, 10 และ 12 เซนติเมตร ที่ความหนาแน่น 278 และ 458 kg/m³ (ประมาณ 0.28–0.46 g/cm³) และความชื้นเริ่มต้น 10.6% และ 46.1% ผลการศึกษารายงานว่า อุณหภูมิการลุกไหม้ได้เองอยู่ในช่วง 182–199 ℃ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อขนาดภาชนะหรือขนาดกองวัสดุเพิ่มขึ้น ซึ่งสะท้อนบทบาทของการสะสมความร้อนภายในกองวัสดุภายใต้กรอบทฤษฎี Frank-Kamenetskii (Unchaisri et al., 2024) แม้ว่าช่วงความหนาแน่นของ Rubber Woodchip ที่ใช้ในการทดลองจะสูงกว่าช่วงความหนาแน่นของกากชานอ้อยในงานวิจัยนี้ แต่แนวโน้มเชิงกลไกด้านการสะสมความร้อนและการเกิดภาวะ thermal runaway ยังคงมีลักษณะสอดคล้องกันอย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับผลการทดลองของงานวิจัยนี้ พบว่า อุณหภูมิการลุกไหม้ได้เอง (T_{ig}) ของกากชานอ้อยมีแนวโน้มลดลงอย่างเป็นระบบเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น โดยในกรณีภาชนะทรงลูกบาศก์ขนาด 8 เซนติเมตร ค่า T_{ig} ลดลงจาก 193.5 ℃ ที่ความหนาแน่น 0.10 g/cm³ เหลือ 187.0 ℃ ที่ความหนาแน่น 0.20 g/cm³ คิดเป็นการลดลงประมาณ 3.35% และสำหรับภาชนะขนาด 10 เซนติเมตร ค่า T_{ig} ลดลงจาก 184.5 ℃ เหลือ 180.0 ℃ เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจาก 0.10 เป็น 0.20 g/cm³ หรือคิดเป็นการลดลงประมาณ 2.44%

นอกจากนี้ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามเวลาของกากชานอ้อยในภาชนะทรงลูกบาศก์ขนาด 10 เซนติเมตร แสดงให้เห็นพฤติกรรมการสะสมความร้อนและการเกิดภาวะ thermal runaway อย่างชัดเจน โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิตู้อบเท่ากับ 190 ℃ อุณหภูมิบริเวณใจกลางของตัวอย่างเพิ่มขึ้นจนตัดผ่านอุณหภูมิตู้อบและอุณหภูมิที่ผิว ก่อนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนเกิดการลุกไหม้ได้เอง ในขณะที่อุณหภูมิตู้อบ 187.5 ℃ ตัวอย่างเข้าสู่สภาวะคงตัวโดยไม่เกิดการลุกไหม้ได้เอง พฤติกรรมดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Frank-Kamenetskii theory ซึ่งอธิบายว่าการลุกไหม้เกิดเองจะเกิดขึ้นเมื่ออัตราการเกิดความร้อนภายในวัสดุสูงกว่าอัตราการสูญเสียความร้อนสู่สภาพแวดล้อม (Boonmee & Pongsamana, 2017) ผลการทดลองดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การเพิ่มความหนาแน่นของการกองเก็บส่งผลให้การระบายความร้อนลดลงและเอื้อต่อการเกิดภาวะ Thermal Runaway ทำให้การลุกไหม้เกิดเองของกากชานอ้อยสามารถเกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิตู้อบที่ต่ำลง ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงวิศวกรรมที่มีประโยชน์ต่อการกำหนดแนวทางการจัดการกองเก็บเชื้อเพลิงชีวมวลอย่างปลอดภัยในโรงงานน้ำตาล

การหาค่า $E/\bar{R}$ และ $A\Delta h_c/k$ สำหรับการลุกไหม้ได้เองของกากชานอ้อย ในภาชนะทรงลูกบาศก์ซึ่งมีค่า δ_C = 2.52 กำหนดให้อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเป็น T_∞ ซึ่งที่จุดลุกไหม้ได้เอง T_∞ จะมีค่าเท่ากับอุณหภูมิ T_{ig} จากสมการที่ (2) ทำการจัดรูปสมการใหม่ให้อยู่ในพจน์ของ $y = ln\left[\delta_c\left(\frac{T_{ig}^2}{r_0^2}\right)\right]$ และ $x = \frac{1}{T_{ig}}$ จะพบว่าความสัมพันธ์ของ y และ x เป็นแบบเชิงเส้น เมื่อวาดกราฟความสัมพันธ์ของ y และ x ความชันของกราฟจะให้ค่า $-E/\bar{R}$ และจุดตัดแกน y จะเป็นค่า $ln\left[\left(\frac{E}{\bar{R}}\right)\left(\frac{A\Delta h_c}{k}\right)\right]$ ซึ่งสามารถนำไปหาค่า $A\Delta h_c/k$ ได้หลังจากหาค่าสัมบูรณ์ของความชัน $E/\bar{R}$ มาแล้ว

ตารางที่ 2 ถึง 4 แสดงผลการคำนวณพจน์ของ y และ x เพื่อนำไปเขียนกราฟและหาค่า $E/\bar{R}$ และ $A\Delta h_c/k$ ที่ความหนาแน่น 0.1, 0.15 และ 0.2 g/cm^3 ตามลำดับ โดยอุณหภูมิ T_{ig} ที่ใช้เป็นหน่วยเคลวิน

ตารางที่ 2: ผลการทดลองที่ความหนาแน่น 0.1g/cm^3

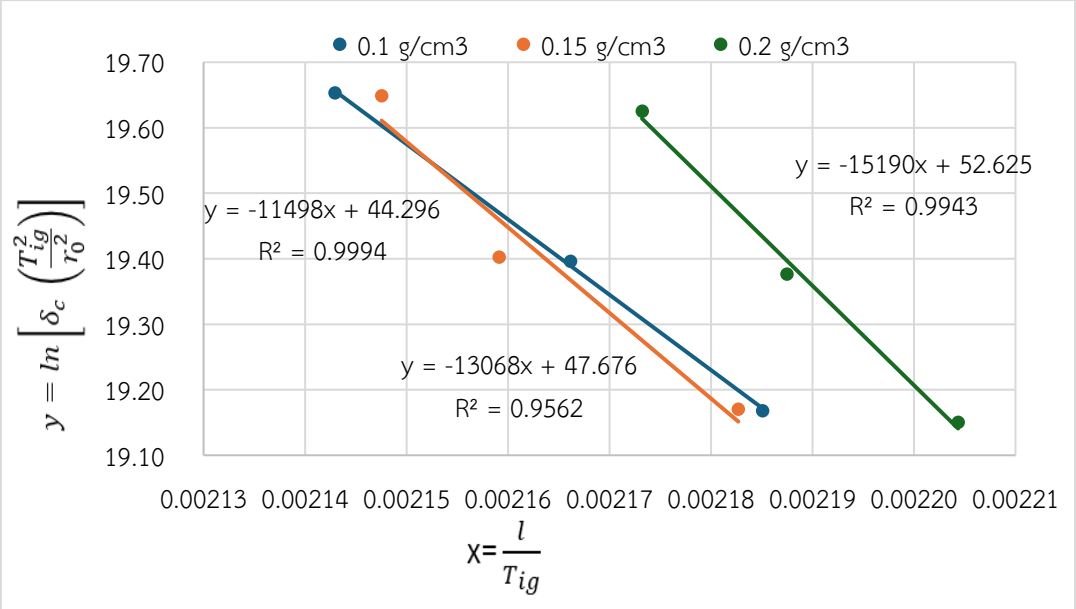
Cube $2r_o$(cm)	r_o(m)	T_{ig} (K)	$y = ln\left[\delta_c\left(\frac{T_{ig}^2}{r_0^2}\right)\right]$	$x = \frac{1}{T_{ig}}$
8	0.040	466.65	19.7	0.002143
9	0.045	461.65	19.4	0.002166
10	0.050	457.65	19.2	0.002185

ตารางที่ 3: ผลการทดลองที่ความหนาแน่น 0.15 g/cm^3

Cube $2r_o$(cm)	r_o(m)	T_{ig} (K)	$y = ln\left[\delta_c\left(\frac{T_{ig}^2}{r_0^2}\right)\right]$	$x = \frac{1}{T_{ig}}$
8	0.040	465.65	19.6	0.002148
9	0.045	463.15	19.4	0.002159
10	0.050	458.15	19.2	0.002183

ตารางที่ 4: ผลการทดลองที่ความหนาแน่น 0.20 g/cm^3

Cube $2r_o$(cm)	r_o(m)	T_{ig} (K)	$y = ln\left[\delta_c\left(\frac{T_{ig}^2}{r_0^2}\right)\right]$	$x = \frac{1}{T_{ig}}$
8	0.040	460.15	19.6	0.002173
9	0.045	457.15	19.4	0.002187
10	0.050	453.65	19.2	0.002204



ภาพที่ 4: สมการเชิงเส้นจากผลการทดลองการลุกไหม้ได้เอง

จากภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง $y = \ln\left[\delta_c\left(\frac{T_{ig}^2}{r_0^2}\right)\right]$ และตัวแปร x สำหรับกากชานอ้อยที่ความหนาแน่น 0.10, 0.15 และ 0.20 g/cm³ ผลการวิเคราะห์ พบว่า แต่ละความหนาแน่นให้สมการเชิงเส้นดังนี้

ความหนาแน่น 0.10 g/cm³: y= -11498x + 44.296; R^2 = 0.9994

ความหนาแน่น 0.15 g/cm³: y= -13098x + 47.676; R^2 = 0.9562

ความหนาแน่น 0.20 g/cm³: y= -15190x + 52.625; R^2 = 0.9943

จากความสัมพันธ์ระหว่าง y และ x ข้างต้น พบว่า ค่าสัมบูรณ์ของความชัน $(E/\bar{R})$ เพิ่มขึ้นตามความหนาแน่น ซึ่งสะท้อนถึงการตอบสนองที่รวดเร็วขึ้นของชิ้นทดสอบต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นสูงขึ้น โดยค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของกากชานอ้อยมีค่า 95.6, 108.9 และ 126.3 kJ/mol สำหรับความหนาแน่น 0.10, 0.15 และ 0.20 g/cm³ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พลังก่อกัมมันต์ของวัสดุหนึ่งควรมีค่าเท่ากันนั้น หมายความว่า ความชันของกราฟทั้งสามควรมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาก แต่การหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ที่ได้จากการทดลองการลุกติดไฟได้เองของกากชานอ้อยในเตาอบ เป็นค่า Apparent Activation Energy ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนและการแพร่ของออกซิเจนร่วมด้วย ซึ่งได้รับอิทธิพลจากโครงสร้างทางกายภาพ การแพร่ของออกซิเจนและการถ่ายเทความร้อนภายในกองวัสดุเมื่อความหนาแน่นเปลี่ยนแปลง กลไกการสะสมความร้อนและการเกิดปฏิกิริยาจึงเปลี่ยนไป ส่งผลให้ค่าความชันของกราฟและค่า E ที่คำนวณได้แตกต่างกันอยู่บ้าง

อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบค่า E ที่ได้จากการทดลองที่ค่าความหนาแน่น 0.1, 0.15 ,0.2 g/cm³ ลูกบาศก์ขนาดความยาวด้าน 8, 9 และ 10 เซนติเมตร กับผลการทดลองอื่นได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่าค่า E ของกากชานอ้อยทรงลูกบาศก์ที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 95.6–126.3 kJ/mol ซึ่งอยู่ในช่วงของ E ที่งานวิจัยอื่น ๆ หาค่าได้จากการทดลองลุกไหม้ของกากชานอ้อยเหมือนกัน ถือว่าผลจากการทดลองนี้ใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่น

สำหรับค่า $A\Delta h_c/k$ ที่คำนวณได้จากจุดตัดแกน y มีค่า 1.73 x 10^{19} K/m^2, 5.07 x 10^{20} K/m^2 และ 7.16 x 10^{22} K/m^2 สำหรับความหนาแน่น 0.10, 0.15 และ 0.20 g/cm^3 ตามลำดับ

จากผลการหาค่า $E/\bar{R}$ และ $A\Delta h_c/k$ ที่ได้จากการทดลองสามารถเขียนสมการหาค่าตัวเลข Damköhler ที่สอดคล้องกับความหนาแน่นได้ดังนี้

ความหนาแน่น 0.10 g/cm^3 ลูกบาศก์ ด้านยาว $2r_0$

$$\delta = 1.72\ x\ 10^{19} \left(\frac{r_0^2}{T_\infty^2}\right) e^{-11498/T_\infty} \quad (3)$$

ความหนาแน่น 0.15 g/cm^3 ลูกบาศก์ ด้านยาว $2r_0$

$$\delta = 5.03\ x\ 10^{20} \left(\frac{r_0^2}{T_\infty^2}\right) e^{-13098/T_\infty} \quad (4)$$

ความหนาแน่น 0.20 g/cm^3 ลูกบาศก์ ด้านยาว $2r_0$

$$\delta = 7.15\ x\ 10^{22} \left(\frac{r_0^2}{T_\infty^2}\right) e^{-15190/T_\infty} \quad (5)$$

ตารางที่ 5: การเปรียบเทียบค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E) ของกากชานอ้อย

การทดลองการลุกไหม้	พลังงานก่อกัมมันต์(kJ/mol)	แหล่งที่มา
กากอ้อย (Volatilization Nitrogen)	87.90	(Mamdouh, 1996)
กากอ้อย (Density 0.1 g/cm3 Air)	95.6	การทดลองนี้
กากอ้อย (Density 0.15 g/cm3 Air)	108.9	การทดลองนี้
กากอ้อย (Density 0.2 g/cm3 Air)	126.3	การทดลองนี้
กากอ้อย (Air)	89	(พงษ์ศักดิ์ พงษ์สัมณะ, 2558)
กากอ้อย (Air)	108	(Bowes, 1984)
กากอ้อย (Volatilization Air)	127.49	(Mamdouh, 1996)

สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองการลุกไหม้ได้เองของชานอ้อยซึ่งใช้เป็นเชื้อเพลิงชีวมวล โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ผลของความหนาแน่นและขนาดของกองวัสดุต่อเงื่อนไขการเกิดการลุกไหม้ ภายใต้กรอบแนวคิดของ Frank-Kamenetskii ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิการลุกไหม้ได้เอง T_{ig}ของกากชานอ้อยมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับความหนาแน่นของกองวัสดุ โดยเมื่อพิจารณาที่ขนาดตัวอย่างเดียวกัน ค่า T_{ig} มีแนวโน้มลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น แนวโน้มดังกล่าวเห็นได้ชัดเจนในตัวอย่างทรงลูกบาศก์ขนาด 8 เซนติเมตร ซึ่งค่า T_{ig} ลดลงจาก 193.5 °C ที่ความหนาแน่น 0.10 g/cm^3 เหลือ 187.0 °C ที่ความหนาแน่น 0.20 g/cm^3 หรือลดลงประมาณ 3.4% และในกรณีตัวอย่างทรงลูกบาศก์ขนาด 10 เซนติเมตร ค่า T_{ig} ลดลงจาก 184.5 °C เป็น 180.0 °C คิดเป็น 2.4% เมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้นจาก 0.10 เป็น 0.20 g/cm^3 แนวโน้มดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นและขนาดภาชนะบรรจุทรงลูกบาศก์

ส่งผลให้ประสิทธิภาพการระบายความร้อนภายในระบบลดลงและเอื้อต่อการสะสมความร้อนมากขึ้น ทำให้ระบบเข้าสู่ภาวะไม่เสถียรทางความร้อนและเกิดการลุกไหม้ได้เองได้ง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดของ Frank-Kamenetskii และกลไกการเกิด Thermal Runaway

ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองต้องอาศัยวิธีลองผิดลองถูกในช่วงต้น และมีปรับเปลี่ยนค่าอุณหภูมิในการทดสอบจนกว่าจะเกิดการลุกไหม้เอง ทำให้ต้องทำการทดสอบหลายครั้ง ใช้กากชานอ้อยปริมาณมาก ควรต้องมีการสำรองตัวอย่างที่ต้องใช้ทดสอบให้มากเพียงพอ เพื่อให้ตัวอย่างมีความสม่ำเสมอใกล้เคียงกันมากที่สุดในทุกกรณีของการทดลอง
2. บันทึกและควบคุม ความชื้นเริ่มต้น ของกากชานอ้อยอย่างเป็นระบบ รวมถึงการรายงานร้อยละความชื้นฐานด้วย เพราะความชื้นมีผลต่อทั้งสมบัติการถ่ายเทความร้อนและกลไกการเกิดความร้อน นอกจากนี้เพื่อให้สามารถเทียบผลการทดลองกับงานอื่นได้ชัดเจน

เอกสารอ้างอิง

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2566, 5 มีนาคม). *ไฟไหม้กากอ้อย บริเวณภายในโรงงานน้ำตาลสระบุรี ต.สระโบสถ์ อ.สระโบสถ์ จ.ลพบุรี.* https://dpmreporter.disaster.go.th/portal/disaster-news/4204

ไทยรัฐออนไลน์. (2563, 23 กุมภาพันธ์). *ยังดับไม่หมด จนท.เร่งฉีดน้ำสกัดเพลิงไหม้ชานอ้อยโรงงานน้ำตาลกาฬสินธุ์. https://www.thairath.co.th/news/local/northeast/1778061*

พงษ์ศักดิ์ พงษ์สัมณะ. (2558). *การศึกษาเชิงทดลองการลุกไหม้เกิดเองของชานอ้อย* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มติชนออนไลน์. (2566, 15 กรกฎาคม). *ไฟไหม้กองชานอ้อย “โรงงานน้ำตาล” อุดรธานี โหม 25 ไร่ คุมเพลิงได้แล้ว 80–90%*. https://www.matichon.co.th/local/news_4080974

Boonmee, N., & Pongsamana, P. (2017). Spontaneous ignition of bagasse stockpiles in Thailand: A fire safety concern. *Engineering Journal, 21*(3), 37–50. https://doi.org/10.4186/ej.2017.21.3.37

Bowes, P. C. (1984). *Self-heating: Evaluating and controlling the hazards*. Elsevier.

Frank-Kamenetskii, D. A. (1969). *Diffusion and heat transfer in chemical kinetics* (2nd ed.). Plenum Press.

Quintiere, J. G. (2006). *Fundamentals of fire phenomena*. John Wiley & Sons.

Unchaisri, T., Chaivatamaset, P., Wetchakama, S., Pridasawas, W., Methawiriyasilp, W., & Sae Tia, S. (2024). Spontaneous ignition of rubber woodchip in Thailand. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 88*, 105267. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2024.105267

Zalosh, R. G. (2003). *Industrial fire protection engineering.* John Wiley & Sons.

แอนิเมชันนำเสนอลวดลายผ้าไทยลายอัตลักษณ์ เพื่อส่งเสริมแรงจูงใจกลุ่มเจเนอเรชั่นซี (Z)
ANIMATION PRESENTATION OF THAI UNIQUE FABRIC PATTERN TO PROMOTE MOTIVATION AMONG GENERATION Z

นนทพันธ์ บูรณมณีศิลป์[1*] ภูมิ ณ ตะกั่วทุ่ง[2] และวงเดือน พลอยงาม[3]
Nontaphun Booranamaneesilp[1*], Phum Natakuaithung[2], and Wongduen Phloingam[3]

[1,2,3]สถาบันนวัตกรรมมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
[1,2,3]Mahanakorn Institute of Innovation, Mahanakorn University of Technology
[*]**Corresponding Author, E-mail:** charnmahaboon@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ยังมีอยู่อย่างจำกัด มีรายละเอียดเชิงลึกไม่มากพอ อีกทั้งยังไม่ได้เป็นที่รู้จักในวงกว้าง นอกจากนี้ วัยรุ่นไทยกลุ่มเจเนอเรชั่น ซี (Generation Z) ยังขาดความสนใจและความตระหนักรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ คิดเป็นร้อยละ 57.8 ไม่เคยรู้จักผ้าลายอัตลักษณ์มาก่อน ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงทำการรวมข้อมูลทำสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อส่งเสริมโน้มน้าวให้วัยรุ่นไทยกลุ่ม เจเนอเรชั่น Z สามารถเข้าถึงและเกิดความสนใจได้มากยิ่งขึ้นด้วยสื่อแอนิเมชัน โดยการจัดทำสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่องผ้าไทยลายอัตลักษณ์ 4 ภูมิภาค

งานวิจัยนี้ให้บุคคลทั่วไปจำนวน 45 คน (Gen Z คิดเป็นร้อยละ 80) ทำแบบทดสอบผ่านช่องทางออนไลน์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 1) สื่อวิดีโอแอนิเมชัน 2 มิติ 2) แบบทดสอบก่อน และหลังรับชมวิดีโอรูปแบบออนไลน์ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อวิดีโอรูปแบบออนไลน์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ มาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท (Likert rating scales) 5 ระดับ และการทดสอบค่า t (t - test แบบ Dependent Samples)

ผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจวิดีโออยู่ระดับ พึงพอใจมาก ($\bar{x}$ = 4.66) และหลังการรับชมวิดีโอผู้เข้าทดลองมีการตอบคำถามถูกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ร้อยละ 76.22 ค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่า 0.001 และค่าขนาดผลกระทบ Cohen's d ที่ 2.01

คำสำคัญ: แอนิเมชัน ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ เจเนอเรชัน Z

Abstract

At present, scholarly and public information concerning Thai unique fabric pattern remains limited, with insufficient depth and relatively low levels of public dissemination. Moreover, Thai Generation Z youth demonstrate limited awareness and engagement with Thai unique fabric pattern. Survey findings indicate that 57.8% of respondents had no prior knowledge of Thai unique fabric. In response to this issue, the researcher compiled relevant information and developed promotional media aimed at enhancing accessibility and stimulating interest among Thai Generation Z audiences through animated media. This study therefore involved the development of a 2D animated presentation on Thai unique fabric pattern from the four regions of Thailand.

The study recruited a total of 45 participants from the general population (80% belonged to Generation Z). Data were collected through an online assessment. The research instruments consisted of: a two-dimensional animated video, online pre-test and post-test assessments, and an online questionnaire measuring participants' satisfaction with the video. Data were analyzed using a five-point Likert rating scale and a dependent samples t-test.

The research results showed that participants' overall satisfaction with the video was at a high level ($\bar{x}$ = 4.66). In addition, post-test results demonstrated a statistically significant improvement in correct responses, with an increase of 76.22% ($p < 0.001$, Effect size = 2.01).

Keywords: Thai identity patterns, Generation Z, Animation

บทนำ

ผ้าไทยเป็นมรดกอันทรงคุณค่าทางภูมิปัญญาของคนไทยซึ่งได้มีการสร้างสรรค์สั่งสม สืบทอดและพัฒนาสืบต่อกันมาจนถึงปัจจุบัน โดยผ้าไทย หมายถึง ผ้าทุกชนิดที่ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นโดยฝีมือคนไทย อาทิ ผ้าลายขิด ผ้ายก ผ้าจก น้ำไหล มัดหมี่ และผ้าพื้นเมือง ส่วนใหญ่ผ้าไทยแบบดั้งเดิมที่ได้รับความนิยมจากบุคคลทั่วไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทอมาจากเครื่องกี่มือ และกี่กระตุกมีโครงสร้างของเส้นด้ายทำจากเส้นใยธรรมชาติ จำพวกไหม (Silk) และฝ้าย (Cotton) มีส่วนน้อยที่ทำจากลินิน (Linen) การทอผ้าจะมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว (วัฒนะ จูฑะวิภาต, 2555)

ปัจจุบันผ้าไทยได้รับการสนับสนุนให้รู้จักจากหลายแหล่ง เพื่อสืบสานผ้าไทยไม่ให้หายไป (อลิษา ลิ้มไพบูลย์, 2562) ผู้จัดทำจึงทำการศึกษารวบรวมข้อมูลลายผ้าลายอัตลักษณ์แยกตามภูมิภาค โดยนำเสนอในรูปแบบแอนิเมชันผ่านสื่อวิดีโอนำมาลวดลายประยุกต์ให้เข้ากับชุดไทยแนวรูปแบบที่ทันสมัย เพื่อกระตุ้นความสนใจในลายผ้าลายอัตลักษณ์ไทยให้วัยรุ่นไทยยุคเจเนอเรชั่น Z เข้าถึงและหันมาสนใจเพิ่มมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อรวบรวมข้อมูล ความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์
2. เพื่อจูงใจให้วัยรุ่นไทยยุคเจเนอเรชั่น Z ต้องการอนุรักษ์ผ้าไทยลายอัตลักษณ์
3. เพื่อเพิ่มความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ให้แก่ผู้รับชมวิดีโอ

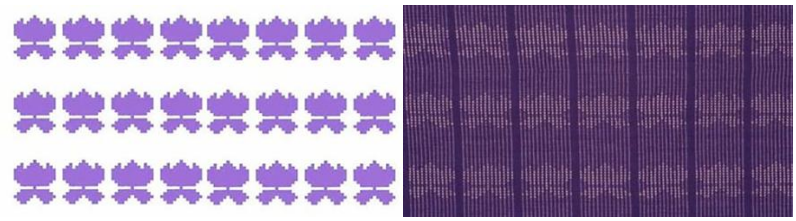
ทบทวนวรรณกรรม

ในการรวมข้อมูลและทำสื่อประชาสัมพันธ์ ด้วยการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา หลักการของทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ โดยแบ่งเป็นหัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลลวดลายผ้าลายอัตลักษณ์ไทย

ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ คือ ผ้าทอพื้นเมืองของแต่ละพื้นที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว โดยลวดลายต่าง ๆ ล้วนสะท้อนให้เห็นถึงภูมิปัญญา ประวัติความเป็นมา ความเชื่อ และวิถีชีวิตของผู้คนในชุมชน งานทอผ้าเหล่านี้โดดเด่นทั้งด้านความงาม ความละเอียดประณีต รวมถึงเทคนิคการทอที่แตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น จึงนับเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอันล้ำค่าที่ควรรักษาและสืบทอดต่อไป (วัฒนะ จูฑะวิภาต, 2555)

ผ้าที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้มาจาก หนังสือภูษาศิลป์ จากท้องถิ่นสู่สากลโดยสมเด็จพระบรมราชชนนีพันปีหลวง 12 สิงหาคม พ.ศ 2565 (กระทรวงวัฒนธรรม, 2565) ข้อมูลลวดลายจากแหล่งที่ทำการผลิตแยกตามภูมิภาคโดยแต่ละภูมิภาคจะมีศูนย์ศิลปาชีพทุกภูมิภาคทำให้ได้ข้อมูลลวดลายผ้า และวิธีการผลิตจากฝีมือชาวบ้านโดยตรง

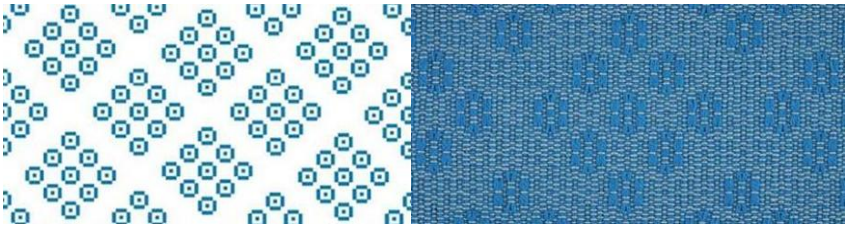


ภาพที่ 1: ผ้าลายดอกเสี้ยวและภาพจริง
ที่มา: กระทรวงวัฒนธรรม (2565)

ลายดอกเสี้ยว ลายผ้าไทยภาคเหนือ จากศูนย์ศิลปาชีพเชียงใหม่ได้รับรางวัลชนะเลิศการประกวดการออกแบบลายผ้าพื้นถิ่น เมื่อ พ.ศ. 2548

ภาพที่ 2: ผ้าลายละกอนไส้หมู
ที่มา: กระทรวงวัฒนธรรม (2565)

ลายละกอนไส้หมู เป็นลวดลายที่แสดงถึงอัตลักษณ์ศิลปะสกุลช่างลำปาง ที่ปรากฏในสถาปัตยกรรมวัด บ้านเรือน และงานพุทธศิลป์ของจังหวัดลำปาง



ภาพที่ 3: ผ้าลายพิกุลพลอย
ที่มา: กระทรวงวัฒนธรรม (2565)

ลายพิกุลพลอย คิดค้นสร้างสรรค์ลายขึ้นใหม่พัฒนาจากดอกพิกุลจากศูนย์การพัฒนาพิกุลทอง อันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดนราธิวาส

ภาพที่ 4: ลายดอกพะยอมเล็ก
ที่มา: กระทรวงวัฒนธรรม (2565)

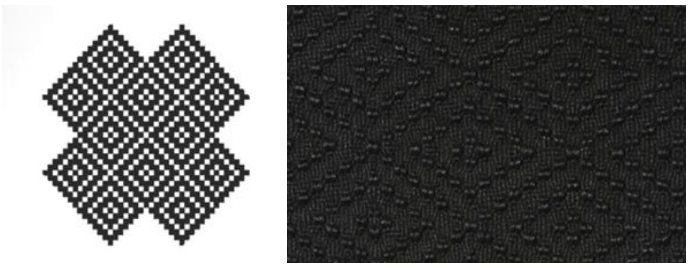
ลายดอกพะยอมเล็ก ได้รับการคัดเลือกเป็นผ้าประจำจังหวัดพัทลุง มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับในระดับประเทศจากชุมชนคุณธรรมบ้านลานข่อย จังหวัดพัทลุง

ภาพที่ 5: ลายดอกดาวเรือง
ที่มา: กระทรวงวัฒนธรรม (2565)

ลายดอกดาวเรือง จังหวัดสมุทรปราการเกิดจากการประยุกต์ มาจากลวดลายโบราณ คือ ลายหมี่หมากจับ และลายโคมเจ็ด โดยมีการนำเอาลวดลายดั้งเดิมมาจัดวางใหม่ ให้เกิดเป็นลายดอกดาวเรือง

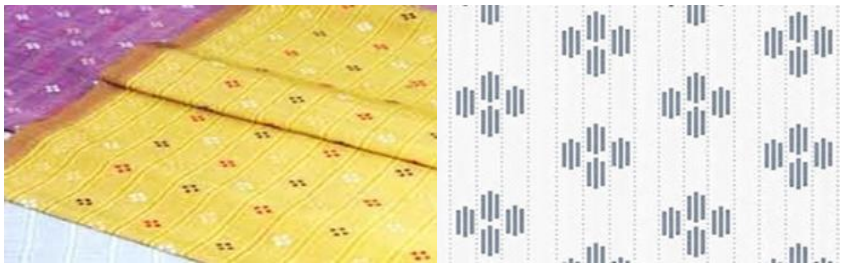
ภาพที่ 6: ลายริ้วทอง
ที่มา: กระทรวงวัฒนธรรม (2565)

ลายริ้วทอง ได้รับคัดเลือกเป็นลายผ้าประจำจังหวัด โดยกำหนดให้ใช้สีเปลือกต้นมะกลำ เป็นไม้มงคลพระราชทานประจำจังหวัดสิงห์บุรี



ภาพที่ 7: เหยียบลายลูกแก้ว
ที่มา: กระทรวงวัฒนธรรม (2565)

ผ้าเหยียบลายลูกแก้ว เดิมมีชื่อเรียกว่า ผ้าแพรเหยียบ (ผ้าเหยียบ หรือผ้าเก็บ) ตามลักษณะวิธีการทอที่เกิดจากการเหยียบไม้สลับตะกอเพื่อให้เกิดลวดลายในตัวผ้า



ภาพที่ 8: ลายกาบบัว
ที่มา: กระทรวงวัฒนธรรม (2565)

ผ้ากาบบัว ได้รับการประกาศให้เป็นลายผ้าเอกลักษณ์ประจำจังหวัดอุบลราชธานี โดยรวมเอาเอกลักษณ์อันโดดเด่นของผ้าพื้นเมืองเข้าไว้ ได้แก่ ซิ่นทิว

2. สื่อที่มีอิทธิพลต่อ เจเนอเรชั่น Z

เจเนอเรชั่น Z เป็นกลุ่มที่เติบโตในยุคดิจิทัล จึงมีแนวโน้มรับข้อมูลจากสื่อที่มีภาพเคลื่อนไหวและเสียงมากกว่าข้อความล้วน แอนิเมชันช่วยส่งเสริมการเรียนรู้โดยผสานภาพ เสียง และการเล่าเรื่อง ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและจดจำได้นานกว่า ตามทฤษฎี Multimedia Learning ของ Mayer (2009) ซึ่งระบุว่า การใช้หลายช่องทางในการเรียนรู้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูล งานวิจัยยังพบว่า แอนิเมชันเพิ่มความสนใจและมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยเฉพาะในกลุ่ม เจเนอเรชั่น Z ที่คุ้นชินกับแพลตฟอร์มภาพเคลื่อนไหว เช่น YouTube และ TikTok (Guo et al., 2014) (Pearson, 2018)

3. การกำหนดจำนวนประชากรเพื่อทำแบบสอบถาม

จำนวนประชากร (Population) และ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) สูตร Krejcie & Morgan เป็นที่นิยมในการวิจัยทางสังคมศาสตร์และการศึกษา โดยเหมาะสมกับงานวิจัยที่มีลักษณะเช่น การวิจัยเชิง

สำรวจ (Survey Research) ที่ต้องการศึกษาจากประชากรขนาดใหญ่ การวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive Research) ที่ต้องการศึกษาลักษณะทั่วไปของประชากร เช่น การสำรวจความคิดเห็น พฤติกรรม หรือทัศนคติ งานวิจัยที่มีประชากรที่แน่นอน (Finite Population) และสามารถระบุจำนวนประชากรได้ชัดเจน

$$n = \frac{\chi^2 NP(1-P)}{d^2 P(1-P)}$$

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
N แทน จำนวนประชากร
χ แทน ค่าไคสแควร์ที่ Degree of freedom (df) เท่ากับ 1 ระดับความเชื่อมั่น 95% (เท่ากับ 3.841)
P แทน สัดสวนของประชากร หากไม่ทราบ ใส่ค่า 0.05
d แทน ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (0.05)

ภาพที่ 9: สูตรการคำนวณของ Krejcie & Morgan
ที่มา: ณัฐกร มัทธะปานัง (2566)

4. แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ และการสำรวจ

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามาก และผู้คนทั่วไปสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ง่าย ซึ่งในช่วงการแพร่ระบาดของไวรัส โควิด 2019 ที่ผ่านมา รูปแบบการดำเนินชีวิตของผู้คนทั่วโลกมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้งานวิจัยจำนวนมากนำช่องทางออนไลน์มาใช้ในการดำเนินการสำรวจเพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลมากยิ่งขึ้น (สวรรยา สิทธิประเสริฐพร, 2566) (บุญรัตน์ แผลงศร, 2565)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การหาข้อมูล

ข้อมูลลวดลายผ้า และกรรมวิธีการผลิตมาจากศูนย์ศิลปาชีพ ซึ่งเป็นแหล่งเก็บข้อมูลจากแหล่งผลิตทุก ๆ แห่งในประเทศไทย ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์ ข้อมูลด้านบุคลากรผู้ผลิต วิธีการผลิตและเป็นแหล่งตัวอย่างผ้าไทยแยกตามภูมิภาคทุกภูมิภาค

2. วิธีการทำวิดีโอ แอนิเมชัน

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop, Adobe Premiere Pro, และ Adobe After Effects ในกระบวนการสร้างวิดีโอ แอนิเมชัน ทางผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยี AI ที่ช่วยในการสร้างภาพเคลื่อนไหวนำมาใช้ในการสร้างภาพประกอบวิดีโอ กระบวนการในการสร้างงานแอนิเมชันประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังตาราง (บริษัท มิสเตอร์มี สตูดิโอ จำกัด, 2560)

ตารางที่ 1: ขั้นตอนการจัดทำวิดีโอแอนิเมชัน

ขั้นตอนเตรียมการ (Pre-Production)	ขั้นการผลิต (Production)	ขั้นหลังการผลิต (Post-Production)
o เขียนรายละเอียดโครงงาน	o วางเค้าโครง	o ประกอบรวมภาพทั้งหมด
o ออกแบบภาพ	o ออกแบบฉาก	o ตัดต่อ
o เขียนสตอรี่บอร์ด	o ทำภาพเคลื่อนไหว	o ดนตรีและเสียงประกอบ
o ทำแอนิเมติก		

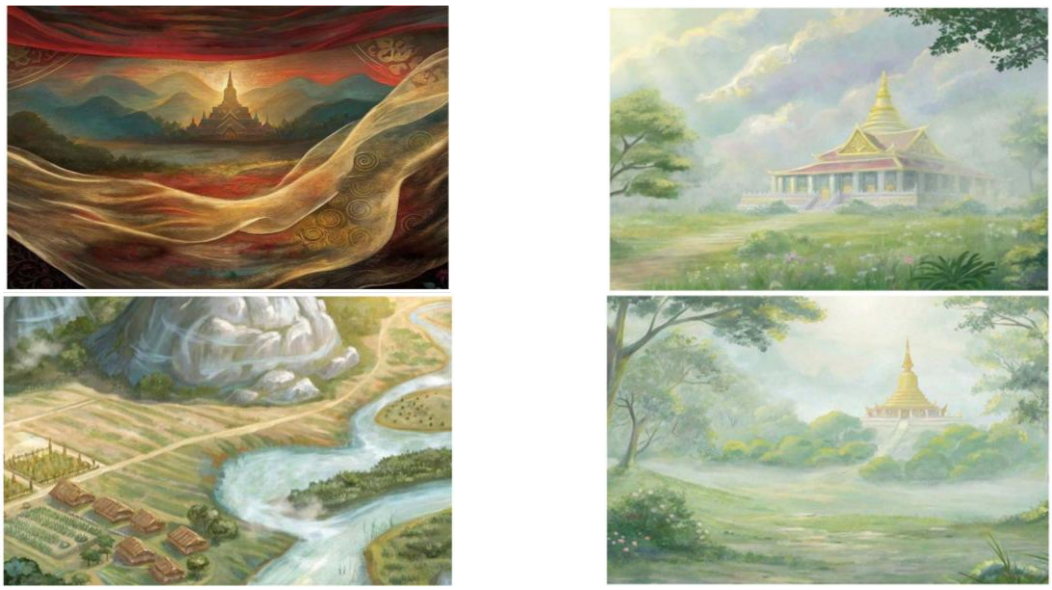
2.1 ขั้นตอนเตรียมการ (Pre-Production)

เป็นการวางรากฐานงาน เริ่มจากการเขียนรายละเอียดเพื่อกำหนดแนวคิดและเนื้อหา จากนั้นออกแบบภาพเพื่อกำหนดสไตล์และรูปลักษณ์ ก่อนจัดทำสตอรี่บอร์ดเพื่อวางลำดับเหตุการณ์ และสร้างแอนิเมติกเพื่อทดสอบจังหวะและการเล่าเรื่องก่อนเข้าสู่การผลิตจริง (นพณัฐ เรืองวาณิชยกุล, 2560)

ภาพที่ 10: การออกแบบฉากหลังภายในวิดีโอ

2.2 ขั้นการผลิต (Production)

เป็นกระบวนการลงมือสร้างผลงานจริงตามแบบแผนที่เตรียมไว้ โดยเริ่มการวางเค้าโครงเพื่อกำหนดองค์ประกอบภาพ ตำแหน่งตัวละคร และมุมกล้อง จากนั้นดำเนินการออกแบบฉากให้มีรายละเอียด สีสัน และบรรยากาศที่สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง ก่อนเข้าสู่การสร้างภาพเคลื่อนไหวซึ่งทำให้ตัวละครและวัตถุต่าง ๆ เคลื่อนที่ ทั้งนี้ กระบวนการผลิตรวมถึงการจัดแสง สร้างเอฟเฟกต์ และการเรนเดอร์ เพื่อให้ผลงานพร้อมสำหรับขั้นตอนหลังการผลิตต่อไป



ภาพที่ 11: ผลงานฉากหลังภายในวิดีโอ

2.3 ขั้นหลังการผลิต (Post-Production)

เป็นกระบวนการปรับแต่ง และจัดองค์ประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกันให้สมบูรณ์หลังจากงานผลิตเสร็จสิ้น เริ่มจากการนำภาพในแต่ละช็อตมาประกอบรวมเข้าด้วยกันให้เป็นลำดับเดียวอย่างต่อเนื่อง เลือกช็อตที่เหมาะสม และกำหนดความยาวของฉาก ขั้นสุดท้ายคือการใส่ดนตรีและเสียงประกอบ เพื่อเพิ่มอารมณ์ความสมจริง และสร้างบรรยากาศ ทำให้ผลงานมีความครบถ้วนและพร้อมสำหรับการเผยแพร่

3. วิธีการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การออกแบบแบบสอบถามออนไลน์

งานวิจัยได้มีการแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1) การวัดความรู้ความเข้าใจด้านผ้าลายอัตลักษณ์ไทย ส่วนที่ 2) ความคิดเห็นด้านการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทยและ ส่วนที่ 3) การวัดความพึงพอใจในวิดีโอแอนิเมชัน โดยใช้ Google Forms จัดทำแบบสอบถามออนไลน์เพื่อนำไปลงในกลุ่มเปิดใน Facebook เพื่อให้บุคคลในกลุ่มมาทำแบบสอบถามตามความสมัครใจ

1) การวัดความรู้ความเข้าใจด้านผ้าไทยลายอัตลักษณ์ โดยจะมีคำถามใหญ่จำนวน 1 ข้อที่สอบถามผู้เข้าร่วมว่าท่านเคยเห็นหรือรู้จักผ้าไทยลายอัตลักษณ์หรือไม่ และแบบทดสอบย่อยจำนวน 4 ข้อเป็นคำถามปรนัยเกี่ยวกับชื่อผ้าลายอัตลักษณ์ของแต่ละจังหวัด ซึ่งผู้เข้าร่วมการทดลองจะมีการทำทดสอบแบบก่อนการรับชมวิดีโอแอนิเมชัน และหลักรับชมวิดีโอแอนิเมชันหรือการทำ t - test dependent เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจ ค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

2) ความคิดเห็นด้านการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทย มีคำถามจำนวน 2 ข้อ คือ ข้อที่ 1 ท่านคิดว่าผ้าไทยลายอัตลักษณ์ของแต่ละภาค ควรได้รับการส่งเสริมหรือไม่? และ ข้อที่ 2 ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าผ้าไทยลายอัตลักษณ์มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทย? โดยคำถามข้อที่ 1 จะมีตัวเลือก 2 ข้อ คือ ควรได้รับการส่งเสริมกับไม่ควรได้รับการส่งเสริม และคำถามข้อที่ 2 เป็นการวัดระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ โดย 5 คือเห็นด้วยอย่างยิ่ง และ 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บมุมมองที่มีต่อการอนุรักษ์ผ้าไทย

3) การวัดความพึงพอใจในวิดีโอแอนิเมชัน จะเป็นแบบสอบถามหลังการรับชมแอนิเมชัน จำนวน 8 ข้อ โดยจะเป็นคำถามที่เกี่ยวกับด้าน คุณภาพของภาพและเสียง การนำเสนอเนื้อหา การช่วยเสริมสร้างความภาคภูมิใจในวัฒนธรรมไทย และความเหมาะสมของใช้สื่อในการเรียนรู้ ใช้การวัดแบบมาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท (Likert rating scales) 5 ระดับ (Safesiri, 2018) การวัดความพึงพอใจในวิดีโอแอนิเมชัน (สวรรยา สิทธิประเสริฐพร, 2566)

ตารางที่ 2: ช่วงคะแนนและกำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับต่าง ๆ

คะแนนเชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ	ความหมาย
ดีมาก	4.21 – 5.00	สื่อที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับดีมาก
ดี	3.41 – 4.21	สื่อที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับดี
ปานกลาง	2.61 – 3.40	สื่อที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
น้อย	1.81 - 2.60	สื่อที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับน้อย
น้อยมาก	1.00 - 1.80	สื่อที่พัฒนามีความพึงพอใจในระดับน้อยมาก

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 การรวบรวมข้อมูล ความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ โดยผู้วิจัยดำเนินการศึกษารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และนำมาถ่ายทอดในรูปแบบสื่อแอนิเมชัน เพื่อใช้เป็นสื่อในการให้ความรู้และส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์อย่างเป็นระบบและเหมาะสม

ภาพที่ 12: ผลงานภาพปกวิดีโอ

วัตถุประสงค์ที่ 2 จูงใจให้วัยรุ่นไทยกลุ่มเจเนอเรชั่น Z ต้องการอนุรักษ์ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ด้วยการรับชมแอนิเมชัน

งานวิจัยนี้ได้จำนวนผู้ทำแบบสอบถามออนไลน์แยกตามเพศ เพศชายจำนวน 22 คน คิดเป็น 48.9% เพศหญิง จำนวน 23 คน คิดเป็น 51.1% อายุต่ำกว่า 18 ปี จำนวน 4 คน คิดเป็น 8.9%, อายุ 18-25 ปี จำนวน 24 คน คิดเป็น 53.3%, อายุ 26-35 ปี จำนวน 17 คน คิดเป็น 37.8% แยกตามระดับการศึกษา ระดับปริญญาตรี จำนวน 24 คน คิดเป็น 53.3% สูงกว่าปริญญา จำนวน 9 คน คิดเป็น 20% งานวิจัยนี้ได้มี

การถามผู้เข้าร่วมทดลองว่า ท่านเคยเห็นหรือรู้จัก “ผ้าลายอัตลักษณ์ไทย” หรือไม่ ซึ่งมีผู้เข้าร่วม จำนวน 26 คน ตอบ “ไม่เคยเห็น หรือรู้จัก” และมีผู้เข้าร่วมจำนวน 19 ตอบ "เคยรู้จัก"

ตารางที่ 3: คะแนนประเมินความพึงพอใจวิดีโอแอนิเมชันกรณีตัวอย่าง

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. เนื้อหาของวิดีโอน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ	4.60	0.50	พึงพอใจมาก
2. วิดีโอช่วยให้เข้าใจถึงลักษณะเฉพาะของผ้าไทยลายอัตลักษณ์ 4 ภูมิภาค	4.73	0.45	พึงพอใจมาก
3. ภาพและเสียงของวิดีโอมีคุณภาพดี	4.33	0.60	พึงพอใจมาก
4. การนำเสนอในวิดีโอมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.67	0.48	พึงพอใจมาก
5. วิดีโอช่วยเสริมสร้างความภาคภูมิใจในวัฒนธรรมไทย	4.80	0.40	พึงพอใจมาก
6. มีความรู้สึกอยากศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผ้าไทยหลังจากรับชมวิดีโอ	4.53	0.55	พึงพอใจมาก
7. วิดีโอสามารถถ่ายทอดเอกลักษณ์ของแต่ละภูมิภาคได้อย่างเหมาะสม	4.76	0.43	พึงพอใจมาก
8. วิดีโอนี้เหมาะสำหรับการใช้สื่อในการเรียนรู้หรือเผยแผ่ทางวัฒนธรรมไทย	4.82	0.39	พึงพอใจมาก
รวมเฉลี่ย	**4.66**	**0.47**	**พึงพอใจมาก**

จากตารางที่ 3 คะแนนแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจวิดีโอแอนิเมชันกรณีตัวอย่าง พบว่า ระดับความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับ พึงพอใจมาก ($\bar{X}$ = 4.66, S.D. = 0.47)

ตารางที่ 4: แบบสอบถามความสนใจในการอนุรักษ์ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ด้วยการรับชมแอนิเมชัน

รายการ	ก่อน	หลัง	เพิ่มขึ้น
10. ท่านคิดว่าผ้าไทยลายอัตลักษณ์ของแต่ละภาค ควรได้รับการส่งเสริมหรือไม่?	42 คน	43 คน	1 คน
11. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าผ้าไทยลายอัตลักษณ์มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทย?	207 คะแนน	212 คะแนน	5 คะแนน

จากตารางที่ 4 จำนวนผู้เข้าร่วมการทดลองที่เห็นควรว่า ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ควรได้รับการส่งเสริมก่อนการรับชมแอนิเมชันมีจำนวน 42 คน และหลังรับชมแอนิเมชันมีจำนวน 43 คน เพิ่มขึ้น 1 คน ส่วนความคิดเห็นด้านผ้าไทยลายอัตลักษณ์มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทย พบว่า คะแนนก่อนการรับชมแอนิเมชัน คือ 207 และหลังการรับชม คือ 212 เพิ่มขึ้น 5 คะแนน

วัตถุประสงค์ที่ 3 เพิ่มความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ให้แก่ผู้รับชมวิดีโอ โดยการทำแบบทดสอบก่อน และหลังรับชมวิดีโอแอนิเมชัน

ตารางที่ 5: จำนวนคนที่ตอบคำถามถูกจากแบบทดสอบความรู้ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ก่อนและหลังรับชมแอนิเมชัน

รายการ	ก่อน		หลัง		เพิ่มขึ้น
	ตอบถูก	ร้อยละ	ตอบถูก	ร้อยละ	
6. ท่านทราบหรือไม่ว่าผ้าลายอัตลักษณ์ของจังหวัดสิงห์บุรี มีชื่อว่าอะไร?	10	22.22	42	93.33	76.19
7. ท่านทราบหรือไม่ว่าผ้าลายอัตลักษณ์ของจังหวัดอุบลราชธานี มีชื่อว่าอะไร?	11	24.44	38	84.44	71.05
8. ท่านทราบหรือไม่ว่าผ้าลายอัตลักษณ์ของจังหวัดลำปาง มีชื่อว่าอะไร?	10	22.22	42	93.33	76.19
9. ท่านทราบหรือไม่ว่าผ้าลายอัตลักษณ์ของจังหวัดนราธิวาส มีชื่อว่าอะไร?	8	17.78	42	93.33	80.95
รวมเฉลี่ย	**9.75**	**21.67**	**41**	**91.11**	**76.22**

ตารางที่ 6: การเปรียบเทียบผลคะแนนเฉลี่ยการตอบคำถามก่อนและหลังรับชมวิดีโอแอนิเมชัน

รายการ	Mean	N	SD	SEM
ก่อนได้รับชมวิดีโอ	0.9	45	1.20	0.18
หลังได้รับชมวิดีโอ	3.6	45	0.70	0.10

ตารางที่ 7: การวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนตอบคำถามก่อนและหลังรับชมวิดีโอ

รายการ	Mean	SD	SEM	t	Effect Size	df
ก่อนได้รับชม และหลังได้รับชมวิดีโอ	2.7	1.38	0.21	13.5	2.01	44

จากตารางที่ 5-7 การเปรียบเทียบคะแนนวัดความรู้ ก่อนและหลังการตอบแบบทดสอบความรู้ โดยใช้สถิติ t - test dependent ค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 พบว่า ก่อนการรับชมวิดีโอมีจำนวนการตอบคำถามถูกเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 21.67 และหลักรับชมวิดีโอมีจำนวนการตอบคำถามถูกเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 91.11 เพิ่มขึ้นร้อยละ 76.22 ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 2.70 ค่าความน่าจะเป็น หรือ $p < 0.001$ ขนาดของผลกระทบที่ 2.01

อภิปรายผล และสรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ รวบรวมข้อมูลเผยแพร่ และให้ความรู้ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ให้เป็นที่รู้จักมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยแบ่งเป็น 3 ข้อดังนี้

1. **ด้านการรวบรวมข้อมูล ความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์**

พบว่า การรวบรวมข้อมูลลวดลายผ้าไทยลายอัตลักษณ์ในงานวิจัยนี้มีความครอบคลุมและเป็นระบบ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากแหล่งความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือ ทั้งเอกสารทางวิชาการและข้อมูลจากหน่วยงานด้านวัฒนธรรม เพื่อนำมาจำแนกลักษณะของลวดลายผ้าไทย ตามบริบทของแต่ละภูมิภาค ลวดลายดังกล่าวสะท้อนถึงภูมิปัญญาท้องถิ่น ความเชื่อ ประวัติความเป็นมา และวิถีชีวิตของชุมชนในแต่ละพื้นที่

นอกจากนี้ การรวบรวมข้อมูลยังให้ความสำคัญกับรายละเอียดของลวดลาย สีสัน และเอกลักษณ์เฉพาะของผ้าไทยในแต่ละภูมิภาค ซึ่งช่วยให้ข้อมูลมีความถูกต้องและสอดคล้องกับความเป็นจริงทางวัฒนธรรม ข้อมูลลวดลายอัตลักษณ์ที่ได้จึงสามารถนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการถ่ายทอดผ่านสื่อวิดีโอแอนิเมชันได้อย่างเหมาะสม ทำให้ผู้รับชมสามารถเข้าใจความแตกต่างและคุณค่าของผ้าไทยลายอัตลักษณ์ได้ง่ายยิ่งขึ้น และสะท้อนให้เห็นว่า การรวบรวมข้อมูลลวดลายในงานวิจัยนี้สามารถสนับสนุนการอนุรักษ์และเผยแพร่มรดกทางวัฒนธรรมไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. จูงใจให้วัยรุ่นไทยยุคเจเนอเรชั่น Z ต้องการอนุรักษ์ผ้าไทยลายอัตลักษณ์

การเก็บรวบรวมแบบสอบถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเรื่องผ้าไทยลายอัตลักษณ์ จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 45 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 19 คน (คิดเป็นร้อยละ 42.2) เคยเห็นหรือรู้จักผ้าไทยลายอัตลักษณ์ ในขณะที่อีก 26 คน (คิดเป็นร้อยละ 57.8) ไม่เคยเห็นหรือรู้จักผ้าไทยลายอัตลักษณ์ สะท้อนให้เห็นว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังขาดความ คุ้นเคยเกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าเนื้อหาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ ยังไม่แพร่หลายมากนัก

จากตารางที่ 3 พบว่า ระดับความพึงพอใจหลังรับชมวิดีโอแอนิเมชันกรณีตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 อยู่ในระดับ พึงพอใจมาก ซึ่งทางผู้วิจัยเห็นว่า สื่อประเภทแอนิชันมีอิทธิพลต่อวัยรุ่นไทยยุคเจเนอเรชั่น Z อยู่ในระดับสูง

จากตารางที่ 4 พบว่า ด้านการส่งเสริมการอนุรักษณ์ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ ผู้ตอบแบบสอบถามมีแนวโน้มเห็นด้วย และส่งเสริมต่อผ้าไทยลายอัตลักษณ์ โดยมีผู้เห็นด้วยหลังการรับชมวิดีโอเพิ่มขึ้น 1 คน จาก 42 คน เป็น 43 คน แสดงให้เห็นว่า ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม คะแนนจากผู้ตอบแบบสอบถามได้ตระหนัก และเห็นคุณค่าถึงความสำคัญต่อการอนุรักษ์ผ้าไทยลายอัตลักษณ์อยู่ในระดับที่สูง และจากคำถามด้านผ้าไทยลายอัตลักษณ์มีความสำคัญต่อวัฒนธรรมไทย จากคำถามข้อที่ 11 “ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าผ้าไทยลายอัตลักษณ์มีความสำคัญต่อวัฒนธรรมไทยหรือไม่” มีเปอร์เซ็นต์เห็นด้วยเป็นอย่างมากลดลงเล็กน้อยจากแบบสอบถามหลังรับชมวิดีโอ ทำให้ผู้วิจัยเห็นได้ว่า ผ้าไทยลายอัตลักษณ์ไม่ได้เป็นที่รู้จักมากพอที่จะมีความสำคัญต่อวัตนธรรมไทยในวงกว้าง เมื่อสรุปจากคำถาม ที่มีผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยเป็นอย่างมากเกี่ยวกับการส่งเสริมผ้าไทยลายอัตลักษณ์ลดลงเล็กน้อย

ดังนั้น จึงควรมีการส่งเสริมให้เข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์มากขึ้น เพื่อสร้างความตระหนักรู้ในวัฒนธรรมไทย และสามารถนำเอกลักษณ์จากลายอัตลักษณ์ไทยมาประยุกต์ใช้ให้ร่วมสมัย

3. เพิ่มความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ให้แก่ผู้รับชมวิดีโอ

จากผลการสำรวจดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ยังขาดความคุ้นเคยเกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ ทั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่าเนื้อหาข้อมูลความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ ยังไม่แพร่หลายมากนัก จึงควรมีการส่งเสริมให้เข้าถึงข้อมูลเกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์มากขึ้น เพื่อสร้างความตระหนักรู้ในวัฒนธรรมไทย และสามารถนำเอกลักษณ์จากลายอัตลักษณ์ไทยมาประยุกต์ใช้ให้ร่วมสมัย

จากตารางที่ 5 พบว่า คะแนนการทำแบบทดสอบเปรียบเทียบก่อน และหลังรับชมวิดีโอแอนิเมชัน ทางผู้วิจัยเห็นว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีความรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์อยู่ระดับที่น้อย จากคะแนนก่อนการรับชมวิดีโอที่มีอัตราการตอบถูกเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 21.67 เท่านั้น หากคิดเป็น ความยากง่าย (P) (จักรพงษ์ แผ่นทอง, 2566) จะอยู่ที่ 0.21 อาจเป็นไปได้ว่าคำถามค่อนข้างยากสำหรับผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนแบบทดสอบหลังการรับวิดีโอนั้นมีอัตราการตอบคำถามถูกอยู่ที่ร้อยละ 91.11 ภาพรวมชี้ให้เห็นถึงผลคะแน

ของผู้รับชมว่า มีการตอบถูกมากขึ้นหลังจากการรับชมวิดีโอ แต่เมื่อพิจารณาค่าความน่าจะเป็น (p-value) ในการทดลองมีค่าน้อยกว่า 0.001 และ ค่าขนาดอิทธิพล (Cohen's d) มีค่าเท่ากับ 2.01 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญเป็นอย่างมาก แต่ทางผู้วิจัยเห็นว่าอาจเกิดจากจำนวนคำถามในแบบทดสอบมีจำนวนค่อนข้างน้อยจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าที่สูงมาก อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยแสดงให้เห็นว่าวิดีโอแอนิเมชันสามารถให้ความรู้ความพึงพอใจแก่ผู้รับชมได้ จากตารางที่ 5 เห็นได้ว่า เนื้อหาข้อมูลได้ให้ความรู้เกี่ยวกับผ้าลายอัตลักษณ์ไทยได้ดี ส่งเสริมการเผยแผ่และการตระหนักรู้เกี่ยวกับผ้าไทยลายอัตลักษณ์ได้มากขึ้น

โดยสรุปจากผลการวิจัยสามารถต่อยอดไปสู่แนวทางการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย โดยการนำลวดลายอัตลักษณ์ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนรุ่นใหม่ เช่น เสื้อผ้าแฟชั่น กระเป๋า เครื่องประดับต่าง ๆ โดยคงไว้ซึ่งเอกลักษณ์ดั้งเดิมของลวดลาย แต่ปรับรูปแบบ สีสัน และการจัดวางองค์ประกอบให้มีความทันสมัยมากขึ้น การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ชุมชนผู้ผลิตผ้าไทย แต่ยังเป็นการสร้างภาพลักษณ์ใหม่ให้ผ้าไทยลายอัตลักษณ์สามารถเข้าถึงกลุ่มผู้บริโภควัยรุ่นและวัยทำงานได้มากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้านวัฒนธรรมเข้ากับอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ ซึ่งจะช่วยให้การอนุรักษ์ผ้าไทยลายอัตลักษณ์เกิดขึ้นควบคู่ไปกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. คะแนนในข้อด้านเสียง ได้คะแนนน้อยที่สุด ซึ่งอาจเกิดจากการที่ผู้วิจัยมีการใช้ AI ในการพากย์ซึ่ง ณ ตอนนั้นความสามารถของ AI ยังถือว่าไม่ดีพอ
2. ควรใช้โทนสีสบายตามากขึ้น และตัวหนังสือชัดเจนขึ้น
3. ควรเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อผลวิจัยที่แม่นยำมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ รวมถึงหลักสูตรเทคโนโลยีดิจิทัลมัลติมีเดียอาร์ต ที่อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือและข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงวัฒนธรรม. (2565). *ภูษาศิลป์จากท้องถิ่น...สู่สากล*. https://adminli.m-culture.go.th/th/e-book/1340

จักรพงษ์ แผ่นทอง. (2566, 21 เมษายน). *การหาค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบปรนัย.* KruJakkrapong 's Blog. https://krujakkrapong.com/การหาค่าความยาก-p-และอำน/

ณัฐกร มัทธะปานัง. (2566, 14 กันยายน). *การคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Krejcie & Morgan.* Krootor. https://krootor.com/2062

นพณัฐ เรืองวาณิชยกุล. (2560). *การออกแบบสื่อแอนิเมชั่นสองมิติ เพื่อสร้างแรงบันดาลใจให้ไปถึงจุดหมายสำหรับเยาวชนอายุ 13-18 ปี*. [ศิลปนิพนธ์ปริญญาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยนเรศวร. https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4270/1/NopanutRuangvanichayakul.pdf

บริษัท มิสเตอร์มี สตูดิโอ จำกัด. (2560, 24 กรกฎาคม). *แอนิเมชันมีกระบวนการสร้างอย่างไร*. Mr.Mee Studio. https://mrmeestudio.com/แอนิเมชั่นมีกระบวนการส/

บุญรัตน์ แผลงศร. (2565). เครื่องมือการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แบบสอบถามออนไลน์. *วารสารการวัดผลการศึกษา, 39*(105), 28-38. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/JEMEPTB/article/view/257484

วัฒนะ จูฑะวิภาต. (2555). *ผ้าทอกับชีวิตคนไทย.* คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. https://libdoc.dpu.ac.th/research/149797.pdf

สวรรยา สิทธิประเสริฐพร. (2566). *ผลของคำถามรูปแบบเสียงในแบบสอบถามออนไลน์ที่มีต่อคุณภาพข้อมูลและความพึงพอใจของผู้ใช้* [สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/8197/

อลิษา ลิ้มไพบูลย์. (2562, 1 มีนาคม). *แสงแรกจากอุบล.* The Cloud. https://readthecloud.co/kabbua-fabric/

Guo, P. J., Kim, J., & Rubin, R. (2014). How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. In *Proceedings of the First ACM Conference on Learning at Scale* (pp. 41–50). https://doi.org/10.1145/2556325.2566239

Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Pearson. (2018). *Beyond Millennials: The Next Generation of Learners*. https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/news/news-annoucements/2018/The-Next-Generation-of-Learners_final.pdf

Safesiri. (2018, August 11). *การประเมินวัดผลใช้มาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท (Likert rating scales).* Greedisgoods. https://greedisgoods.com/likert-scale-คือ/

การพัฒนาแอนิเมชันสามมิติเพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการออมของนักศึกษา ผ่านแนวคิดครอบครัว “บรรพบุรุษ”

DEVELOPING A 3D ANIMATION TO PROMOTE SAVING BEHAVIOR THROUGH FAMILY INSPIRATION

วรรณวิภา วงศ์วิไลสกุล[1*] ดนัยเลิศ ติยะรัตนาชัย[2] ไชยวัฒน์ เหวยไทย[3]
พีระพล สุริผัด[4] และธิเบต วงศ์น้อย[5]
Wanvipa Wongvilaisakul[1*], Danailert Tiyarattanachai[2], Chaiyawat Waeyyathai[3],
Phiraphon Suriphat[4], and Thibet Wongnoi[5]

[1,2,3,4,5]คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
[1,2,3,4,5]Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management
***Corresponding Author, E-mail:** wanvipawon@pim.ac.th

บทคัดย่อ

การวางแผนการเงินส่วนบุคคลทั้งด้านการออมและการลงทุนมีความสำคัญต่อการสร้างความมั่นคงทางการเงินในระยะยาว อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังมีบุคคลจำนวนมากที่ให้ความสำคัญกับเรื่องดังกล่าวไม่เพียงพอ ดังนั้น การส่งเสริมการออมตั้งแต่ในระดับอุดมศึกษา ซึ่งเป็นช่วงวัยที่เริ่มมีการวางแผนและบริหารจัดการการเงินด้วยตนเอง จึงถือเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยสามารถใช้สื่อแอนิเมชันเป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดเนื้อหาเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้รับชมได้มากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอนิเมชันสามมิติส่งเสริมพฤติกรรมการออมของนักศึกษาผ่านแนวคิดครอบครัว และเพื่อประเมินคุณภาพของแอนิเมชัน รวมถึงศึกษาระดับความสนใจของผู้ชมต่อพฤติกรรมการออม โดยใช้แนวคิด ADDIE Model เป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้ และการประเมินผล โดยผลการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.96 อยู่ในระดับมาก ส่วนการประเมินความพึงพอใจของแอนิเมชันโดยผู้ชมทั่วไป จำนวน 40 คน พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 3.97 อยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ระดับความสนใจของผู้ชมต่อแอนิเมชันในด้านการส่งเสริมการออม พบว่า ผู้ชมมีความสนใจในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 20.00 ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 72.50 และระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 7.50 ทั้งนี้ ข้อเสนอแนะจากผู้ประเมินระบุว่า ควรปรับปรุงการเคลื่อนไหวของตัวละครให้มีความเป็นธรรมชาติและสมจริงมากยิ่งขึ้น รวมทั้งควรปรับคุณภาพของเสียงพากย์ให้เหมาะสมกับลักษณะตัวละครและมีความชัดเจนมากขึ้น จากผลการวิจัย คณะผู้วิจัยพบว่า ในการพัฒนาแอนิเมชันสามมิติ การเคลื่อนไหวของตัวละคร การใช้เสียงพากย์และการใช้ดนตรีประกอบ ล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยสร้างอารมณ์ร่วมและเพิ่มความน่าสนใจให้กับผู้ชมได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: แอนิเมชัน แอนิเมชันสามมิติ การออม

Abtract

Personal financial planning, including saving and investment, is essential for achieving long-term financial stability. However, many individuals currently do not place sufficient importance on this issue. Therefore, promoting saving behavior at the higher education level—when individuals begin to independently plan and manage their finances—is crucial. Animation can serve as an effective medium to convey content and enhance audience engagement.

This study is a developmental research aimed at developing a 3D animation to promote students' saving behavior through the concept of family, as well as evaluating the quality of the animation and examining audience interest in saving behavior. The ADDIE Model was employed as the research framework, consisting of five stages: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation.

The results revealed that the overall quality evaluation by five experts yielded a mean score of 3.96, indicating a high level. The satisfaction evaluation from 40 general viewers showed an overall mean score of 3.97, also at a high level. Furthermore, the analysis of audience interest in saving promotion indicated that 20.00% of viewers demonstrated a high level of interest, 72.50% a moderate level, and 7.50% a low level.

Recommendations from the evaluators suggested improving the naturalness and realism of character movements, as well as enhancing the clarity and appropriateness of voice acting. The findings indicate that character animation, voice acting, and background music are key elements that significantly enhance audience engagement and the overall effectiveness of 3D animation.

Keywords: Animation, Three-dimensional Animation, Saving

บทนำ

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2569) รายงานสถานการณ์แรงงาน ไตรมาส 4 ปี 2568 การจ้างงานลดลงต่อเนื่อง โดยผู้มีงานทำมีจำนวน 39.8 ล้านคน ลดลงร้อยละ 0.9 จากไตรมาส 4 ปี 2567 นอกจากนี้ ธนาคารแห่งประเทศไทยรายงานข้อมูลหนี้ครัวเรือนไตรมาส 4 ปี 2568 พบมูลหนี้รวมอยู่ที่ 16,443,669 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากไตรมาส 3 ปี 2568 ซึ่งอยู่ที่ 16,329,846 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้น 113,823 ล้านบาทจากไตรมาสก่อนหน้า ดังนั้น ประชาชนควรให้ความสำคัญในการบริหารการเงินเพื่อให้การเงินของครอบครัวมีความมั่นคงและมีศักยภาพในการเติบโต สิ่งที่ควรให้ความสำคัญ ได้แก่ การวางแผนการเงินส่วนบุคคล ทั้งในด้านการออมและลงทุน โดยตั้งเป้าหมายการออมเงินและกระจายการลงทุนในสินทรัพย์ที่เหมาะสม เช่น หุ้น กองทุนรวม พันธบัตร และสินทรัพย์ดิจิทัล เป็นต้น ตลอดจนมีการเตรียมความพร้อมสำหรับการเกษียณอายุ และบริหารรายรับ-รายจ่าย โดยใช้เครื่องมือจัดการงบประมาณ เช่น แอปพลิเคชันการเงินส่วนบุคคล หลีกเลี่ยงการใช้จ่ายฟุ่มเฟือย และเพิ่มรายได้ด้วยงานเสริม (สาธิต บวรสันติสุทธิ์, 2567)

ความรู้ทางการเงิน (Financial Literacy) มีผลต่อความสามารถในการตัดสินใจทางการเงิน เช่น การเลือกวิธีออม การประเมินความเสี่ยง และการวางแผนอนาคต (วรินทร์ทิพย์ กำลังแพทย์ และ ธนกร สีลาพัฒน์, 2568) ทั้งนี้ "การออม" มีความสำคัญต่อความมั่นคงทางการเงินหลายอย่าง ได้แก่ สร้างเงินสำรองฉุกเฉินเมื่อเกิดเหตุการณ์ไม่คาดฝัน และสร้างวินัยในการใช้จ่าย เป็นต้น แต่ถึงกระนั้น “การออม” ยังเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญที่หลายคนมองข้าม แม้หลายคนจะตั้งเป้าเก็บเงิน แต่มักทำไม่สำเร็จ ประกอบกับสภาวะที่เงินเฟ้อยังคงสูงกว่าดอกเบี้ยเงินฝาก ทำให้การออมอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอต่อเป้าหมายทางการเงินในระยะยาว หลายคนจึงก้าวจากผู้ออมไปสู่นักลงทุน ซึ่งต้องอาศัยการสร้างวินัยทางการเงินและการทำให้การออมเป็นเรื่องง่ายขึ้น (สุวิมล ยิ่งเจริญรุ่งโรจน์, 2568)

ทั้งนี้ การส่งเสริมการออมให้เป็นเรื่องที่ง่ายขึ้น สามารถทำได้โดยการให้ความรู้และความเข้าใจแก่ประชาชน เริ่มตั้งแต่วัยเรียนในระดับอุดมศึกษา เนื่องจากเป็นช่วงวัยที่เริ่มมีการวางแผนบริหารการเงินด้วยตนเอง โดยอาศัยสื่อในรูปแบบต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “แอนิเมชันสามมิติ” ที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากผู้พัฒนาสามารถออกแบบตัวละครสามมิติเพื่อถ่ายทอดเรื่องราวและใช้เสียงประกอบให้มีความเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง เพื่อสร้างความสนใจให้แก่ผู้ชมและช่วยให้ผู้ชมได้รับความรู้ด้านการออมและการลงทุนได้เป็นอย่างดี (ดนัยเลิศ ติยะรัตนาชัย และคณะ, 2567)

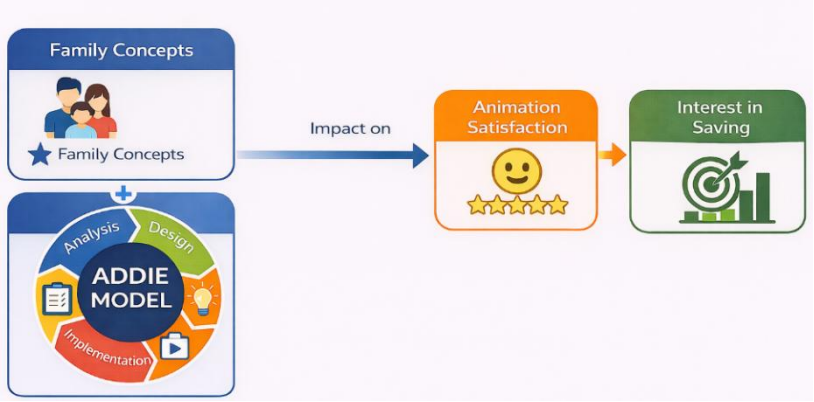
แต่ปัจจุบันยังขาดสื่อแอนิเมชันสามมิติที่เน้นบริบทของครอบครัว และยังไม่มีงานวิจัยที่วัดทั้งคุณภาพและความสนใจต่อการออม คณะผู้วิจัย จึงได้พัฒนาแอนิเมชันสามมิติเพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการออมของนักศึกษา ผ่านแนวคิดครอบครัว “บรรพบุรุษ” โดยจัดทำเป็นสื่อรณรงค์ให้ความรู้ที่มีเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย เพลิดเพลิน และสามารถรับชมได้ในเวลาอันสั้น ช่วยให้ผู้ชมมีแนวทางในการออมได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอนิเมชันสามมิติส่งเสริมพฤติกรรมการออมของนักศึกษาผ่านแนวคิดครอบครัว
2. เพื่อประเมินคุณภาพและความพึงพอใจต่อแอนิเมชันสามมิติ
3. เพื่อศึกษาระดับความสนใจของผู้ชมต่อพฤติกรรมการออมหลังรับชมแอนิเมชัน

กรอบแนวคิดของการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของการวิจัยที่แสดงความสัมพันธ์ของแนวคิดครอบครัวร่วมกับกระบวนการ ADDIE Model ในการพัฒนาผลงานที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของแอนิเมชันและระดับความสนใจของผู้ชมต่อการออม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดในการวิจัย

ทบทวนวรรณกรรม

ในการพัฒนาแอนิเมชันสามมิติเพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการออมของนักศึกษาผ่านแนวคิดครอบครัว “บรรพบุรุษ” คณะผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1. **งานวิจัยด้านการออมสำหรับนักศึกษา**

วัลลพ ล้อมตะคุ และคณะ (2567) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีเงินออมของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย พบว่า กลุ่มนักศึกษาที่มีเงินออมมีความรู้ทางการเงินในระดับที่สูงกว่ากลุ่มนักศึกษาที่ไม่มีเงินออม และพบว่ารายได้ต่อเดือนมีผลต่อการมีเงินออมของนักศึกษา โดยปัจจัยที่มีผลต่อการมีเงินออมของนักศึกษา ได้แก่ รายได้ต่อเดือน และความรู้ทางการเงิน ดังนั้น การส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในการบริหารจัดการการเงินและการออมสำหรับนักศึกษาจึงเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการออมเงิน และการเก็บออมเงินสำรองฉุกเฉิน หรือออมเงินเพื่อบรรลุเป้าหมายทางการเงินในอนาคต

อโนทัย พลภาณุมาศ (2567) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการออมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์ในการออมเพื่อเก็บไว้ใช้ในยามจำเป็นหรือยามฉุกเฉิน การออมเงินเพื่อการศึกษาของตนเองหรือบุตรหลาน และการออมเงินเพื่อได้รับผลตอบแทน เช่น ดอกเบี้ย เงินปันผล ทั้งนี้ นักศึกษานิยมออมรูปแบบสินทรัพย์ทางการเงินมากที่สุด กล่าวคือ การเก็บรักษาเงินสดไว้หรือการเก็บออมไว้ในรูปแบบบัญชีฝากออมทรัพย์

นอกจากนี้ สุดารัตน์ พิมลรัตนกานต์ และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาปัจจัยแรงจูงใจในการออม สภาพแวดล้อมในการออม และทัศนคติการออมที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออมของนักศึกษาวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่า การที่จะก่อให้เกิดพฤติกรรมการออมต้องอาศัย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) แรงจูงใจในการออม ประกอบด้วย ผลตอบแทน ความรู้และการลงทุน และความมั่นคงในชีวิต 2) สภาพแวดล้อมในการออม ประกอบด้วย ครอบครัว เพื่อน เศรษฐกิจ และ 3) ทัศนคติการออม ประกอบด้วย ความรู้ ความรู้สึก และพฤติกรรม โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อพฤติกรรมการออมมากที่สุด คือ แรงจูงใจในการออม รองลงมาคือทัศนคติการออม และสภาพแวดล้อมการออม ตามลำดับ

2. งานวิจัยด้านการพัฒนาแอนิเมชันสามมิติ

ธีรภัทร์ ศรีนวลนัด (2565) ได้พัฒนาผลงานวิจัย เรื่อง การสร้างสื่อแอนิเมชันสามมิติ เพื่อสร้างความตระหนักถึงการออมเงินของประชากรวัยเริ่มทำงาน โดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้เงินของกลุ่มคนวัยเริ่มทำงานและนำไปผลิตสื่อแอนิเมชันสามมิติ โดยผลการวิจัยพบว่าสามารถสื่อสารให้กลุ่มเป้าหมายมีความตระหนักรู้ถึงความสำคัญของการออมเงินเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากแอนิเมชันมีการเคลื่อนไหว ทำให้สามารถดึงดูดความสนใจได้มากกว่าตัวอักษร ภาพนิ่ง ชุดข้อมูล บทความ หรือภาพโปสเตอร์ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการออมเพียงอย่างเดียว

ธวัชชัย สหพงษ์ และ วุฒินันท์ ชอบการนา (2567) ได้พัฒนาแอนิเมชันสามมิติ เรื่อง เดอะดรีม ที่เน้นกระบวนการศึกษาการเคลื่อนไหวของวัตถุให้มีความสมจริง โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่สำคัญ ได้แก่ การออกแบบเนื้อหาเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ โดยแสดงจุดเริ่มต้นที่เห็นความเป็นมา มีจุดหักมุมของบทเพื่อให้มีความน่าสนใจ และจบด้วยการให้ผู้ชมได้คิดตาม รวมถึงการออกแบบตัวละครและฉากให้มีมุมมองมิติภาพการตกกระทบและการเคลื่อนที่สมจริง โดยอยู่ในรูปแบบการแข่งขันรถที่เห็นการขยับเคลื่อนไหวที่เหมาะสม

ทั้งนี้ อาฉ๊ะ บิลหีม และคณะ (2565) ได้พัฒนาสื่อการสอนด้วยการ์ตูนแอนิเมชันสามมิติ เรื่อง การคัดแยกขยะ โดยใช้ ADDIE Model ในการพัฒนาผลงาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และ การประเมินผล (Evaluation) โดยพบว่าสื่อมีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากมีการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการคัดแยกขยะจากสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย รวมถึงคุณภาพด้านออกแบบอยู่ในระดับดีมาก และมีการออกแบบภาพกราฟิกและแอนิเมชันให้สวยงามและสมจริง โดยใช้ทฤษฎีสีและทฤษฎีการออกแบบ มีการวางองค์ประกอบให้สมดุล และคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากสื่อได้พัฒนาขึ้นตามขั้นตอนของ ADDIE Model ที่กระตุ้นความสนใจด้วยภาพเคลื่อนไหวและเสียงบรรยายประกอบเนื้อหา

วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา โดยคณะผู้วิจัยได้นำแนวคิด ADDIE MODEL มาเป็นแนวทางในการดำเนินวิจัย เนื่องจากช่วยให้การพัฒนาสื่อแอนิเมชันเป็นไปอย่างมีระบบ มีขั้นตอนชัดเจน สามารถออกแบบให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย ลดข้อผิดพลาดในการผลิต และสามารถประเมินผล รวมถึงปรับปรุงผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis)

1.1 การวิเคราะห์เรื่องและบท โดยมีแนวคิด (Concept) “แรงบันดาลใจ-ครอบครัว” เพื่อให้เรื่องราวสามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายหลักและกลุ่มผู้ชมทั่วไปได้ และมีธีม (Theme) ของเรื่อง คือ “กำลังใจจากครอบครัวจะช่วยให้สามารถก้าวผ่านปัญหาได้” ทั้งนี้ เนื้อเรื่องมีการสะท้อนถึงปัญหาที่เกิดจากภาวะเศรษฐกิจและการขาดการวางแผนชีวิต รวมถึงการดำเนินเรื่องได้ใช้ความรู้ด้านการออมและการลงทุนมาช่วยคลี่คลายปัญหา เพื่อให้ผู้ชมได้ตระหนักถึงความสำคัญในการวางแผนการออมสำหรับอนาคต และมีการหักมุมของเรื่องในตอนท้ายเพื่อเพิ่มความสนุกอีกด้วย

1.2 การวิเคราะห์ตัวละคร โดยกำหนดตัวละครให้มีช่วงวัยที่แตกต่างกันเพื่อนำเสนอวิธีการออมในแง่มุมที่หลากหลาย ผ่านการแสดงออกของตัวละครให้มีความน่าสนใจและชวนติดตาม ประกอบด้วย ตัว

ละครหลัก คือ พ่อ แม่ และลูกชาย ซึ่งอยู่ในครอบครัวที่อบอุ่นแต่ต้องมาเผชิญกับสภาวะเศรษฐกิจที่แย่ลง ทำให้พ่อและแม่พยายามหาทางแก้ปัญหา แต่ก็ยังไม่มีทางออก และยังคงนึกถึงปู่ที่เคยเป็นเสาหลักของครอบครัวในอดีตก่อนที่จะเสียชีวิตไป แม้ลูกชายจะพยายามเสนอทางออกในมุมมองที่น่าสนใจแต่ด้วยความเป็นเด็กจึงทำให้พ่อไม่เชื่อในทันที ลูกจึงต้องหาวิธีการอื่นเพื่อทำให้พ่อเปิดใจและนำวิธีการไปปรับใช้จนได้ผลในที่สุด

2. การออกแบบ (Design)

2.1 การออกแบบตัวละครหลัก ประกอบด้วย พ่อ แม่ และลูก ดังภาพที่ 2

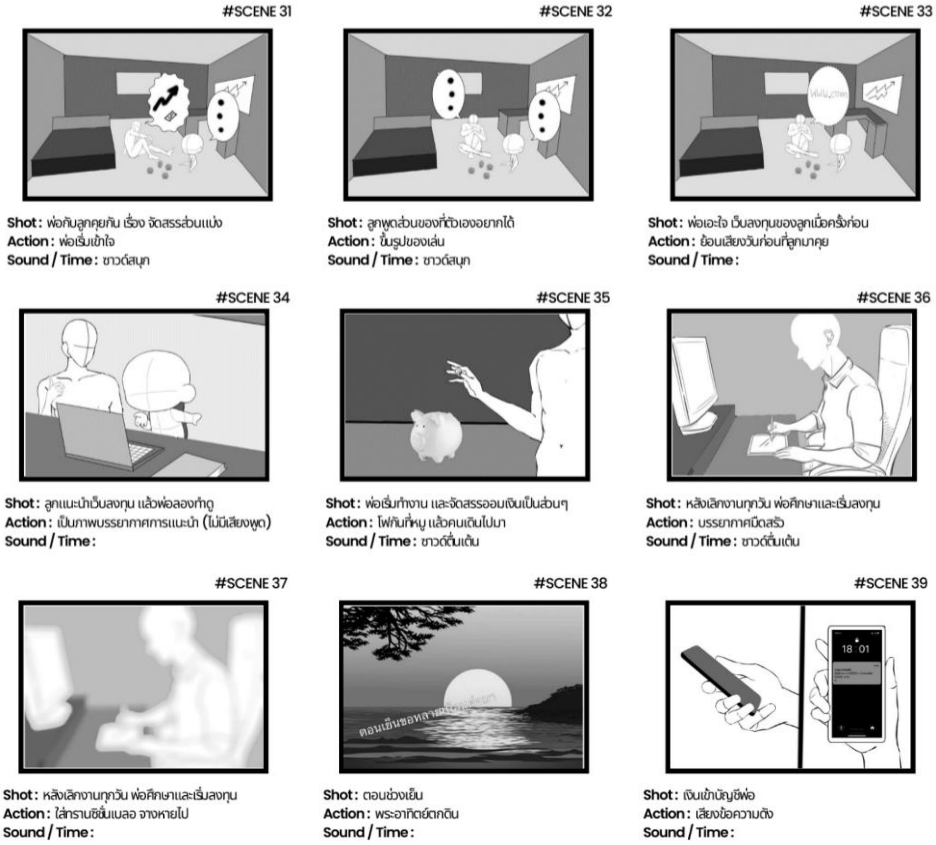
ชื่อตัวละคร : พ่อ
ลักษณะเด่น : เพศชาย ผมสั้นสีดำ มีหนวด
บุคลิกภาพ : เป็นคนคิดมาก
การแต่งกาย : เสื้อโปโล กางเกงขายาว รองเท้าหุ้มส้น

ชื่อตัวละคร : แม่
ลักษณะเด่น : เพศหญิง ผมประบ่า
บุคลิกภาพ : ใจเย็น ชอบให้กำลังใจ
การแต่งกาย : เสื้อยืดแขนสั้น กางเกงสามส่วน รองเท้าแตะ

ชื่อตัวละคร : ลูก
ลักษณะเด่น : เพศชาย ผมสั้นสีดำ
บุคลิกภาพ : ฉลาด ช่างสงสัย ใฝ่เรียนรู้
การแต่งกาย : เสื้อยืดแนวยาว กางเกงขาสั้น รองเท้าผ้าใบ

ภาพที่ 2: การออกแบบตัวละครหลักที่ใช้ในแอนิเมชัน “บรรพบุรุษ”

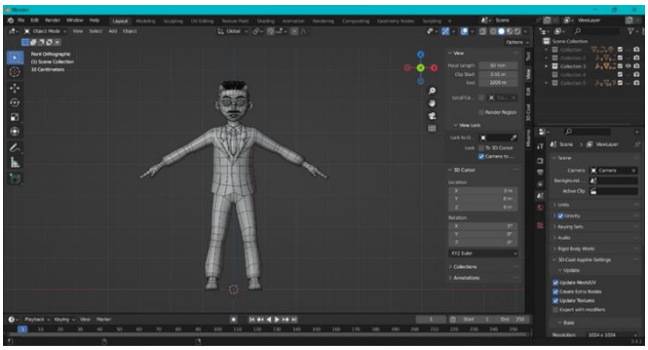
2.2 การออกแบบสตอรีบอร์ด เป็นการนำเนื้อเรื่องมาบรรยายด้วยรูปภาพและคำอธิบายเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแอนิเมชัน และส่งเสริมความเข้าใจที่ตรงกันของทีมผู้พัฒนา ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ตัวอย่างการออกแบบสตอรีบอร์ดที่ใช้ในแอนิเมชัน “บรรพบุรุษ”

3. การพัฒนา (Development)

3.1 การปั้นตัวละคร (Modeling) เป็นขั้นตอนแรกของการผลิต โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ในการสร้างโมเดลตัวละคร สีหน้าท่าทาง วัตถุ ฉาก และสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามสตอรีบอร์ดที่ออกแบบไว้ดังภาพที่ 4

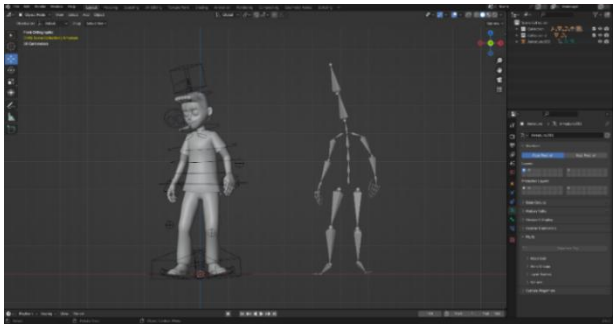


ภาพที่ 4: ตัวอย่างขั้นตอนการปั้นตัวละคร

3.2 การใส่พื้นผิววัตถุ (Surface Texture) เป็นขั้นตอนการกำหนดพื้นผิวและสีตามที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้เกิดความสวยงาม และเพิ่มความสมจริงให้แก่แอนิเมชัน ดังภาพที่ 5

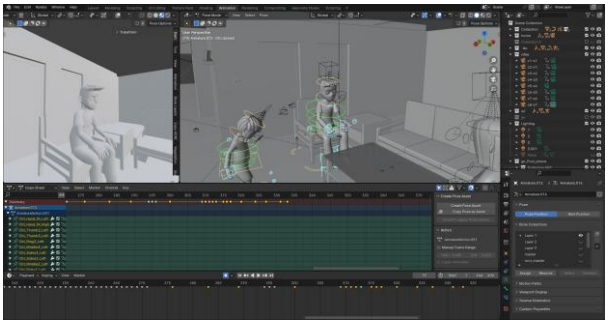
ภาพที่ 5: ตัวอย่างขั้นตอนการใส่พื้นผิวของวัตถุ

3.3 การใส่กระดูก (Rigging) เป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยเทคนิคที่ซับซ้อน โดยการสร้างกระดูกและควบคุมกระดูก เพื่อรองรับการขยับหรือเคลื่อนไหวของตัวละครและวัตถุให้เป็นไปตามที่กำหนด ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: ตัวอย่างขั้นตอนการใส่กระดูกให้โมเดล

3.4 การทำภาพเคลื่อนไหว (Animating) หลังจากทำการใส่กระดูกให้แก่ตัวละครหรือวัตถุแล้ว จะนำมาสู่ขั้นตอนการทำให้ตัวละครหรือวัตถุสามารถเคลื่อนไหวได้และเกิดความสมจริง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ท้าทายความสามารถของผู้พัฒนา โดยจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลการเคลื่อนไหวตัวละครเพื่อให้มีการเคลื่อนไหวร่างกายที่ถูกต้องและเป็นธรรมชาติ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ตัวอย่างขั้นตอนการทำภาพเคลื่อนไหว

3.5 การจัดแสงและเงา (Light and Shadow) เป็นขั้นตอนการกำหนดแสงและเงาเพื่อช่วยสร้างมิติ อารมณ์ และความสมจริงให้แก่งานแอนิเมชัน ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8: ตัวอย่างขั้นตอนการจัดแสงและเงา

3.6 การจัดมุมกล้อง (Camera) เป็นการวางมุมกล้องที่จะใช้ในแต่ละฉากตามที่ออกแบบไว้ให้สอดคล้องกับมุมของแสงที่ตกกระทบ เพื่อให้เกิดความสวยงามและช่วยให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงอารมณ์ของแต่ละฉากได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9: ตัวอย่างขั้นตอนการจัดมุมกล้อง

3.7 การประมวลผลหรือการเรนเดอร์ (Rendering) เป็นขั้นตอนการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลงานออกมาเป็นภาพนิ่ง เปรียบเสมือนการถ่ายภาพทีละเฟรมเพื่อนำมาร้อยเรียงกันเป็นเรื่องราว ซึ่งคอมพิวเตอร์จะทำงานหนักและใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังภาพที่ 10

ภาพที่ 10: ตัวอย่างขั้นตอนการเรนเดอร์

3.8 การประกอบผลงาน (Compositing) เป็นขั้นตอนการนำตัวละครและฉากมารวมกัน เพื่อปรับแสงและสีของภาพให้กลมกลืน ตลอดจนช่วยเพิ่มความสมบูรณ์ให้แก่แอนิเมชัน

3.9 การใช้เสียงพากย์ (Voice Acting) เพื่อให้เกิดการสื่อสารเรื่องราวไปยังผู้ชมได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และช่วยให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงอารมณ์ของตัวละครในแอนิเมชัน

3.10 การใส่ดนตรีประกอบ (Music and Sound Effect) เป็นการเลือกเพลงหรือเสียงประกอบให้สอดคล้องกับการดำเนินเรื่องและเพิ่มอรรถรสในการรับชม

3.11 การตัดต่อ (Editing) เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนจากภาพทั้งหมดที่ได้จากการเรนเดอร์จากหนึ่งช็อตเป็นภาพเคลื่อนไหว และมีการร้อยเรียงกันให้เป็นเรื่องราวที่สมบูรณ์ตามสตอรีบอร์ด ดังภาพที่ 11

ภาพที่ 11: ตัวอย่างขั้นตอนการตัดต่อ

3.12 การใส่เอฟเฟ็กต์ประกอบ (Composite Effect) เป็นขั้นตอนเพิ่มเติมในการสร้างงานแอนิเมชัน ในกรณีที่ผลงานที่ได้รับหลังจากการเรนเดอร์นั้นยังไม่ตรงตามความต้องการ โดยผู้พัฒนาสามารถใช้เอฟเฟ็กต์อื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อให้แอนิเมชันสามารถถ่ายทอดให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงผลงานได้มากที่สุด

4. การนำไปใช้ (Implement)

เป็นการนำผลงานแอนิเมชัน “บรรพบุรุษ” ที่พัฒนาขึ้นให้ผู้ชมที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ได้รับชมผลงาน ดังภาพที่ 12

ภาพที่ 12: ผลงานแอนิเมชัน “บรรพบุรุษ”

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินความพึงพอใจในการรับชมจากผู้รับชมทั่วไป โดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งมีระดับมาตราส่วน 5 ระดับ เป็นเครื่องมือในการประเมินผล โดยมีการหาดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (Index of Item Objective Congruence: IOC) ก่อนนำแบบสอบถามไปใช้ และมีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ทั้งนี้ ระดับของเกณฑ์ประเมินคุณภาพและความพึงพอใจ ได้แก่

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้รับการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และประเมินความพึงพอใจจากผู้ชมทั่วไป ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และ

เทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ใช้วิธีการเลือกแบบบังเอิญตามสะดวก จำนวน 40 คน โดยสอบถามความสนใจจากผู้ที่ต้องการรับชม ซึ่งเป็นวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่สะดวกและรวดเร็ว แต่มีข้อจำกัดด้านความเป็นตัวแทนของประชากร มีโอกาสเกิดอคติสูง โดยผลการประเมินแสดงในตารางที่ 1 – 3

ตารางที่ 1: ผลวิเคราะห์ประเมินคุณภาพของแอนิเมชันโดยผู้เชี่ยวชาญ (n = 5)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	คุณภาพ
1. ด้านเนื้อเรื่อง			
1.1 เนื้อเรื่องชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.38	1.06	มาก
1.2 ลำดับฉากได้ต่อเนื่องและเข้าใจง่าย	4.13	1.13	มาก
1.3 ได้รับแนวทางการออมและการลงทุน	4.38	1.06	มาก
1.4 ความน่าสนใจของเนื้อเรื่อง	3.88	0.99	มาก
1.5 ความยาววิดีโอเหมาะสมกับเนื้อเรื่อง	4.13	0.99	มาก
2. ด้านการออกแบบ			
2.1 ออกแบบเนื้อเรื่อง น่าสนใจ น่าติดตาม	3.88	0.64	มาก
2.2 ออกแบบตัวละครได้เหมาะสม	3.75	0.46	มาก
2.3 ออกแบบตัวละครและฉากได้สวยงาม	3.88	0.64	มาก
3. ด้านแอนิเมชัน			
3.1 ตัวละครมีสไตล์และมีความน่าสนใจ	3.75	0.71	มาก
3.2 สีและพื้นผิวมีความเหมาะสมและสวยงาม	3.88	0.64	มาก
3.3 การเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม และมีความเป็นธรรมชาติ	3.88	0.64	มาก
3.4 การจัดมุมกล้องและองค์ประกอบมีความเหมาะสมและสวยงาม	4.25	0.71	มาก
3.5 แสงและการจัดบรรยากาศ มีความเหมาะสมและสวยงาม	4.13	0.83	มาก
4. ด้านกราฟิกที่ใช้ประกอบในเรื่อง			
4.1 ใช้กราฟิกอธิบายเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย	4.38	0.52	มาก
4.2 กราฟิกมีความสวยงามเหมาะสม	3.75	0.71	มาก
4.3 กราฟิกมีลูกเล่นน่าสนใจ	3.88	0.64	มาก
4.4 โทนสีกราฟิกมีความเหมาะสม	4.00	0.76	มาก
5. ด้านเสียง			
5.1 เสียงของตัวละครมีความชัดเจนเหมาะสม	3.75	0.71	มาก
5.2 เสียงเอฟเฟคมีความเหมาะสม	3.88	0.64	มาก
5.3 เสียงดนตรีประกอบมีความเหมาะสม	3.88	0.35	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	**3.96**	**0.71**	**มาก**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของแอนิเมชันโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่า รายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ เนื้อเรื่องชัดเจนและเข้าใจง่าย การได้รับแนวทางการออมและการลงทุน และการใช้กราฟิกอธิบายเนื้อหาเข้าใจได้ง่าย โดยมีค่าเฉลี่ย 4.38 อยู่ในระดับมาก ขณะที่รายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ การออกแบบตัวละคร ความมีสไตล์และความน่าสนใจของตัวละคร ความสวยงามของกราฟิก และความชัดเจนของเสียงตัวละคร โดยมีค่าเฉลี่ย 3.75 อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยโดยรวมของการประเมินคุณภาพอยู่ที่ 3.96 ซึ่งอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ ผู้เชี่ยวชาญยังมีข้อคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ภาพรวมของแอนิเมชันมีความน่าสนใจ เนื้อเรื่องน่าติดตาม มุมกล้องและแสงมีความเหมาะสมและ

สามารถรับชมได้อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม ควรปรับปรุงการเคลื่อนไหวของตัวละครให้มีความเป็นธรรมชาติมากขึ้น และปรับเสียงให้สามารถถ่ายทอดอารมณ์ของตัวละครได้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 2: ผลวิเคราะห์ประเมินความพึงพอใจของแอนิเมชันโดยผู้ชมทั่วไป (n = 40)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 เนื้อเรื่องดำเนินได้ชัดเจน ลำดับเข้าใจง่าย	4.00	0.75	มาก
1.2 ได้รับแนวทางการออมและการลงทุน	4.10	0.81	มาก
1.3 ความยาววิดีโอเหมาะสมกับเนื้อหา	4.10	0.87	มาก
2. ด้านแอนิเมชัน			
2.1 ออกแบบตัวละครและฉากเหมาะสมและสวยงาม	3.90	0.87	มาก
2.2 สีสันและพื้นผิวของตัวละครและฉาก มีความเหมาะสม สวยงาม	4.03	0.83	มาก
2.3 การเคลื่อนไหวของตัวละครมีความเป็นธรรมชาติ	3.50	0.96	มาก
2.4 การจัดมุมกล้องและองค์ประกอบมีความเหมาะสม และสวยงาม	3.93	0.86	มาก
2.5 แสงและการจัดบรรยากาศมีความเหมาะสมสวยงาม	4.10	0.67	มาก
3. ด้านเสียง			
3.1 เสียงของตัวละครมีความชัดเจนเหมาะสม	3.95	1.06	มาก
3.2 เสียงเอฟเฟ็กซ์มีความเหมาะสม	3.90	0.90	มาก
3.3 เสียงดนตรีประกอบมีความเหมาะสม	3.98	0.83	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	3.97	0.86	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของแอนิเมชันโดยผู้ชมทั่วไป จำนวน 40 คน พบว่า รายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ การได้รับแนวทางการออมและการลงทุน ความยาววิดีโอที่เหมาะสมกับเนื้อหา และแสงรวมถึงการจัดบรรยากาศที่มีความเหมาะสมสวยงาม โดยมีค่าเฉลี่ย 4.10 อยู่ในระดับมาก ขณะที่รายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การเคลื่อนไหวของตัวละครมีความเป็นธรรมชาติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.50 อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ เนื่องจากผู้ชมส่วนใหญ่คาดหวังให้การเคลื่อนไหวสอดคล้องกับธรรมชาติของร่างกายมนุษย์ โดยค่าเฉลี่ยรวมของการประเมินความพึงพอใจอยู่ที่ 3.97 ซึ่งอยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ ผู้ชมยังให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ตัวละครมีความน่ารัก เนื้อเรื่องให้ความรู้ได้ตรงประเด็น และมีการใช้กราฟิกช่วยอธิบายได้ดี อย่างไรก็ตาม ควรปรับปรุงแอนิเมชันบางฉากให้มีความเป็นธรรมชาติมากยิ่งขึ้น รวมถึงปรับเสียงของตัวละครให้สามารถถ่ายทอดบุคลิกได้ชัดเจนมากขึ้น

จากการวิเคราะห์ความสนใจแอนิเมชันต่อการออมโดยผู้ชมทั่วไป จำนวน 40 คน ประกอบด้วย เพศชาย จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 65 และเพศหญิง จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 35 พบว่า ระดับความสนใจเป็นไปดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3: ผลวิเคราะห์ความสนใจแอนิเมชันต่อการออมโดยผู้ชมทั่วไป (n = 40)

ระดับความสนใจแอนิเมชัน	มาก	ปานกลาง	น้อย	ไม่สนใจ
จำนวน	8	29	3	-
ร้อยละ	20.00	72.50	7.50	-

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสนใจแอนิเมชันต่อการออมของผู้ชมทั่วไป พบว่า ผู้ชมส่วนใหญ่มีความสนใจในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 72.50 รองลงมาคือ ผู้ที่มีความสนใจในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 20.00 และผู้ที่มีความสนใจในระดับน้อยมีสัดส่วนน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 7.50

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

แอนิเมชันสามมิติเพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการออมของนักศึกษา ผ่านแนวคิดครอบครัว “บรรพบุรุษ” ได้นำแนวคิด ADDIE MODEL มาเป็นแนวทางในการดำเนินวิจัย ประกอบด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล จากผลการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมของการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.96 อยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความพึงพอใจของแอนิเมชันโดยผู้ชมทั่วไป คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.97 อยู่ในระดับมาก โดยรายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้ชมทั่วไป ได้แก่ 1) ได้รับแนวทางการออมและการลงทุน 2) เนื้อเรื่องชัดเจนและเข้าใจง่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีรภัทร์ ศรีนวลนัด และคณะ (2565) ที่มีผลประเมินความพึงพอใจมากที่สุดในด้านความเข้าใจต่อเนื้อเรื่องของแอนิเมชันสามมิติ เพื่อสร้างความตระหนักถึงการออมเงินของประชากรวัยเริ่มทำงาน 3) ความยาววิดีโอเหมาะสมกับเนื้อหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เรืองทิพย์ เย็นจะบก และคณะ (2567) ที่มีผลประเมินความพึงพอใจมากที่สุดในด้านระยะเวลาของแอนิเมชันมีความเหมาะสมต่อแอนิเมชันสามมิติ เรื่อง การเรียนรู้ของเครื่อง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จัตุรงค์ ไชยปัน และคณะ (2560) ที่มีผลประเมินความพึงพอใจในด้านเนื้อหา/ระยะเวลา อยู่ในระดับมากโดยมีการกำหนดระยะเวลาของการ์ตูนแอนิเมชั่นสามมิติ ให้มีความยาวที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้ชมไม่รู้สึกเบื่อ และ 4) แสงและการจัดบรรยากาศมีความเหมาะสมสวยงาม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมล เจมส์ แฮนซัน และคณะ (2560) ที่ให้ความสำคัญกับการจัดแสงสำหรับงานแอนิมชัน โดยมีการใช้แสงแบบ ดรามาติก ทำให้ผู้ชมเกิดอารมณ์ร่วมกับสถานการณ์ในเรื่องได้ดียิ่งขึน ซึ่งขั้นตอนการจัดแสงถือเป็นขั้นตอนที่มีความละเอียดอ่อนเพื่อให้ได้ผลภาพที่ต้องการ

ส่วนรายการประเมินที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ 1) ออกแบบตัวละครได้เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธิดา อนุญาหงษ์ และคณะ (2566) ที่มีผลประเมินความพึงพอใจน้อยที่สุดในด้านการออกแบบตัวละครต่อแอนิเมชันสามมิติ เรื่อง การผลิตแผ่นฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม (ผือ) 2) เสียงของตัวละครมีความชัดเจนเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐพล ฉัตรมงคลยิ่ง และปุญญรัตน์ รังสูงเนิน (2562) ที่มีผลประเมินความพึงพอใจน้อยที่สุดในด้านการออกแบบเสียงสามารถสื่ออารมณ์ของตัวละครได้ ของแอนิเมชันสามมิติ เรื่อง อดทนรอไปด้วยกันนะ และ 3) การเคลื่อนไหวของตัวละครมีความเป็นธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วุฒิไกร พิมพขันธ และคณะ (2564) ที่มีผลประเมินความพึงพอใจน้อยที่สุดในด้านการสรางการเคลื่อนไหวของตัวละครต่อผลงานแอนิเมชันสามมิติเพื่อสงเสริมจิตสำนึกการอนุรักษณ์ชางไทย และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวตัวละครที่ยังไม่ค่อยสมจริง ในงานวิจัยของ วิธวัฒน์ สุขสาเกษ และคณะ (2565) ที่มีต่อการพัฒนาคอมพิวเตอร์แอนิเมชันสามมิติส่งเสริมการดูแลสุขภาพด้านโภชนาการของเด็กวัยเรียน แต่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ กานต์ คุ้มภัย และคณะ (2567) ที่มีผลประเมินความพึงพอใจระดับมากที่สุดในด้านการสรางการเคลื่อนไหวของแอนิมชันสามมิติ ต่อผลงานแอนิมชัน สามมิติ ส่งเสริมการรับรู้การเดินเพื่อป้องกันการหกล้มในที่พักอาศัยของผู้สูงอายุ ทั้งนี้ เนื่องจากผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านเวชศาสตร์ฟื้นฟูผู้สูงอายุ และกายภาพบำบัด และมีการกำหนดจุดขยับและเคลื่อนไหวร่างกายของตัวละคร ในตำแหน่งจุดหมุนจุดพับตามข้อต่อบนร่างกายโมเดลตัว

ละครตามตำแหน่งจุดพับจริงของมนุษย์ เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวร่างกายให้ดูเป็นธรรมชาติตามสถานการณ์ของเรื่อง ทำให้ตัวละครที่มีบทบาทในการสาธิตเคลื่อนไหวร่างกายในสถานการณ์และพื้นที่ภายในที่พักอาศัยอย่างปลอดภัยนั้นทำได้สมจริงมากขึ้น

คณะผู้วิจัยได้ค้นพบว่าในการพัฒนาผลงานแอนิเมชันสามมิตินั้น การเคลื่อนไหวของตัวละครเป็นสิ่งที่สำคัญมาก โดยผู้พัฒนาจะต้องกำหนดให้ชิ้นส่วนหรือข้อต่อต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน ควรมีการขึ้นรูปทรงที่ดีเพื่อให้การใส่กระดูก และการกำหนดสัดส่วนควบคุมกล้ามเนื้อของตัวละครทำได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ นิภัทร์ ปัญญาวานันท์ (2562) รวมถึงค้นพบว่าหากมีการใส่เสียงพากย์ให้ตัวละครสามารถพูดได้ เพื่อช่วยถ่ายทอดและดำเนินเรื่องราว พร้อมกับมีเสียงดนตรีบรรเลงเพื่อสร้างบรรยากาศในการรับชม จะช่วยให้ผู้ชมมีอารมณ์ร่วมกับแอนิเมชันมากขึ้น รวมถึงการใส่เสียงประกอบจะช่วยกระตุ้นความสนใจในระยะเวลาสั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชลันธร ท่าหลวง และ ปุญญรัตน์ รังสูงเนิน (2567) นอกจากนี้ จากผลการประเมินทั้งในส่วนของผู้เชี่ยวชาญและผู้ชมทั่วไป สะท้อนให้เห็นถึงความต้องการเห็นผลงานแอนิเมชันสามมิติที่สามารถถ่ายทอดออกมาใกล้เคียงกับมนุษย์มากขึ้น ได้แก่ การออกแบบตัวละครให้มีสไตล์และสวยงาม เสียงของตัวละครที่ชัดเจน และการเคลื่อนไหวของตัวละครให้เป็นธรรมชาติ ซึ่งถือเป็นความท้าทายที่สำคัญของนักพัฒนาผลงานแอนิเมชัน

ทั้งนี้ นักพัฒนาผลงานควรศึกษาแนวทางการนำเครื่องมือสมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลงาน เช่น การใช้ Generative AI ในการสร้างตัวละคร (Abootorabi et al., 2025) ตลอดจนศึกษาผลกระทบเชิงเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี AI ที่ช่วยยกระดับการแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานแอนิเมชันสามมิติ โดยเฉพาะในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การสร้างเนื้อหาเฉพาะบุคคล และการขยายขอบเขตของความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจาก AI สามารถช่วยให้กระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อนและใช้เวลานานในวิธีการผลิตแบบดั้งเดิมสามารถดำเนินการได้โดยอัตโนมัติ ส่งผลให้นักพัฒนาแอนิเมชันสามารถมุ่งเน้นไปที่การใช้ความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาผลงานได้อย่างเต็มที่ (Wang & Chung, 2024)

ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศเท่านั้น ยังไม่ครอบคลุมถึงนักศึกษาสาขาวิชาอื่น
2. งานวิจัยยังไม่มีการวัดผลในเชิงพฤติกรรมหลังรับชมผลงานแอนิเมชัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงคุณภาพของผลงานให้มีความสมจริง ได้แก่ การเคลื่อนไหวของตัวละคร และเสียงพากย์
2. ควรประยุกต์ใช้เครื่องมือสมัยใหม่ เช่น Generative AI เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลงาน
3. ควรนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายในสาขาวิชาอื่นเพิ่มเติม หรือ ทดลองกับนักเรียนระดับอื่น
4. ควรพัฒนางานวิจัยในรูปแบบการทดลอง Pre-post Design

เอกสารอ้างอิง

กานต์ คุ้มภัย, วิธวัฒน์ สุขสาเกษ และ เอกราช วรสมุทรปราการ. (2567). การออกแบบและพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ ส่งเสริมการรับรู้การเดินเพื่อป้องกันการหกล้มในที่พักอาศัยของผู้สูงอายุ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, 8*(1), 1-15. ttps://ph03.tci-thaijo.org/index.php/JSciTech/article/view/1146

จัตุรงค์ ไชยปัน, ภัทร์ณัฐสุดา จารุธีรพันธุ์ และ ชรินทร์ญา หวังวัชรกุล. (2560). การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชั่น 3 มิติ เรื่อง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และวิธีการแก้ปัญหาเบื้องต้น. *วารสารวิชาการ "การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ", 3*(2), 15-21. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/project-journal/article/download/152885/111485

ชลันธร ท่าหลวง และ ปุญญรัตน์ รังสูงเนิน. (2567). ผลการศึกษาการรับรู้และความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีต่อการ์ตูนแอนิเมชันสองมิติ เรื่องไพรมอล ฮันเตอร์. *วารสารวิทยาการสารสนเทศและเทคโนโลยีประยุกต์, 6*(2), 242-261. https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/jait/article/view/254452

ณัฐพล ฉัตรมงคลยิ่ง และ ปุญญรัตน์ รังสูงเนิน. (2562). การศึกษาผลการรับรู้และความพึงพอใจของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ต่อการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง “อดทนรอไปด้วยกันนะ”. *วารสารวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ (JIST), 9*(1), 52-62. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JIST/article/view/181 238

ดนัยเลิศ ติยะรัตนาชัย, วรรณวิภา วงศ์วิไลสกุล, วิภาวี ศรีเงิน, ชนานันท์ นาศร, และ พิชยา แผนคง. (2567). การพัฒนาแอนิเมชันสามมิติเพื่อส่งเสริมการออม “ฝันครั้งนี้ต้องสำเร็จ”. ใน *การประชุมวิชาการปัญญาภิวัฒน์ระดับชาติ ครั้งที่ 14 และนานาชาติ ครั้งที่ 10* (น. 434-448). https://conference.pim.ac.th/ thai/wp-content/uploads/2024/06/N7-วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี-Engineering Technology.pdf

ธวัชชัย สหพงษ์ และ วุฒินันท์ ชอบการนา. (2567). การพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง เดอะดรีม. *วารสารวิชาการ การจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 11*(2), 61-70. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/itm-journal/article/view/254389

ธีรภัทร์ ศรีนวลนัด, อวิรุทธ์ เจริญทรัพย์, และ ชัยพร พานิชรุทติวงศ์. (2565). การสร้างสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อสร้างความตระหนักถึงการออมเงินของประชากรวัยเริ่มทำงาน. ใน *การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 17* (น. 98-107). https://rsujournals.rsu.ac.th/index.php/rgrc/article/download/2852/2190

ธีรภัทร์ ศรีนวลนัด. (2565). *การสร้างสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อสร้างความตระหนักถึงการออมเงินของประชากรวัยเริ่มทำงาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. Rangsit University Intellctual Repository (RSUIR). https://rsuir-library.rsu.ac.th/handle/123456789/1984

นิภัทร์ ปัญญวานันท์. (2562). การออกแบบโมเดลตัวละคร และการสร้างสรรค์งานแอนิเมชัน 3 มิติ. *วารสารนักบริหาร, 39*(1), 67-81. https://so01.tci-thaijo.org/index.php/executivejournal/article/download/167248/136480/592604

พิมล เจมส์ แฮนซัน, พิศประไพ สาระศาลิน, และ ชัยพร พานิชรุทติวงศ์. (2560). การสร้างแอนิเมชัน 3 มิติ โดยศึกษาการออกแบบแสงและสีแบบดรามาติก. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2560* (น. 418-432). https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2017/G3-10. pdf

เรืองทิพย์ เย็นจะบก, ศิริลักษณ์ ห่วงเอี่ยม, ศิวพร ลินทะลึก, และ วันเพ็ญ ผลิศร. (2567). การสร้างสื่อการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การเรียนรู้ของเครื่อง. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 23*(2), 100-109. https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/252305

วรินทร์ทิพย์ กำลังแพทย์ และ ธนกร สีลาพัฒน์. (2568). ผลกระทบของความรู้ทางการเงินต่อการออมเงินของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเวสเทิร์น มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 11*(3), 265-274. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/WTURJ/article/view/284821

วัลลพ ล้อมตะคุ, สิทธิชัย ลีวิวัฒน์วงศ์, และ สิริเกียรติ รัชชุศานติ. (2567). ปัจจัยที่มีผลต่อการมีเงินออมของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย. *วารสารรัชต์ภาคย์, 17*(51), 192-204. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RJPJ/article/view/262277

วิธวัฒน์ สุขสาเกษ, มณีกาญจน์ เย็นฉ่ำ, และ เอกราช วรสมุทรปราการ. (2565). การพัฒนาคอมพิวเตอร์แอนิเมชัน 3 มิติ ส่งเสริมการดูแลสุขภาพ ด้านโภชนาการของเด็กวัยเรียน. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์แห่งรัตนโกสินทร์*, *4*(2), 80–92. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RJSH/article/view/261369

วุฒิไกร พิมพขันธ์, ภัสสร ปัทวงค์, และ อภิรดี เดชพงษสัมฤทธิ์. (2564). การออกแบบและพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติเพื่อสงเสริมจิตสำนึกการอนุรักษณชางไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, 1*(1), 53-64. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSCI/article/view/243626

สาธิต บวรสันติสุทธิ์. (2567, 14 ธันวาคม). *การบริหารการเงินในปี 2568*. *Hoonsmart*. https://hoonsmart.com/archives/334747

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2569, 23 กุมภาพันธ์). *ภาวะสังคมไทยไตรมาสสี่และภาพรวม ปี 2568*. https://www.nesdc.go.th/wordpress/wp-content/uploads/2026/02/%E0 %B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%A1-PressTH_26.02.20-SL-Edit-12.45.pdf

สุดารัตน์ พิมลรัตนกานต์, นฤมล จิตเอื้อ, และ ธีรวัฒน์ จันทึก. (2560). ปัจจัยแรงจูงใจในการออม สภาพแวดล้อมในการออม และทัศนคติการออมที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการออมของนักศึกษาวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. *วารสารบริหารธุรกิจศรีนครินทรวิโรฒ, 8*(2), 26-41. https://ejournals.swu.ac.th/index.php/MBASBJ/article/view/9406/8052

สุธิดา อนุญาหงษ์, ณปพน บาทชารี, วิชชุดา ภาโสม, และ แพรตะวัน จารุตัน. (2566). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้แอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การผลิตฉนวนกันความร้อนจากเส้นใยกกสามเหลี่ยม (ผือ). *วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย, 3*(1), 32-44. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ JSET/article/view/247725/168859

สุวิมล ยิ่งเจริญรุ่งโรจน์. (2568, 14 มีนาคม). *ตารางออมเงินเพื่อการเก็บเงินอย่างมีประสิทธิภาพ*. K WEALTH. https://www.kasikornbank.com/th/kwealth/Pages/a694-t4-evg-saving-tracker-kgth.aspx

อโนทัย พลภาณุมาศ. (2567). ปัจจัยที่มีผลต่อการออมของนักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาการบัญชี คณะบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก. *วารสารบริหารธุรกิจและศิลปศาสตร์ ราชมงคลล้านนา, 12*(2), 1-12. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/balajhss/article/view/266680

อาฉ๊ะ บิลหีม, ทักษิณา นพคุณวงศ์, และ ศศิลักษณ์ ไชยตัน. (2565) การพัฒนาสื่อการสอนด้วยการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง การคัดแยกขยะ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก, 2*(3), 52-61. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JSCI/article/view/247870/168191

Abootorabi, M. M., Ghahroodi, O., Zahraei, P. S., Behzadasl, H., Mirrokni, A., Salimipanah, M., Rasouli, A., Behzadipour, B., Azarnoush, S., Maleki, B., Sadraiye, E., Kiani Feriz, K., Teymouri Nahad, M., Moghadasi, A., Eshagh Abianeh, A., Nazar, N., Rabiee, H. R., Soleymani Baghshah, M., Ahmadi, M., & Asgari, E. (2025). *Generative AI for character animation: A comprehensive survey of techniques, applications, and future directions*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.19056

Wang, C., & Chung, J. (2024). Research on creative expression utilizing AI technology in 3D animation production. *International Journal of Advanced Smart Convergence*, *13*(2), 148–153. https://doi.org/10.7236/IJASC.2024.13.2.148