รายงานการวิจัย
เรื่อง
พัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

The development of Augmented Reality Application “navel of Isan”, Kosum Phisai District, Maha Sarakham Province

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ธวัชชัย สหพงษ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)

รายงานการวิจัย

เรื่อง

พัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

The development of Augmented Reality Application “navel of Isan”, Kosum Phisai District, Maha Sarakham Province

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ธวัชชัย สหพงษ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการศึกษา อภิปรายผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. สรุปผลการศึกษา
2. อภิปรายผลการศึกษา
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

1. ผลจากการพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม พบว่า ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยภาพรวมพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.51)

2. ผลการประเมินความพึงพอใจแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จากกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 100 คน มีระดับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.54, S.D. = 0.54)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อภิปรายผลการศึกษา

1. การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม สำเร็จสมบูรณ์ได้ทั้งนี้ เนื่องมาจากผู้วิจัยได้แบ่งการทำงานเป็นขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนการออกแบบ Marker ขั้นตอนการปั้นโมเดล และขั้นตอนการเขียนโปรแกรม และสุดท้ายผู้วิจัยได้นำแอปพลิเคชัน Sadue E-San ขึ้นไว้ที่ Google PlayStore ผลการประเมินคุณภาพการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าโดยภาพรวมอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.51) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อัจฉราวุฒิ ศรีประไหม (2559 : 49 – 56) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย จากผลการศึกษา พบว่าคุณภาพ

เทคโนโลยีเสมือนจริง อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67 , S.D. = 0.55) และ ณัฐวี อุตกฤษฎี และ นวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย (2554 : 6-7) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z พบว่า ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลประเมินคุณภาพของระบบ พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของระบบอยู่ในระดับดี เนื่องจากระบบสามารถช่วยสอนให้เด็กนักเรียนหัดอ่านภาษาอังกฤษได้ดีขึ้น มีความน่าสนใจดึงดูดต่อการใช้งาน และสามารถใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ส่วนกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปประเมินคุณภาพของระบบอยู่ในระดับดีเช่นกัน โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.84 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อช่วยสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับที่ดี

2. แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่พัฒนาขึ้นมีผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มเป้าหมาย โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ากลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในเรื่อง ท่านมีความประทับใจต่อ Application Application ค้นหาและโหลดใช้งานง่าย Model 3 มิติ มีความสวยงาม สมจริง Marker มีความสวยงามเหมาะสม Application ทำงานได้ถูกต้อง Model 3 มิติ สื่อความหมายตาม Marker ตามลำดับ และมีความพึงพอใจระดับมากในเรื่อง การจัดวางองค์ประกอบบน Application เนื้อหาบน Application มีประโยชน์ และApplication มีความเหมาะสมกับงาน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ อัจฉราวุฒิ ศรีประไหม (2559 : 49 – 56) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย จากผลการศึกษา การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย ประกอบไปด้วย มาร์กเกอร์ วัดมหาธาตุสุโขทันจำนวน 8 ภาพ และโมเดล วัดมหาธาตุสุโขทันจำนวน 8 โมเดล ประกอบไปด้วย เจดีย์ประธาน พระวิหารหลวง พระวิหารสูง พระอุโบสถ มณฑปพระอัฏฐารศ เจดีย์ทรงระฆัง เจดีย์ห้ายอด และพระเจดีย์อื่นๆ ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.77 , S.D. = 0.46) และทรงศักดิ์ บูรณะ (2558 : 46-48) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมหลักเกษตรทฤษฎี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ใหม่ขั้นต้นตามแนวพระราชดำริ ผลจากการศึกษาพบว่าการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมหลักเกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้นตามแนวพระราชดำริ ได้ผลลัพธ์ 3 อย่าง คือ 1) marker เกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้น จำนวน 4 ส่วน คือ ที่อยู่อาศัย นาข้าว สระกักเก็บน้ำ ปลูกพืชผักผลไม้ 2) โมเดล พื้นที่เกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้นจำนวน 4 โมเดล คือ พื้นที่ที่อยู่อาศัย พื้นที่นาข้าว พื้นที่สระกักเก็บน้ำ พื้นที่ปลูกพืชผลไม้ 3) แอพพลิเคชั่น AR New Theory Agricultural รูปแบบไฟล์ .apk และความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชั่นที่มีต่อการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมหลักเกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้นตามแนวพระราชดำริภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การแสดงผลของโมเดล 3 มิติ ให้ได้ผลดีและง่าย ควรอยู่ในที่ที่มีแสงสว่างพอดีไม่น้อยหรือมากเกินไป

1.2 ขนาดของโมเดล 3 มิติ ควรทำให้มีขนาดและความละเอียดต่ำ จะทำให้การแสดงผลได้เร็วยิ่งขึ้น ควรมีลูกเล่นและข้อมูลในแอปพลิเคชันเพิ่มขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

เป็นแนวทางในการพัฒนาโมเดลส่วนอื่นๆ ของการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดมหาสารคาม หรือในกลุ่มจังหวัดร้อยแก่นสารสินธุ์ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพมหานคร : คุรุสภา.

กิตติภัทร เจตสิกทัต ณัฐสิริ ตันติขจร และอภิญญา ถนอมทรัพย์. (2553). *เรื่องสารานุกรม 3 มิติด้วยเทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง 3D Encyclopedia bay Augmented Reality Technology*. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ก้องเกียรติ วิจิตขจี. (2557). *การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ*. (ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).

คณิต ดวงหัสดี. (2537). สุขภาพจิตกับ ความพึงพอใจในงานของข้าราชการตำรวจชั้นประทวนในเขตเมืองและเขตชนบทของจังหวัดขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ศึกษา ศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

ชาริณี เดชจินดา. (2535). *ทฤษฎีการแสวงหาความพึงพอใจไว้ว่า บุคคลพอใจจะกระทำสิ่งใดๆที่ให้มีความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่การะทำในสิ่งที่เขาจะได้รับความทุกข์หรือความยากลำบาก.* พิมพ์ครั้งที่ 2 .กรุงเทพ : สุวีริยาสาส์น.

ณัฐวี อุตกฤษฎ์ และ นวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย. (2554). *เรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z.* (การค้นคว้าแบบอิสระ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).

ทรงศักดิ์ บูรณะ. (2558). *การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมความรู้หลักเกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้นตามแนวพระราชดำริ.* (ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).

เทศบาลเมืองมหาสารคาม. *สะดืออีสาน.* สืบค้นจาก http://mkm.go.th/web/travelinprovince/สะดืออีสาน/

ธีรชัย บุญมาธรรม. (2546). สะดืออีสาน. *วารสารช่อพะยอม*, 12(1), 7-23.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องตน*. พิมพครั้งที่ 7. กรงเทพฯ : สุวีริยาสาสน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประกายดาว ดำรงพันธ. (2536). *ความพึงพอใจของลูกคาที่มีตอการใหบริการดานสินเชื่อ: กรณีศึกษาศูนยธุรกิจสะพานขาว ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน).* (วิทยานิพนธปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร).

ปรียากร วงศอนุตรโรจน. (2535). *การบริหารงานวิชาการ*. กรุงเทพฯ : สหมิตรออฟเซท.

พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์. (2556). *การพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชั่นเพื่อเพิ่มศักยภาพการเสริมสร้างคุณธรรมจริยธรรม*. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

_____. (2559). *การส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวจังหวัดมหาสารคามโดยใช้ เทคโนโลยีเสมือนจริง.* มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พลากร ตนพะยอม. (2548*). Maya Basic เรียนรู้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ ระดับ Hollywood*. กรุงเทพฯ : ซัคเซส.

พิทักษ์ ตรุษทิม. (2538). *ความพึงพอใจของประชาชน ต่อระบบและกระบวนการให้บริการของกรุงเทพมหานคร : ศึกษากรณี สำนักงานเขตยานนาวา*. (ภาคนิพนธ์ สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์).

ราชบัณฑิตยสถาน. (2542). *พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542*. กรุงเทพมหานคร : นานมีบุ๊คส์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาส์น

สำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดมหาสารคาม. (2561, มี.ค. 29). *สะดืออีสาน*. สืบค้นจาก https://www.mculture.go.th/mahasarakham/ewt_news.php?nid=1123&filename=index

สุเทพ พานิชพันธุ. (2541). *ความพึงพอใจของเกษตรกรในการเขารวมโครงการปรับโครงสรางและระบบการผลิตการเกษตรจังหวัดอุบลราชธานี*. (วิทยานิพนธวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยแมโจ).

อัจฉราวุฒิ ศรีประไหม. (2559). *การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย*. (ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม).

3d artist. (2556). *Autodesk Maya modeling.* สืบค้นจาก http://www.dartistonline.com/news/wpcontent/uploads/2013/02/Caustic-1.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

CodeNuke. (2557). *Software Review : Unity3D & Qualcomm AR*. สืบค้นจาก http://www.codenuke.net/2014/01/software-review-unity3d-qualcomm-ar.html.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education. (3rd ed)*. New York: McGraw - Hill book Go.

Hornby, A. F. (2000). *Advance learner's dictionary. (6th ed.)*. London, England: Oxford University.

Kotler, P., & Armstrong, G. (2002). *Principles of marketing*. NJ : Prentice Hall.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.ปิยศักดิ์ ถีอาสนา	อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2. ดร.อภิดา รุณวาทย์	อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3. อ.นฤมล อินทิรักษ์	อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพ

การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย

จังหวัดมหาสารคาม

<u>คำชี้แจง</u>

การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน มีจำนวน 7 ข้อ

พิจารณาแบบประเมินคุณภาพ และแสดงความคิดเห็นของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็น ตามระดับค่าการวัด 5 ระดับ โดยความหมายของระดับคะแนนมีดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ระดับคะแนน	5
เหมาะสมมาก	ระดับคะแนน	4
เหมาะสมปานกลาง	ระดับคะแนน	3
เหมาะสมน้อย	ระดับคะแนน	2
เหมาะสมน้อยที่สุด	ระดับคะแนน	1

หัวข้อประเมิน	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบ Marker					
1.1 Marker มีความสวยงาม					
1.2 Marker มีความเหมาะสม					
2. ด้านการออกแบบ Model 3 มิติ					
2.1 Model 3 มิติ มีความสวยงาม					
2.2 Texture ที่ใช้มีความสมจริง					
3. ด้านการออกแบบ Application					
3.1 Application ทำงานได้ถูกต้อง					
3.2 Application มีความเหมาะสมกับงาน					
3.3 ท่านมีความประทับใจต่อ Application					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินความพึงพอใจ

การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย

จังหวัดมหาสารคาม

<u>คำชี้แจง</u>

1.ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็น ของท่านมากที่สุด พิจารณาโดยแต่ล่ะข้อ โดยได้กำหนดระดับประเมิน ดังนี้

ระดับคะแนน 5 มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับคะแนน 4 มีความพึงพอมาก

ระดับคะแนน 3 มีความพึงพอปลานกลาง

ระดับคะแนน 2 มีความพึงพอน้อย

ระดับคะแนน 1 มีความพึงพอน้อยที่สุด

หัวข้อประเมิน	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	4	3	2	1
1. Marker มีขนาดพอเหมาะกับการใช้งาน					
2. Marker มีความสวยงามเหมาะสม					
3. Model 3 มิติ มีความสวยงาม สมจริง					
4. Model 3 มิติ สื่อความหมายตาม Marker					
5. Application ทำงานได้ถูกต้อง					
6. Application มีความเหมาะสมกับงาน					
7. เนื้อหาบน Application มีประโยชน์					
8. การจัดวางองค์ประกอบบน Application					
9. Application ค้นหาและโหลดใช้งานง่าย					
10. ท่านมีความประทับใจต่อ Application					

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายธวัชชัย สหพงษ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 7 กรกฎาคม 2522
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 99/36 ถนนสารคาม - วาปีปทุม ตำบลตลาด อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
ที่ทำงานปัจจุบัน	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี (ศศ.บ.) สารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปริญญาโท (ศษ.ม.) เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปริญญาเอก (ปร.ด.) คอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายงานการวิจัย
เรื่อง
พัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

The development of Augmented Reality Application “navel of Isan”, Kosum Phisai District, Maha Sarakham Province

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ธวัชชัย สหพงษ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)

รายงานการวิจัย

เรื่อง

พัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

The development of Augmented Reality Application “navel of Isan”, Kosum Phisai District, Maha Sarakham Province

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ธวัชชัย สหพงษ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)

หัวข้อวิจัย การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ผู้ดำเนินการวิจัย ธวัชชัย สหพงษ์

หน่วยงาน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปี พ.ศ. 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1)เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสถาบันการศึกษาในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 2) แบบประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน 3) แบบประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อแอปพลิเคชัน สถิติที่ใช้คือค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้าน ด้านการออกแบบ Marker และด้านการออกแบบ Application ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ และด้านการออกแบบ Model 3 มิติ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

2. ความพึงพอใจจากกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อแอปพลิเคชันโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.54, S.D. = 0.54)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Research Title : The development of Augmented Reality Application "navel of Isan", Kosum Phisai District, Maha Sarakham Province
Researcher : Thawatchai Sahapong
Organization : Faculty of information technology, Rajabhat Maha Sarakham University
Year : 2019

Abstract

This research aims 1) to develop augmented reality application "navel of Isan", Kosum Phisai District, Maha Sarakham Province 2) to study satisfaction of the samples to the augmented reality application "navel of Isan", Kosum Phisai District, Maha Sarakham Province. The target of this research are 100 bachelor's degree student from several education institute in Maha Sarakham Province. The tool that has been used in this research are include 1) augmented reality application "navel of Isan", Kosum Phisai District, Maha Sarakham Province 2) virtual application quality evaluation form 3) satisfaction evaluation form from targets to the application. The statistics that has been used is the standard deviation.

The research result fond that

1. The quality evaluation from professional in overall was in the most appropriate level ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.51). When considered by each factor, it found that the marker design and application design, the professional evaluation was the most respectively, the professional evaluation of the 3D model designing was in high level.

2. Targets' satisfaction to the application in overall was in the most appropriate level ($\overline{X}$ = 4.54, S.D. = 0.54)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ปิยศักดิ์ ถีอาสนา อาจารย์ ดร.อภิดา รุณวาทย์ อาจารย์นฤมล อินทิรักษ์ ที่ได้ให้ความกรุณาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

ขอขอบคุณทุนสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณนักศึกษา อาจารย์ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ อาจารย์ ผู้บริหาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยในครั้ง

ธวัชชัย สหพงษ์

2562

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
สะดืออีสาน	4
ข้อมูลเกี่ยวกับ Augmented Reality	5
หลักการทำงานของ Augmented Reality	5
หลักการสร้าง Augmented Reality	13
การสร้างโมเดล	14
ข้อมูลเกี่ยวกับ Unity 3D	16
แบบประเมินคุณภาพ	18
ทฤษฎีความพึงพอใจ	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	24

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 27

กลุ่มเป้าหมาย 27

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 27

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัย 28

การเก็บรวบรวมข้อมูล 31

การวิเคราะห์ข้อมูล 32

สถิติที่ใช้ในการวิจัย 33

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 34

ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 34

ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 37

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 39

สรุปผลการวิจัย 39

อภิปรายผลการวิจัย 39

ข้อเสนอแนะ 41

บรรณานุกรม 42

ภาคผนวก 46

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 47

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 49

ประวัติผู้ศึกษา 52

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 36
4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม 37

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แผนภาพแสดงการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality	6
2.2	ความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame	7
2.3	ความสัมพันธ์ระหว่าง Ideal Screen Coordinates และ Observe Screen Coordinates	8
2.4	กระบวนการคำนวณค่า 3D Poses	9
2.5	กระบวนการคำนวณค่า 3D Poses	11
2.6	ตัวอย่าง Marker	13
2.7	สัญลักษณ์ Marker แสดงปรากฏ Object 3 มิติ	13
2.8	ตัวอย่างโปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติ	15
2.9	ตัวอย่างโปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติ	16
2.10	Plateform ที่ Unity3D รองรับในการสร้างเกม	17
2.11	ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality	18
3.1	Marker	28
3.2	ออกแบบโมเดลอาคารสัญลักษณ์	29
3.3	code (1)	29
3.4	code (2)	30
4.1	Marker แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม	34
4.2	โมเดลอาคารสะดืออีสาน	35
4.3	ภาพแอปพลิเคชัน Sadue E-San	35

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

จังหวัดมหาสารคามเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีความสำคัญมายาวนาน ถูกยกฐานะเป็นเมือง ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ปีพุทธศักราช 2408 ปัจจุบันประกอบไปแบ่งการปกครองออกเป้น 13 อำเภอ จังหวัดมหาสารคามเป็นจังหวัดที่อยู่ตรงกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ถือว่าเป็นศูนย์กลางทางภูมิศาสตร์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งตั้งอยู่บริเวณที่พิกัด Northing 1791706.14m. Easting 294091.9808m. หรือ Latitude 16° 11’ 54”.3209 N Longtitude 103° 04’ 24” .9818 E จุดนี้อยู่ด้านทิศใต้ของอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม บริเวณใกล้บึงกูย เรียกว่า “สะดืออีสาน” แต่จะเห็นได้ว่าประชาชนในภาคอีสานส่วนใหญ่ ไม่ค่อยจะรู้จักว่าสะดืออีสานคืออะไร ตั้งอยู่ที่ไหน ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality หรือ AR) ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 ซึ่งจัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดล 3 มิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกเทคโนโลยีเสมือนจริง ถูกนำมาประยุกต์ ใช้กับธุรกิจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม การแพทย์การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้กับการทำงานได้หลากหลายรูปแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่มีบทบาทสำคัญในวงการการศึกษาใน เช่น การนำมาใช้ในการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยเทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียนได้มีความเข้าใจในคำศัพท์ภาษาอังกฤษ มากยิ่งขึ้น เพิ่มความน่าสนใจให้กับผู้เรียนในรูปแบบ 3 มิติ ดึงดูดความสนใจผู้เรียนให้เกิดการอยากเรียนรู้และช่วยให้จดจำได้ง่ายขึ้น

จากเหตุผลข้างต้นจึงสนใจจะพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน (Augmented Reality หรือ AR) เพื่อเป็นการแนะนำแหล่งท่องเที่ยว “สะดืออีสาน” ให้ประชาชนทั่วไปได้รู้จัก ในรูปแบบโมเดล 3 มิติ มีภาพเสียงเพื่อความน่าสนใจและเป็นแอปพลิเคชันในระบบแอนดรอย และจะได้เป็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชัน ความจริงเสมือน (Augmented Reality หรือ AR) แหล่งท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ขอบเขตการวิจัย

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาการพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ประกอบด้วย

1.1 ภูมิศาสตร์ที่ตั้งของสะดืออีสาน

1.2 รูปอาคารสัญลักษณ์ในรูปแบบ 3 มิติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสถาบันการศึกษาในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 100 คน

3. ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

4. ระยะเวลา

ตุลาคม 2560 - กันยายน 2561

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” หมายถึง สื่อเสมือนจริงที่ให้ความรู้เกี่ยวกับความเป็นมา ภูมิศาสตร์ที่ตั้งของสะดืออีสาน อาคารสัญลักษณ์ในรูปแบบ 3 มิติ

2. AR (Augmented Reality) หมายถึง เทคโนโลยีเสมือนจริงว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดล 3 มิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกโดยผ่านมาร์คเกอร์ (Marker) และแสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวของอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
2. ได้แนวทางในการพัฒนาสื่อเสมือนจริงเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการท่องเที่ยวที่อื่นๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ศึกษาหลักการทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. สะดืออีสาน
2. ข้อมูลเกี่ยวกับ Augmented Reality
3. หลักการทำงานของ Augmented Reality
4. หลักการสร้าง Augmented Reality
5. การสร้างโมเดล
6. ข้อมูลเกี่ยวกับ Unity 3D
7. แบบประเมินความคุณภาพสื่อ
8. ทฤษฎีความพึงพอใจ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สะดืออีสาน

สะดืออีสาน ตั้งอยู่บริเวณที่พิกัด Northing 1791706.14m. Easting 294091.9808m. หรือ Latitude 16o 11’ 54”.3209 N Longtitude 103° 04’ 24” .9818 E จุดนี้อยู่ด้านทิศใต้ของอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม บริเวณใกล้บึงกูย เป็นจุดศูนย์กลางของภาคอีสาน ภายในอาณาเขตที่กว้างขวาง เป็นสวนสาธารณะอันร่มรื่น ล้อมรอบด้วยบึงกุย บึงน้ำขนาดใหญ่ของจังหวัดมหาสารคาม เหมาะกับการท่องเที่ยว ปิคนิค หรือแวะไปถ่ายภาพประทับใจ อันเป็นสัญลักษณ์ของความเป็นศูนย์กลางภาคอีสาน ลักษณะเป็นอาคารแปดเหลี่ยมตั้งเด่นอยู่ริมแม่น้ำ เหมาะกับเที่ยวชมทัศนียภาพอันสวยงาม ที่ล้อมรอบไปด้วยธรรมชาติ (http://www.isan.clubs.chula.ac.th/para_norkhai/?transaction=post_view.php&cat_main=2&id_main=41&star=0)

ข้อมูลเกี่ยวกับ Augmented Reality

Augmented Reality หรือ AR (กิตติภัทร เจตสิกทัต ณัฐสิริ ตันติขจร และอภิญญา ถนอมทรัพย์, 2553) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาในรูปแบบ Human – Machine Interface ที่อาศัยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และระบบเสมือนจริง (Virtual Reality) โดยที่วัตถุเสมือนนั้นๆ จะถูกสร้างมาผสมกับสภาพในโลกจริงในรูป 3D และแสดงผลแบบ Real Time โดยเทคโนโลยีนี้จะต้องประกอบไปด้วย 3 ระบบ คือ ระบบ Tracking ระบบการประมาณผลเพื่อสร้างวัตถุ 3D โดยระบบ Tracking (กล้อง) จะรับข้อมูลรูปภาพเข้าไป เช่น รูปแบบ ตำแหน่ง และทิศทาง จากนั้นระบบประมวลผลก็จะนำไปแปลความหมาย และแสดงภาพ 3มิติ ออกมาในตำแหน่งและทิศทางเดียวกันกับภาพที่กล้องจับได้ เทคโนโลยี AR สามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) ได้ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ Marker based AR และ Marker – les Based AR นั้นเป็นการวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker (วัตถุสัญลักษณ์) เป็นหลักในการทำงาน ส่วนMarker – les Based ARเป็นการวิเคราะห์ภาพที่ใช้คุณลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในรูปภาพ (Natural Features) มาทำหารวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาตำแหน่งเชิง 3 มิติ (3D Pose) เพื่อนำไปใช้งาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

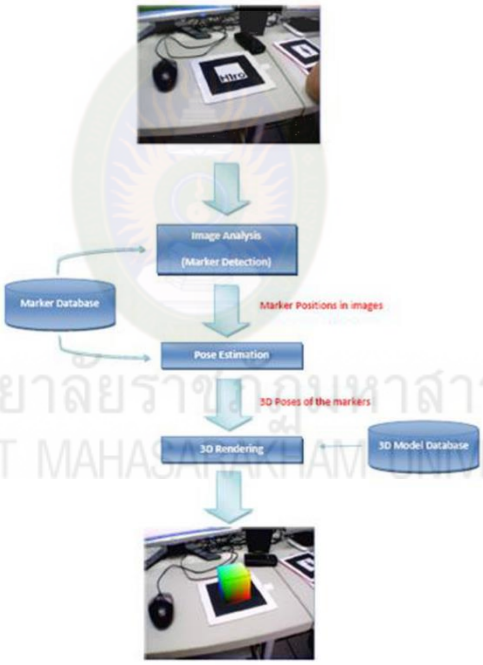
หลักการทำงานของ Augmented Reality

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริง เข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่นเว็บแคม คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะ แสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หน้าจอโทรศัพท์มือถือบนเครื่อง ฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันทีทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดย กระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ดังนี้

1) การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการ ค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker

2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง ดังแสดงในภาพที่ 2.1



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.1 แผนภาพแสดงการทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง Augmented Reality

โดยรวมแล้วกระบวนการ Image Analysis และ Pose Estimation จะถูกเรียกรวมกันว่าการ Visual Track ได้เลือกศึกษาเครื่องมือที่เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางในแวดวงของเทคโนโลยี Augmented Reality โดยที่เครื่องมือพื้นฐานที่กล่าวถึงนี้คือ AR Toolkit ดังนั้นเนื้อหาในส่วนของกระบวนการ Image Analysis และ Pose Estimation

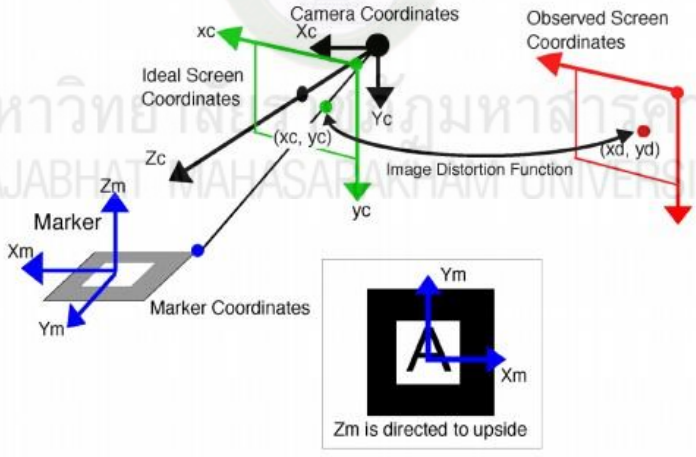
Pose Estimation

เป็นขั้นตอนของการคำนวณตำแหน่งเชิง 3 มิติ (3D Pose) ของ Marker เมื่อเทียบกับกล่อง วีดีโอ ค่านี้จะถูกแสดงในรูปเมตริกซ์ขนาด 4x4 (T_{CM}) ที่ระบุความสำพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame ดังสมการที่ (1)

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_X \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} = T_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix}$$

สมการที่ (1)

ซึ่ง Camera Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใดๆของกลอง วีดีโอ และ Marker Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งใดๆ ของ Marker ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame

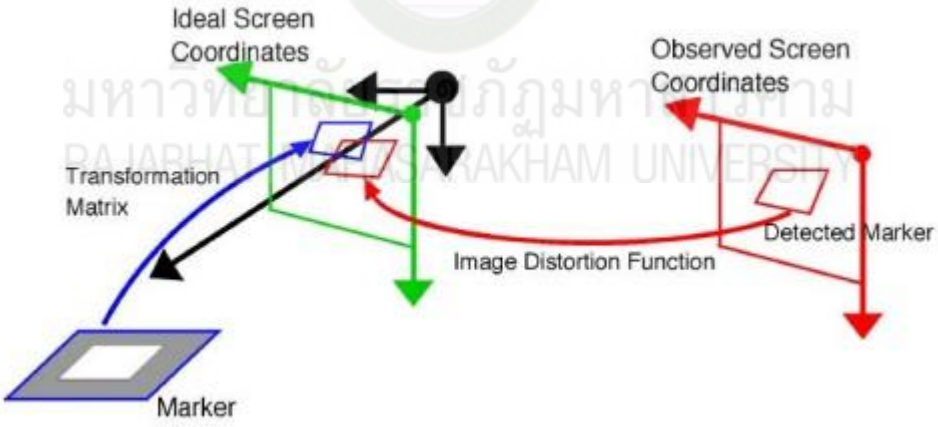
จากภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดใดๆ (X_c Y_c Z_c) บนCamera Coordinated Frame กับจุดที่ตรงกัน ($x_1 y_1$) ใน Ideal Screen Coordinated Frame เป็นไปตาม Perspective Projection ดังสมการที่ (2)

$$\begin{bmatrix} hx_I \\ hy_I \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} sf_x & 0 & x_c & 0 \\ 0 & sf_y & y_c & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = C \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix}$$

สมการที่ (2)

โดยที่ C ซึ่งเป็นเมตริกซ์ขนาด 3x4 ซึ่งประกอบไปด้วยค่า s, f_x, f_y, x_c, y_c โดยทั่วไปค่าเหล่านี้ รวมกันเรียกวา Camera Parameters ซึ่งจะคำนวณไดมาจากขั้นตอน Camera Calibration

สวนค่าความสัมพันธ์ระหว่างจุดใดๆ บน Ideal Screen Coordinated Frame (x_1 y_1) กับ Observe Screen Coordinated Frame (x_0y_0) ซึ่งเป็นจุดที่เราเห็นจริงๆในภาพดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ideal Screen Coordinates และ Observe Screen Coordinates

และสามารถอธิบายไดดังสมการที่ (3)

$$d^2 = (x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2$$

$$p = \{1 - fd^2\}$$

$$x_0 = p(x_1 - x_0) + x_0, y_0 = p(y_1 - y_0) + y_0$$

สมการที่ (3)

โดยที่ x_0 y_0คือจุดศูนย์กลางของการ Distortion (Center Coordinates of Distortion) และ f คือ Distortion Factor ซึ่งค่าทั้ง 2 จะไดมาจากกระบวนการ Camera Calibration

ภาพที่ 2.4 กระบวนการคำนวณค่า 3D Poses

จากภาพที่ 2.4 จะแสดงกระบวนการที่จะไดมาของค่า T_{CM} เมื่อเรารูคาตำแหน่งของ Marker ทั้ง 4 จุดบน Observed Screen Coordinates ในภาพที่ถ่ายจากกล้องวีดีโอ ซึ่งกล่าวโดยเฉพาะค่านี้สามารถหา ไดจากการคำนวณหาคำตอบของฟังก์ชั่นค่าผิดพลาด (Error

Function) ดังสมการที่ (4) ซึ่งโดยทั่วไปแลว เราจะใช้เทคนิคทางด้านการหาค่าที่เหมาะสม (Optimization) ซึ่งเป็นกระบวนแบบ Iterative

$$err = \frac{1}{4}\sum_{i=1,2,3,4}\{(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2\}$$

สมการที่ (4)

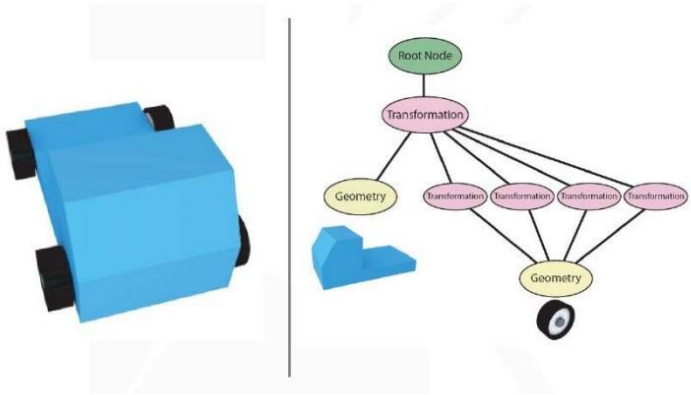
โดยที่ $\hat{x}_i$ $\hat{y}_i$ แสดงไดโดย

$$\begin{bmatrix} h\hat{x}_i \\ h\hat{y}_i \\ h \end{bmatrix} = \mathbf{C}.\mathbf{T_{CM}} \begin{bmatrix} X_{Mi} \\ Y_{Mi} \\ Z_{Mi} \\ 1 \end{bmatrix}, i = 1,2,3,4$$

3D rendering

สวนนี้เป็นส่วนสุดท้ายที่จะทำให้กระบวนการ Augmented Reality ครบถ้วนสมบูรณ์ซึ่งก็คือ การ เพิ่ม (Augment) ข้อมูลที่เราต้องการซึ่งโดยทั่วไปแลวจะเปนโมเดล 3 มิติ (3D Model) ลงไปในภาพที่ได จากกล่องวีดีโอ ณ ตำแหนงของ Marker ที่ตรวจพบจากขั้นตอน Image Analysis โดยใชคาตำแหนงเชิง 3 มิติที่คำนวณไดจากขั้นตอน Pose Estimation

กล่าวโดยทั่วไปแล้ว 3D Rendering หมายถึง กระบวนการที่ทำการสร้างภาพ 2 มิติจากโมเดล 3 มิติซึ่งโมเดล 3 มิตินี้จะอธิบายวัตถุหรือสิ่งแวดล้อมหนึ่งๆ ที่เราจะต้องการสร้างภาพนั้น เนื่องจากเทคนิค ทางด้าน 3D Rendering นั้นมีหลากหลาย แต่ในโครงงานนี้เราเลือกศึกษาเทคนิค 3D Rendering โดยใช้หลักการ Scene Graph (โดยเลือกตามเครื่องมือที่เราจะใช้ซึ่งคือ Open Scene Graph) ดังนั้นเราจึงขอ อธิบายหลักการโดยคร่าวๆ ของ Scene Graph



ภาพที่ 2.5 กระบวนการคานวณค่า 3D Poses

จากภาพที่ 2.5 จะเห็นไดวามีอยูสองสวนดวยกัน สวนทางซายคือ สวนของโมเดล 3 มิติที่ไดรับการ Render หรือ การแสดงออกมาเปนภาพเรียบรอยแลว ส่วนทางขวา คือ โครงสรางของ Scene Graph ซึ่ง เปน Tree-like structure ซึ่งเมื่อ Render ตาม Tree นี้แลวก็จะได โมเดล 3 มิติตามที่ปรากฏในสวน ทางซายออกมา เมื่อเรามาลองพิจารณากันที่ตัว Tree ที่อยูทางขวาแลวหากเราใชวิธีการแวะผ่านต้นไม้ (Tree Traversal) แบบ “การแวะผานแบบกอนลำดับ” (Preorder Traversal) ก็จะสามารถอธิบายเปน Node โดยเริ่มจาก Root Node ไดดังจะกล่าวต่อไปแต่ในลำดับต่อไปเป็นส่วนของ Node แต่ละ Node และมีความสัมพันธ์กัน คือ

1) Root Node คือส่วนบนสุดของต้นไมโดยที่การแวะผ่านต้นไมจะต้องเริ่มแวะที่ Root Node ก่อนเสมอซึ่ง Root Node นี้จะมี Child Node หรือไมมีก็ไดแต่ถาหากไมมี Child Node นั่นหมายถึง ต้นไม้นี้จะไมมีการแสดงภาพหรือโมเดลใดๆออกสูหน้าจอ

2) การแปลงค่า (Transformation) Node นี้จะเป็น Node ที่เก็บ Matrix ขนาด 4x4 ที่ไดจากขั้นตอน Pose estimation เอาไวโดยที่กล่าวไดคร่าวๆ ว่า Node นี้จะเป็น Node ที่เก็บค่าสำหรับการระบุตำแหน่งที่ต้องการแสดงภาพในส่วนต่างๆ ลงในหน้าจอ โดยใช้ Matrix ดังกล่าวนี้เพื่อเป็นตัวแปลง พิกัดในเชิง 3 มิติของ Camera หรือ Viewer เพื่อให้อยู่ในรูปของ พิกัดในเชิง 3 มิติของ Object หรือ โมเดล 3 มิติที่ต้องการแสดงลงไปในหน้าจอ

3) เรขาคณิต (Geometry) คือส่วนที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตหรือโมเดลที่ต้องการแสดงลงไปบนหนาจอ โดยตำแหนงที่จะแสดงนั้นก็ขึ้นอยูตัว Parent Node ที่เปน Node

การแปลงรูป วา Node นั้นไดคาพิกัดใดสงมาใหยัง Child Node ซึ่ง Child Node ที่เป็นปม เรขาคณิต ก็จะแสดงโมเดลลง ไป ณ พิกัดนั้นที่ไดรับจาก Parent Node

เมื่อรูจัก Node แตละ Node แล้วว่าแต่ละ Node มีความหมายอยางไร จะมีการเรียงลำดับการทำงานไดดังนี้

1) Root Node ซึ่งเปน Node แรก ที่จะตองมีการเริ่มตนแวะกอนเสมอใน การแวะแบบกอนลำดับ

2) Transformation Node โดยที่ Node นี้จะเปน Node ที่เก็บ Matrix ที่ใช สำหรับการแปลงพิกัดใน เชิง 3 มิติของ Camera หรือ Viewer ไปเปนพิกัดในเชิง 3 มิติของ Object ที่ตองการแสดงภาพ โมเดลลงไป ในที่นี้ก็คือโมเดลรูปรถนั่นเอง ดังภาพที่ 5 ด้านซ้าย

3) Geometry Node ใชเก็บรูปทรงเรขาคณิตเป็นรูปตัวถังรถ หรือเก็บโมเดล ของรถนั่นเอง เมื่อมีการ แวะมาถึง Node นี้คาพิกัดในเชิง 3 มิติของวัตถุที่มาจาก Node การ แปลงรูปที่เปน Parent Node ของ Node นี้ก็จะถูกส่งต่อมาด้วย เมื่อ Node นี้ไดรับค่าพิกัดใน เชิง 3 มิติมาแลว ก็จะทุกการแสดงภาพโมเดลตัวถังรถลงไปยังพิกัดในเชิง 3 มิติที่ไดรับมา

4) Transformation Node ทั้ง 4 Node ที่เป็น Child Node ของ Node ใน ข้อ 2 Node ทั้ง 4 นี้จะเป็น Node ที่แทนถึงตำแหน่งของล้อรถทั้ง 4 ล้อที่ติดอยู่กับตัวถังรถ โดย แต่ละ Node ก็จะแทนค่าพิกัดในเชิง 3 มิติที่แตกต่างกันออกไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5) Geometry Node จาก Node ในข้อ 4 ที่แทนถึงตำแหน่งที่ต้องการแสดง ภาพลอรถลงไปแล้ว เมื่อมีการแวะลงมาถึง Child Node ก็จะสังเกตเห็นไดว่ามีเพียงแค Node เดียว ทั้งนี้ก็เป็นเพราะว่า Parent Node ทั้ง 4 Node นั้น แม้จะแทนตำแหน่ง หรือ พิกัดในเชิง 3 มิติที่แตกต่างกันไป แต่ Node ทั้ง 4 ต่างก็แสดงถึงพิกัดในเชิง 3 มิติของวัตถุตัวเดียวกัน นั่นก็ คือล้อรถนั่นเอง ทำให้Parent Node ทั้ง 4 Node สามารถมี Child Node เป็น Node เดียว กันไดนั่นก็คือ Geometry Node ที่แทนถึงโมเดลของล้อรถ Node นี้นั่นเอง

หลักการสร้าง Augmented Reality

หลักการสร้าง Augmented Reality ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบ Marker การสร้างโมเดล และการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Unity 3D

1. การออกแบบ Marker หลักการออกแบบ Marker มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ต้องเป็นกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปภายในไม่ซับซ้อนหรือเล็กเกินไป

1.2 ภายในจะต้องมองในมุมทั้งสี่มุมจะต้องมีความแตกต่างกันหมดทุกมุมมอง

1.3 กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์ ควรใช้การดาษที่ไม่มันหรือสะท้อนแสง

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่าง Marker (อ้างอิงจาก www.potsirin.com)

ภาพที่ 2.7 สัญลักษณ์ Marker แสดงปรากฏ Object 3 มิติ (อ้างอิงจาก www.potsirin.com)

การสร้างโมเดล

การสร้างโมเดล 3 มิติในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากต่อการทำงานในด้านในด้านต่างๆ เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้า การออกแบบอาคาร การผลิตภาพยนตร์หรือการสร้างการ์ตูนแอนิเมชั่น ทำให้โปรแกรมและวิธีการสร้างโมเดล 3 มิติได้รับการพัฒนาไปอย่างมาก แม้กระนั้นเป็นงานที่ยากและต้องอาศัยเวลา เนื่องจากความสลับซับซ้อนของอินเทอร์เฟสของโปรแกรมสร้างโมเดลจำลองแบบ 3 มิติในปัจจุบันที่เป็นแบบดับบลิวไอเอ็มพี (WIMP : Window, Icon, Menu, Pointer) ซึ่งผู้ใช้จะต้องทำงานผ่านคำสั่งที่ยุ่งยากจำนวนมากเพื่อให้ได้โมเดล 3 มิติ ตามที่ต้องการ และถึงแม้ว่าอินเทอร์เฟสแบบนี้จะรองรับการทำงานสร้างโมเดลทุกรูปแบบแต่ผู้ใช้ที่มีประสบการณ์น้อยจำเป็นต้องใช้เวลาและความพยายามสูง แม้แต่ในการสร้างโมเดล 3 มิติ ที่มีรายละเอียดไม่มากนักขึ้นมาชิ้นหนึ่ง

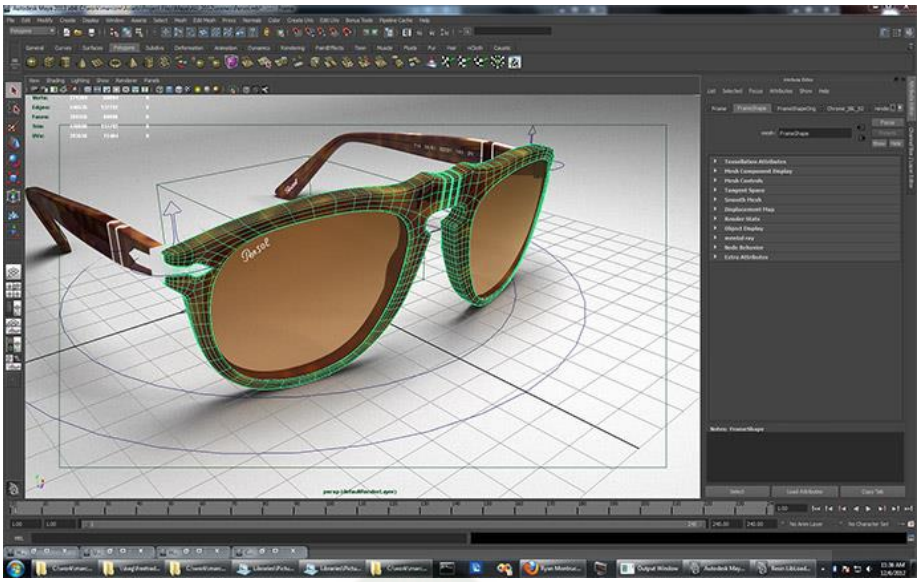
จากการสร้างโมเดลในปัจจุบันที่ยากทำให้มีการคิดค้นการขึ้นโมเดล 3 มิติ จากการสเกตช์ขึ้นทำได้ง่ายเนื่องจากมนุษย์ถนัดกับการใช้มือวาดเขียน ทำให้สามารถสร้างโมเดล 3 มิติได้เร็วขึ้น การสเกตช์คือภาษาหนึ่งที่ใช้ในการสื่อสาร ใช้ในการจดบันทึกหรือออกแบบสิ่งที่วาดไว้ในจินตนาการของมนุษย์ ปัจจุบันได้มีการสร้างโปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติที่ทำตามแนวคิดการสเกตช์หรือโปรแกรมแบบเอสไอบีเอ็ม (Sketch-based interface for modeling หรือ SBIM) เช่น Google Sketchup ที่มีลักษณะการสร้างแบบโซลิด (SOLID) ซึ่งสามารถใช้ได้โดยการร่างภาพที่เป็นรูปหน้าตัดของโมเดล 3 มิติที่ต้องการและจึงยืดหน้าตัดออกมาเป็นโมเดล 3 มิติ แต่มีข้อเสียคือโปรแกรมไม่สามารถสร้างโมเดล 3 มิติที่เป็นลักษณะโค้งนูนได้หรือทำได้ยากและโปรแกรมไม่สนับสนุนการทำโมเดล 3 มิติแบบฟรีฟอร์ม (Freeform) Teddy เป็นโปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติ แบบเอสบีไอเอ็มที่มีลักษณะสนับสนุนการสร้างโมเดลแบบฟรีฟอร์มซึ่งสามารถสร้างโมเดลที่มีลักษณะเป็นทรงสมมาตรได้ง่าย ต่างจากงานแบบโซลิดที่จำเป็นต้องสร้างโมเดลจากเส้นตายตัว (Fixed line) และรูปร่างที่กำหนด (Fixed Shape) จากข้อจำกัดของโปรแกรมดังที่กล่าวมา โครงงาน CPS’ketchuu จึงได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้เป็นโปรแกรม แบบเอสบีไอเอ็มที่เพิ่มความยืดหยุ่นในการทำงานมากขึ้นและรวมข้อดีของทั้งสองโปรแกรมที่กล่าวข้างต้นเข้าไว้ด้วยกัน คือ โปรแกรมสามารถทำงานได้ทั้งการสร้างโมเดล 3 มิติ แบบฟรีฟอร์มที่สามารถปรับความระดับความนูนและโค้งงอได้และสร้างโมเดล 3 มิติแบบโซลิดได้ CPS’ketchuu จึงเป็นโปรแกรมสร้าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โมเดล 3 มิติที่มีอินเตอร์เฟสตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวาด แบบเอสบีไอเอ็มซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อลดความยุ่งยากในการสร้างโมเดล 3 มิติด้วยอินเตอร์เฟสแบบดับบลิวไอเอ็มพี ซึ่งเป็นวิธีแบบดั้งเดิม เนื่องจากผู้ใช้งานส่วนมากจักคุ้นเคยกับวิธีการวาดภาพซึ่งเป็นพื้นฐานของการทำงานทางด้านศิลปะอยู่แล้วโดยการสเกตช์ที่ใช้ในโปรแกรมจะเน้นไปในทางด้านการสเกตช์ภาพที่ออกแบบในความคิดเพื่อนำมาสร้างเป็นโมเดล 3 มิติ ใช้งานต่อไปในการทำงานในโหมดฟรีฟอร์ม ผู้ใช้โปรแกรมจะวาดเส้นแบบ 2 มิติด้วยอุปกรณ์ประเภท Mouse หรือ Graphic Tablet จากนั้นโปรแกรมจะสร้าง 3D polygon surface ขึ้นตามเส้นซึ่งมีความหนาและขบางของตัวโมเดลจะคำนวณจากความกว้างและแคบของพื้นที่โดยพื้นที่กว้างจะทำให้โมเดลส่วนนั้นหนาและพื้นที่ที่แคบจะทำให้โมเดลตรงส่วนนั้นบางนอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถเลือกโหมดโซลิด เพื่อสนับสนุนการสร้างโมเดลแบบโซลิด ตัวโปรแกรมถูกสร้างด้วนภาษาจาวา (JAVA) ให้เป็นโปรแกรมแบบ Open source และสามารถสร้างโมเดลได้แบบ real-time บนเครื่องพีซี (PC) แบบมาตรฐาน

ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างโปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างโปรแกรมสร้างโมเดล 3 มิติ

ข้อมูลเกี่ยวกับ Unity 3D

ความหมายของโปรแกรม Unity 3D

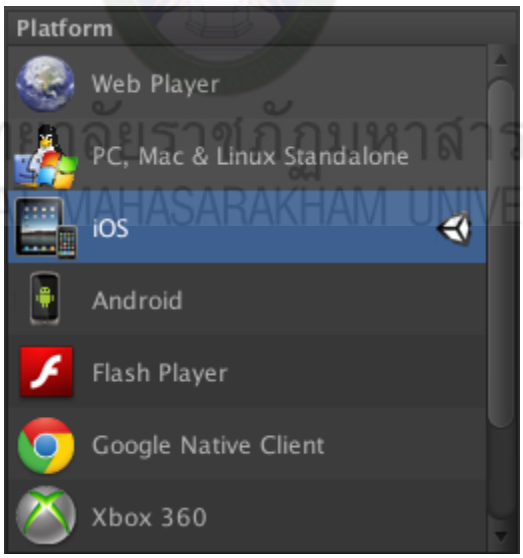
Unity 3D เป็นเครื่องมือพัฒนาเกม 3 มิติที่สามารถใช้ได้กับระปฏิบัติการทั้ง Windows และ Mac OS X ซึ่งเกมที่พัฒนาด้วย Unity 3D นั้นสามารถพัฒนาเพื่อให้สามารถเล่นได้ในหลายแพล็ตฟอร์ม (Platform) ไม่ว่าจะเป็น Windows, Mac OS X, Apple iPhone/iPod, Android, Microsoft Xbox, Play Station 3 และ Nintendo Wii เป็นต้น

Unity 3D เป็นเครื่องมือพัฒนาเกม 3 มิติที่มีความสามารถในการวางอ็อบเจ็ค 3 มิติ มี API (Application Programming Interface) ซึ่งรวบรวมคราสและฟังก์ชั่นต่างๆ เพื่อพัฒนาแอพพิเคชั่นโดยการเขียนสคริปควบคุมการกระทำของตัวละครภายในเกมสามารถเพิ่มเติมแสงสว่างและเสียงเอฟเฟคภายในเกมได้ อีกทั้งยังมีระบบสำหรับดำเนินการเล่นเกมซึ่งเรียกว่า เกมเอนจิ้น (Game Engine) รวมอยู่ในเครื่องมือพัฒนาด้วย ซึ่งเกมเอนจิ้นสามารถทำการเลนเดอร์ (Render) ภาพภายในเกม แสดงผลของเสียงต่างๆ และยังมีฟังก์ชั่นการทำงานพื้นฐานที่ใช้ในการดำเนินการอีกด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ฟังก์ชั่นการทำงานของเกมเอนจิ้นที่ซับซ้อน ถูกออกแบบมาให้ผู้พัฒนาใช้งานได้ง่ายในโปรแกรม Unity 3D ไม่ว่าจะด้วย API ที่ถูกเตรียมไว้อย่างครบถ้วน การพัฒนาที่สามารถใช้การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# หรือ JavaScript ซึ่งในเชิงเปรียบเทียบสามารถทำความเข้าใจง่าย อีกทั้งมี GUI ที่ช่วยในการศึกษาและทำความเข้าใจในด้านต่างๆ สำหรับเกมเอนจิ้นของ Unity 3D นั้น สิ่งที่เรียกว่า Game Object และ Component มีหน้าที่ที่สำคัญมาก องค์ประกอบโครงสร้างในเกมที่ถูกสร้างด้วย Unity 3D จะถูกแบ่งส่วนให้อยู่ในหน่วยของ Game Object เมื่อทำการเพิ่ม Component ที่มีฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ลงไปใน Game Object

ซึ่งนอกจาก Unity 3D สามารถพัฒนาได้ทั้งเกม 3 มิติ และเกม 2 มิติแล้ว ยังสามารถพัฒนา Augmented Reality หรือ (AR) ที่พัฒนาด้วย Unity 3D สามารถรองรับการทำงานหลาย Platform ซึ่งผู้พัฒนาสามารถพัฒนาครั้งเดียว แล้วนำไปใช้กับหลาย Platform ได้ แต่อาจจะต้องเปลี่ยนแปลงเกมบางส่วนเพื่อรองรับ Platform นั้นๆ สำหรับตัวโปรแกรม Unity 3D เองรองรับการใช้งานบน Windows และ OSX โดยจะมี Version Free และ Pro สำหรับการใช้ Library ของ Qualcomm ดังภาพที่ 2.8



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.10 Platform ที่ Unity3D รองรับในการสร้างเกม

Qualcomm AR (Vuforia™ SDK) เป็น SDK ที่จะช่วยให้พัฒนา Software ที่ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality ได้ง่ายขึ้น ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับ Unity 3D เพื่อพัฒนาเป็นเกมได้

ภาพที่ 2.11 ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality

ความสามารถของ Qualcomm AR (Voforia SDK) มีหลายอย่าง เช่น Virtual Button , Multi Target , Image Target , Frame Marker เพื่อนำไปใช้ในการสร้าง Augmented Reality

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบประเมินคุณภาพ

การผลิตและของในการให้สื่อในการจัดการเรียนการสอนจะต้องมีขั้นตอนประเมินและจำเป็นในการตรวจสอบคุณภาพของสื่อซึ่ง กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 21) ได้อธิบายหลักการและเหตุผลไว้ว่า การประเมินคุณภาพของสื่อนั้นบัญญัติไว้ตามมาตรา 64 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ 2542 ดังนี้ “วิธีจะต้องส่งเสริมสนับสนุนให้มีการผลิตและพัฒนาแบบเรียน ตำราเรียน หนังสือทางวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ วัสดุ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีการศึกษา ประกอบกับตามความในมาตรา 65 กล่าวว่า “ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีการศึกษา การศึกษาเพื่อให้มีความรู้ความสามารถ และทักษะในการผลิตรวมทั้งเทคโนโลยีที่เหมาะสมมีคุณภาพและประสิทธิภาพ” หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ได้กำหนดลักษณะของสื่อการเรียนรู้ไว้ว่า ควรมีความหลากหลายทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อ

สิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยีอื่น ๆ ในการประเมินสื่อ การเรียนรู้อาจมีการลำดับขั้นตอนสิ่งที่ต้องประเมินเพื่อวัดความเหมาะสม ประสิทธิภาพได้ตาม กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการไว้พอสังเขป ดังนี้

วิธีการประเมิน ในการประเมินสื่อการเรียนรู้ที่จะวัดค่าประสิทธิภาพการดำเนินการนั้นควรจัดเป็นรูปคณะกรรมการบุคคลหลาย ๆ ฝ่าย จำนวน 3 – 5 คน ดังนี้

1. ผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาต่าง ๆ ที่ประเมิน ซึ่งจะช่วยพิจารณาในหลักวิชาการของสิ่งที่ประเมินได้ถูกต้องเหมาะสม

2. ผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนหรือการนิเทศซึ่งจะช่วยในแง่เนื้อหาที่นาเสนอกับวัยของผู้เรียน

3. ผู้มีความรู้ความเข้าใจในหลักสูตร ซึ่งจะเป็นผู้ที่ช่วยตรวจพิจารณาว่ามีความสอดคล้องกับหลักสูตรสถานศึกษาหรือไม่ จากกการศึกษาการประเมินคุณภาพสื่อข้างต้น ผู้ศึกษาได้พบว่าการประเมินคุณภาพนั้นเป็นแบบประเมินที่จะวัดค่าประสิทธิภาพ เหมือนกับแบบประเมินอื่นๆ

ทฤษฎีความพึงพอใจ

1. ความหมายความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (gratification) ตามความหมายของพจนานุกรมทางด้านพฤติกรรมได้ให้คำจำกัดความไว้ว่าหมายถึง ความรู้สึกที่ดีมีความสุข เมื่อคนเราได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย (goals) ความต้องการ (need) หรือแรงจูงใจ (motivation) (Wolman, 1973)

ความพึงพอใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2542, หน้า 775) ความพึงพอใจหมายถึงความรู้ที่มีความสุขหรือความพอใจเมื่อได้รับความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ต้องการ (Quirk, 1987)

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีเมื่อประสบความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ ต้องการให้เกิดขึ้นเป็นความรู้สึกที่พอใจ (Hornby, 2000)

โดยสรุปแล้วความพึงพอใจ หมายถึง ความพอใจ ชอบใจ และมีความสุข ที่ความต้องการ หรือเป้าหมาย ที่ตั้งใจไว้บรรลุผลหรือสมหวังนั้นเอง สำหรับนักเรียนแล้วก็ใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่ก็ย่อมจะมีความต้องการหรือความคาดหวังว่า สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสามารถช่วยให้ตัวเองสามารถเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นหรือได้ผลการเรียนดีขึ้นนั้นเอง ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบประเมินความพึงพอใจหรือผลการสอบ

2. แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

คณิต ดวงหัสดี (2537) ได้สรุปแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือพอใจของบุคคลที่มีต่อการทำงานและองค์ประกอบหรือสิ่งจูงใจอื่นๆ ถ้างานที่ทำหรือ 19 องค์ประกอบเหล่านั้นตอบสนองความต้องการของบุคคลได้บุคคลนั้น จะเกิดความพึงพอใจในงานขึ้นจะอุทิศเวลา แรงกาย แรงใจ รวมทั้งสติปัญญาให้แก่งานของตนให้บรรลุวัตถุประสงค์อย่างมีคุณภาพ

สิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความพึงพอใจจากการศึกษา รวบรวมและสรุปของ มีดังนี้

1) สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ (material inducement) ได้แก่ เงิน สิ่งของหรือสภาวะทางกายที่ให้แก่ผู้ประกอบกิจกรรมต่างๆ

2) สภาพทางกายที่พึงปรารถนา (desirable physical condition) คือ สิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกาย

3) ผลประโยชน์ทางอุดมคติ (ideal benefaction) หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่สนองความต้องการของบุคคล

4) ผลประโยชน์ทางสังคม (association attractiveness) คือ ความสัมพันธ์ฉันท์มิตรกับผู้ร่วมกิจกรรม อันจะทำให้เกิดความผูกพันความพึงพอใจและสภาพการเป็นอยู่ร่วมกันเป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคม ซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและ มีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม

ความพึงพอใจกับทัศนคติเป็นคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกันมากจนสามารถใช้แทนกันได้ โดยให้คำอธิบายความหมายของทั้งสองคำนี้ว่า หมายถึง ผลจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้นและทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็นสภาพความไม่พึงพอใจ (Vroom, 1990, p. 90)

ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพคุณภาพหรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่างๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น (Good, 1973,p.320)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แนวคิดความพึงพอใจที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ (satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรม เกี่ยวกับจิตใจ อารมณ์ ความรู้สึกที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่สามารถมองเห็นรูปร่างได้ นอกจากนี้ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกด้านบวกของบุคคล ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากความคาดหวัง หรือเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการให้แก่บุคคลได้ซึ่งความพึงพอใจที่เกิดขึ้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามค่านิยมและประสบการณ์ของตัวบุคคล

Shelly อ้างโดย ประกายดาว (2536) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่าความพึงพอใจเป็นความรู้สึกสองแบบของมนุษย์ คือ ความรู้สึกทางบวกและความรู้สึกทางลบความรู้สึกทางบวกเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นแล้วจะทำให้เกิดความสุข ความสุขนี้เป็นความรู้สึกที่แตกต่างจากความรู้สึกทางบวกอื่นๆ กล่าวคือ เป็นความรู้สึกที่มีระบบย้อนกลับความสุขสามารถทำให้เกิดความรู้สึกทางบวกเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความสุขเป็นความรู้สึกที่สลับซับซ้อนและความสุขนี้จะมีผลต่อบุคคลมากกว่าความรู้สึกในทางบวกอื่นๆ ขณะที่วิชัย (2531) กล่าวว่าแนวคิดความพึงพอใจ มีส่วนเกี่ยวข้องกับความต้องการของมนุษย์ กล่าวคือความพึงพอใจจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนอง ซึ่งมนุษย์ไม่ว่าอยู่ในที่ใดย่อมมีความต้องการขั้นพื้นฐานไม่ต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

พิทักษ์ (2538) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นปฏิกิริยาด้านความรู้สึกต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นที่แสดงผลออกมาในลักษณะของผลลัพธ์สุดท้ายของกระบวนการประเมิน โดยบ่งบอกทิศทางของผลการประเมินว่าเป็นไปในลักษณะทิศทางบวกหรือทิศทางลบหรือไม่มีปฏิกิริยาคือเฉยๆ ต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งที่มากระตุ้น

สุเทพ (2541) ได้สรุปว่า สิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ มีด้วยกัน 4 ประการ คือ

1) สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ (material inducement) ได้แก่ เงิน สิ่งของ หรือสภาวะทางกายที่ให้แก่ผู้ประกอบกิจกรรมต่างๆ

2) สภาพทางกายที่พึงปรารถนา (desirable physical condition) คือ สิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกาย

ผลประโยชน์ทางอุดมคติ (ideal benefaction) หมายถึง สิ่งต่างๆที่สนองความต้องการของบุคคลผลประโยชน์ทางสังคม (association attractiveness) หมายถึง ความสัมพันธ์ฉันท์มิตรกับผู้ร่วมกิจกรรม อันจะทำให้เกิดความผูกพัน ความพึงพอใจและสภาพการร่วมกันอันเป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคม ซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม

ขณะที่ ปรียากร (2535) ได้มีการสรุปว่า ปัจจัยหรือองค์ประกอบที่ใช้เป็นเครื่องมือบ่งชี้ถึงปัญหาที่เกี่ยวกับความพึงพอใจในการทำงานนั้นมี 3 ประการ คือ

1) ปัจจัยด้านบุคคล (personal factors) หมายถึง คุณลักษณะส่วนตัวของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับงาน ได้แก่ ประสบการณ์ในการทำงาน เพศ จำนวนสมาชิกในความรับผิดชอบ อายุ เวลาในการทำงาน การศึกษา เงินเดือน ความสนใจ เป็นต้น

2) ปัจจัยด้านงาน (factor in the Job) ได้แก่ ลักษณะของงาน ทักษะในการทำงานฐานะทางวิชาชีพ ขนาดของหน่วยงาน ความห่างไกลของบ้านและที่ทำงาน สภาพทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น

3) ปัจจัยด้านการจัดการ (factors controllable by management) ได้แก่ความมั่นคงในงานรายรับ ผลประโยชน์ โอกาสก้าวหน้า อำนาจตามตำแหน่งหน้าที่ สภาพการทำงาน เพื่อนร่วมงาน ความรับผิด การสื่อสารกับผู้บังคับบัญชา ความศรัทธาในตัวผู้บริหาร การนิเทศงาน เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

Kotler and Armstrong (2002) รายงานว่า พฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (motive) หรือแรงขับดัน (drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความต้องการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา(biological) เกิดขึ้นจากสภาวะตึงเครียด เช่น ความหิวกระหายหรือความลำบากบางอย่าง เป็นความต้องการทางจิตวิทยา (psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (recognition) การยกย่อง (esteem) หรือการเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิด

ความตึงเครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ และทฤษฎีของซิกมันด์ฟรอยด์

3.1 ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation) อับราฮัม มาสโลว์ (A.H.Maslow) ค้นหาวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดันโดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

1) ความต้องการทางกาย (physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

2) ความต้องการความปลอดภัย (safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่าความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

3) ความต้องการทางสังคม (social needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน

4) ความต้องการการยกย่อง (esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม22

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5) ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (self–actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ

บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจ ความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไปตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชิ้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่น หรือไม่ต้องการแม้แต่อากาศที่บริสุทธิ์ (ความปลอดภัย) แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

3.2. ทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์

ซิกมันด์ฟรอยด์ (S.M. Freud) ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากนักว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม ฟรอยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกจริตอย่างมาก

ขณะที่ ชาริณี (2535) ได้เสนอทฤษฎีการแสวงหาความพึงพอใจไว้ว่า บุคคลพอใจจะกระทำสิ่งใดๆที่ให้มีความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำในสิ่งที่เขาจะได้รับความทุกข์หรือความยากลำบาก โดยอาจแบ่งประเภทความพอใจกรณีนี้ได้ 3 ประเภท คือ

1) ความพอใจด้านจิตวิทยา (psychological hedonism) เป็นทรรศนะของความพึงพอใจว่ามนุษย์โดยธรรมชาติจะมีความแสวงหาความสุขส่วนตัวหรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใดๆ

2) ความพอใจเกี่ยวกับตนเอง (egoistic hedonism) เป็นทรรศนะของความพอใจว่ามนุษย์จะพยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป

3) ความพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (ethical hedonism) ทรรศนะนี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุขเพื่อผลประโยชน์ของมวลมนุษย์หรือสังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่และเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์ผู้หนึ่งด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัจฉราวุฒิ ศรีประไหม (2559 : 49 – 56) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย จากผลการศึกษา การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย ประกอบไปด้วย มาร์กเกอร์ วัดมหาธาตุสุโขทัยจำนวน 8 ภาพ และ โมเดล วัดมหาธาตุสุโขทัยจำนวน 8 โมเดล ประกอบไปด้วย เจดีย์ประธาน พระวิหารหลวง พระวิหารสูง พระอุโบสถ มณฑปพระอัฏฐารศ เจดีย์ทรงระฆัง เจดีย์ห้ายอด และพระเจดีย์อื่นๆ ผลการประเมินคุณภาพเทคโนโลยีเสมือนจริง อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.67 , S.D. = 0.55) และความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อ

เทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมการท่องเที่ยววัดมหาธาตุสุโขทัย อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.77 , S.D. = 0.46)

ทรงศักดิ์ บูรณะ (2558 : 46-48) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมหลักเกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้นตามแนวพระราชดำริ ผลจากการศึกษาพบว่าการการพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริงส่งเสริมหลักเกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้นตามแนวพระราชดำริ ได้ผลลัพธ์ 3 อย่าง คือ 1) marker เกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้น จำนวน 4 ส่วน คือ ที่อยู่อาศัย นาข้าว สระกักเก็บน้ำ ปลูกพืชผักผลไม้ 2) โมเดล พื้นที่เกษตรทฤษฎีใหม่ขั้นต้นจำนวน 4 โมเดล คือ พื้นที่ที่อยู่อาศัย พื้นที่นาข้าว พื้นที่สระกักเก็บน้ำ พื้นที่ปลูกพืชผลไม้ 3) แอพพลิเคชั่น AR New Theory Agricultural รูปแบบไฟล์ .apk และความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชั่นภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ณัฐวี อุตกฤษฎี และ นวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย (2554 : 6-7) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z พบว่า การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเสริมอินเทอร์เน็ต เพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z จะเป็นอีกหนึ่งแนวทางให้อาจารย์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการสอนการอ่านตัวอักษรภาษาอังกฤษในชั้นเรียนหรือนอกชั้นเรียนได้ เทคโนโลยีเสมือนจริง จะได้สื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกสนุกและตื่นตาตื่นใจกับการเรียนแบบโลกเสมือนจริง อีกทั้งไม่เกิดความเบื่อหน่ายนอกจากนี้แล้ว สื่อการเรียนการสอนประกอบด้วย Object 3 มิติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็ว สำหรับขั้นตอนการพัฒนาระบบเป็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรมซึ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระคือ ภาษาแฟลช แอคชั่นสคริป 3.0 (AS3) ในส่วนของสัญลักษณ์ (Marker) ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS5 ในส่วนของโมเดล 3 มิติและแปลงไฟล์จาก *.max เป็น *.dae ใช้โปรแกรม 3DMAX10 ในส่วนสร้างเว็บไซต์ใช้โปรแกรม Adobe Dreamweaver CS5 และในส่วนการแปลงไฟล์ *.jpg เป็น *.pat ใช้โปรแกรมออนไลน์ที่ http://flasg.tarotaro.org/blog/2008/12/14/artoolkit-marker-generator-online-released/ ผู้วิจัยได้มีการทดลองใช้งาน และทดสอบคุณภาพของระบบโดยใช้แบบประเมินคุณภาพ สอบถามความเห็นจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ จำนวน 10 ท่าน และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั่วไปจำนวน 30 ท่าน โดยผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประเมินคุณภาพของระบบ พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของระบบอยู่ในระดับดี เนื่องจากระบบสามารถช่วยสอนให้เด็กนักเรียนหัดอ่านภาษาอังกฤษได้ดีขึ้น มีความน่าสนใจดึงดูดต่อการใช้งาน และสามารถใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ส่วนกลุ่มผู้ใช้ทั่วไปประเมินคุณภาพของระบบอยู่ในระดับดีเช่นกัน โดยได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.84 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อช่วยสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z นี้ มีคุณภาพอยู่ในระดับที่ดี

กิติภัทร เจตสิกทัตณัฐสิริ ตันติขจร และอภิญญา ถนอมทรัพย์ (2553 : 40-42) ได้ทำงานวิจัยเรื่องสารานุกรม 3 มิติด้วยเทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง 3D Encyclopedia by Augmented Reality Technology พบว่าระบบสารานุกรม 3 มิติ ด้วยเทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือน ประกอบด้วนตัวเล่มสารานุกรมซึ่งเป็นสารานุกรมเกี่ยวกับสิ่งมหัศจรรย์ของโลก และโปรแกรมแสดงภาพวัตถุ 3 มิติ ภายในเล่มสารานุกรมมีเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งมหัศจรรย์ของโลก คือ ประวัติ ภาพประกอบ และเครื่องหมายกำหนดภาพวัตถุเสมือนจริง ตัวโปรแกรมพัฒนาบนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Adobe Flash และเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานเพิ่มเติมด้วยภาษา Action Script 3.0 เพื่อรับค่าเครื่องหมายกำหนดภาพวัตถุสารานุกรมผ่านกล้องเว็บแคมเพื่อประมวลผลภาพและแสดงผลภาพวัตถุสิ่งมหัศจรรย์ของโลกออกทางจอภาพคอมพิวเตอร์ในรูปแบบวัตถุ 3 มิติ ซึ่งเป็นการทำให้สารานุกรมเล่มนี้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการศึกษาเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือในการศึกษา
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาครั้งนี้คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสถาบันการศึกษาในจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 100 คน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
2. แบบประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชัน
3. แบบประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อแอปพลิเคชัน

วิธีการดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ผู้ศึกษาดำเนินงานตามขั้นตอนดังนี้ 1) Marker 2) โมเดล 3 มิติ 3) Application ที่สามารถส่อง Marker แสดงโมเดลในรูปแบบ 3 มิติ

1.1 การออกแบบ Marker ผู้ศึกษาทำการออกแบบ Marker สำหรับแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 3.1 Marker

1.1.2 ผู้วิจัยทำการ Generator Marker แอปพลิเคชันความจริงเสมือน

1.2 การสร้างโมเดลอาคารสัญลักษณ์

ภาพที่ 3.2 ออกแบบโมเดลอาคารสัญลักษณ์

1.3 การเขียนโปรแกรม

ผู้วิจัยทำการเขียนโปรแกรมเพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถทำงานได้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

```
using UnityEngine;
using UnityEngine.EventSystems;
using System.Collections.Generic;

namespace Lean
{
    // This class stores information about a single touch (or simulated touch)
    public class LeanFinger
    {
        // This class stores the ScreenPosition and a timestamp
        public class Snapshot
        {
            public float Age;

            public Vector2 ScreenPosition;

            // This will return the world position of this snapshot based on the distance from the camera
            public Vector3 GetWorldPosition(float distance, Camera camera = null)
            {
                if (camera == null) camera = Camera.main;

                if (camera != null)
                {
                    var point = new Vector3(ScreenPosition.x, ScreenPosition.y, distance);

                    return camera.ScreenToWorldPoint(point);
                }

                return default(Vector3);
            }
        }
```

ภาพที่ 3.3 code (1)

```
public bool IsOverGui
{
    get
    {
        var currentEventSystem = EventSystem.current;

        if (currentEventSystem != null)
        {
            var eventDataCurrentPosition = new PointerEventData(currentEventSystem);

            eventDataCurrentPosition.position = new Vector2(ScreenPosition.x, ScreenPosition.y);

            tempRaycastResults.Clear();

            currentEventSystem.RaycastAll(eventDataCurrentPosition, tempRaycastResults);

            return tempRaycastResults.Count > 0;
        }

        return false;
    }
}

// This tells you if the finger has just begun touching the screen for a long time
public bool HeldDown
{
    get
    {
        return HeldSet == true && LastHeldSet == false;
    }
}
```

ภาพที่ 3.4 code (2)

2. ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการโดยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา เกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2545 : 66 – 72) และหนังสือเทคนิคการวิจัยทางการศึกษาของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 154-220)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2 ขั้นออกแบบโดยกำหนดกรอบประเด็นที่จะประเมิน ด้านที่จะประเมิน ข้อคำถาม

2.3 ขั้นพัฒนาและตรวจ โดยพัฒนาแบบประเมินคุณภาพเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินแปรผลตามค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2545 : 131 – 134)

เหมาะสมระดับมากที่สุด	ระดับคะแนน 5
เหมาะสมในระดับมาก	ระดับคะแนน 4
เหมาะสมในระดับปานกลาง	ระดับคะแนน 3
เหมาะสมในระดับน้อย	ระดับคะแนน 2
เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด	ระดับคะแนน 1

และนำแบบประเมินคุณภาพไปตรวจสอบความถูกต้อง

2.4 ขั้นสรุป จัดทำแบบประเมินคุณภาพเป็นฉบับสมบูรณ์

3. การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

3.1 ผู้วิจัยดำเนินการโดยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา เกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินของบุญชม ศรีสะอาด (2545) และหนังสือเทคนิคการวิจัยทางการศึกษาของ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 154-220)

3.2 ขั้นออกแบบโดยกำหนดกรอบประเด็นที่จะประเมิน ด้านที่จะประเมิน ข้อคำถาม

3.3 ขั้นพัฒนาและตรวจ โดยพัฒนาแบบประเมินคุณภาพเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินแปรผลตามค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2545 : 131 – 134)

พึงพอใจระดับมากที่สุด	ระดับคะแนน 5
พึงพอใจในระดับมาก	ระดับคะแนน 4
พึงพอใจในระดับปานกลาง	ระดับคะแนน 3
พึงพอใจในระดับน้อย	ระดับคะแนน 2
พึงพอใจในระดับน้อยที่สุด	ระดับคะแนน 1

และนำแบบประเมินคุณภาพไปตรวจสอบความถูกต้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.4 ขั้นสรุป จัดทำแบบประเมินคุณภาพเป็นฉบับสมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่พัฒนาขึ้นไปประเมินคุณภาพกับผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน

2. เก็บรวบรวมแบบประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลและปรับปรุงแก้ไข

3. ผู้วิจัยนำแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่พัฒนาขึ้นไปประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มเป้าหมาย

4. เก็บรวบรวมแบบประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มเป้าหมายเพื่อนำมาวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2545 : 131 - 134)

4.51 – 5.00 มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 มีความเหมาะสมในระดับมาก

2.51 – 3.50 มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 มีความเหมาะสมในระดับน้อย

0.51 – 1.50 มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์เฉลี่ยของระดับคุณภาพของแอปพลิเคชัน ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.51 ขึ้น และส่วนเบี่ยงเบียนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

2. วิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด 2545 : 131 - 134)

4.51 – 5.00 มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 มีความพึงพอใจในระดับมาก

2.51 – 3.50 มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 มีความพึงพอใจในระดับน้อย

0.51 – 1.50 มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์เฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมาย ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนตั้งแต่ 3.51 ขึ้น และส่วนเบี่ยงเบียนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล โดยเลือกใช้สถิติพื้นฐานดังนี้ดังนี้

สูตรการคำนวณค่าเฉลี่ย

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

โดย $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

โดย $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N คือ จำนวนคะแนนในกลุ่ม

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) หมายถึง รากที่สองของความแปรปรวนหรือรากที่สองของค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลนั้นนำมาเพื่อยกกำลังสอง ซึ่งไม่ได้นำมาแปลผลข้อมูล จะใช้วัดการกระจายของข้อมูลเท่านั้นมีสูตรดังนี้

สูตรการคำนวณ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

S.D. = คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = คือ คะแนนในแต่ละหัวข้อ

$\sum$ = คือ ผลรวมของคะแนน

N = คือ จำนวนคะแนนในกลุ่ม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม มีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ผู้วิจัยได้พัฒนาแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ประกอบด้วย Marker โมเดล 3 มิติ Application จำนวน 1 App มีรายละเอียดดังนี้

1. Marker แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ภาพที่ 4.1 Marker แอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

2. โมเดลในรูปแบบ 3 มิติ

ภาพที่ 4.2 โมเดลอาคารสะดืออีสาน

3. แอปพลิเคชัน AR สำหรับประมวลผลเทคโนโลยีความจริงเสมือนส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม สะดืออีสาน อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ภาพที่ 4.3 ภาพแอปพลิเคชัน Sadue E-San

ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

หัวข้อประเมิน		**ผลการประเมิน**		
		$\overline{X}$	**S.D.**	**การแปลความหมาย**
ด้านการออกแบบ Marker		**4.67**	**0.52**	เหมาะสมมากที่สุด
1	Marker มีความสวยงาม	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
2	Marker มีความเหมาะสม	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการออกแบบ Model 3 มิติ		**4.50**	**0.55**	เหมาะสมมาก
3	Model 3 มิติ มีความสวยงาม	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
4	Texture ที่ใช้มีความสมจริง	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการออกแบบ Application		**4.56**	**0.53**	เหมาะสมมากที่สุด
5	Application ทำงานได้ถูกต้อง	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
6	Application มีความเหมาะสมกับงาน	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
7	ท่านมีความประทับใจต่อ Application	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
	รวม	**4.57**	**0.51**	**เหมาะสมมากที่สุด**

จากตารางที่ 4.1 พบว่าผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้าน ด้านการออกแบบ Marker และด้านการออกแบบ Application ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดตามลำดับ และด้านการออกแบบ Model 3 มิติ ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

2. ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม กับนักศึกษากลุ่มเป้าหมาย มีผลการประเมินความพึงพอใจดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจแอปพลิเคชันความจริงเสมือน “สะดืออีสาน” อำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

หัวข้อประเมิน		ผลการประเมิน		
		$\overline{X}$	S.D.	การแปลความหมาย
1	Marker มีขนาดพอเหมาะกับการใช้งาน	4.52	0.52	พึงพอใจมากที่สุด
2	Marker มีความสวยงามเหมาะสม	4.55	0.56	พึงพอใจมากที่สุด
3	Model 3 มิติ มีความสวยงาม สมจริง	4.46	0.54	พึงพอใจมากที่สุด
4	Model 3 มิติ สื่อความหมายตาม Marker	4.51	0.54	พึงพอใจมาก
5	Application ทำงานได้ถูกต้อง	4.43	0.57	พึงพอใจมากที่สุด
6	Application มีความเหมาะสมกับงาน	4.47	0.56	พึงพอใจมาก
7	เนื้อหาบน Application มีประโยชน์	4.47	0.54	พึงพอใจมาก
8	การจัดวางองค์ประกอบบน Application	4.57	0.54	พึงพอใจมาก
9	Application ค้นหาและโหลดใช้งานง่าย	4.63	0.49	พึงพอใจมากที่สุด
10	ท่านมีความประทับใจต่อ Application	4.54	0.54	พึงพอใจมากที่สุด
	รวม	**4.54**	**0.54**	**พึงพอใจมากที่สุด**

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มเป้าหมาย โดยภาพรวมอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.54, S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดในเรื่อง ท่านมีความประทับใจต่อ Application Application ค้นหาและโหลดใช้งานง่าย Model 3 มิติ มีความสวยงาม สมจริง Marker มี

ความสวยงามเหมาะสม Application ทำงานได้ถูกต้อง Model 3 มิติ สื่อความหมายตาม Marker ตามลำดับ และมีความพึงพอใจระดับมากในเรื่อง การจัดวางองค์ประกอบบน Application เนื้อหาบน Application มีประโยชน์ และApplication มีความเหมาะสมกับงาน ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY