พัฒนาการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
The Evolution of Augmented Reality Technology

พรชัย เตชะธนเศรษฐ์[1*] สุชาดา เกตุดี[2] วรดานันท์ เหมนิธิ[3] และ วันรักษ์ ศรีสังข์[4]
Pornchai Taechatanasat[1*] Suchada Katedee[2] Waradanan Hemniti[3] and Wanrak Srisung[4]

[1*,2] สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
Department of Computer Engineering, Faculty of Industrial Education,
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
[3] สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Education,
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
[4] สาขาวิชาเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
Department of Technical Education, Faculty of Industrial Education,
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
*Corresponding author e-Mail: pornchai.t@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้นำเสนอเกี่ยวกับพัฒนาการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสืบค้นข้อมูลสำหรับนักวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการทำวิจัยในขั้นต่อไป และเป็นการเผยแพร่ความรู้ให้ผู้สนใจ โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับนิยามของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประวัติ และพัฒนาการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อุปกรณ์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม งานวิจัยที่น่าสนใจสำหรับเทคโนโลยีความจริงเสริม การสรุป และเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พัฒนาการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อุปกรณ์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หัวข้อวิจัยของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

Abstract

This paper presents the development of augmented reality (AR) technology from literature related to AR technology as primary data for other researchers used as a reference paper for research in next step. The paper aims to disseminate knowledge to interested person. The contents consist of the definition of AR, the history of the development of AR, devices of AR, the interested research topics in AR and summaries and suggestions for further research of AR technology.

Keywords: Augmented Reality, Evolution of Augmented Reality, Augmented Reality Technology Devices, Research Topics of Augmented Reality

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality Technology) ถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากขึ้น โดยผู้ผลิตได้เริ่มจำหน่ายอุปกรณ์เทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับผู้ใช้ทั่วไปในช่วงเวลา 2 ถึง 3 ปีที่ผ่านมา แม้ว่าอุปกรณ์ที่วางจำหน่ายได้ถูกพัฒนาจนสามารถจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้ทั่วไป การใช้งานนั้นยังจำกัดวงอยู่ที่นักพัฒนาและผู้ใช้เพียงบางกลุ่ม เนื่องจากเป็นยุคเริ่มต้นของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทำให้อุปกรณ์และเทคโนโลยีความจริงเสริมยังต้องมีการพัฒนาในเกือบทุกด้าน เช่น การพัฒนาคุณภาพของฮาร์ดแวร์ให้ดีขึ้น โดยการเพิ่มความละเอียดของการแสดงผล และความแม่นยำของอุปกรณ์ การวิจัยที่ทำให้ราคาอุปกรณ์ลดลง เนื่องจากปัจจุบันนี้ราคาของอุปกรณ์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังคงมีราคาแพงสำหรับผู้บริโภคทั่วไป การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ เช่น การศึกษา วิศวกรรม การแพทย์ ฯลฯ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประโยชน์มากมาย โดยมีการนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เช่น ด้านการศึกษา (Barrow, Forker, Sands, O'Hare, & Hurst, 2019) ด้านการแพทย์ (Schmalstieg & Hollerer, 2016) ด้านการฝึกอบรมเพื่อประกอบและซ่อมบำรุงในงานอุตสาหรรม (Gavish et al., 2015) ด้านการอออกแบบอากาศยาน (Kumar, Kumar, & Prasad, 2018) และมีแนวโน้มว่าจะมีการใช้งานอย่างแพร่หลายมากขึ้นในอนาคต (Liao, 2019)

ปัจจุบันนี้การวิจัยในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในประเทศไทยยังมีไม่น้อย โดยงานวิจัยส่วนใหญ่จะจำกัดอยู่ที่การนำเอาเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ และยังขาดการวิจัยในเชิงลึกที่เกี่ยวกับการพัฒนาทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ประกอบกับจำนวนนักวิจัยด้านนี้มีน้อย เพื่อเป็นการส่งเสริมงานวิจัยด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับนักวิจัยไทย ซึ่งจะช่วยลดการนำเข้าเทคโนโลยีและเพิ่มความสามารถในการพัฒนาด้านเทคโนโลยีของบุคลากรในประเทศในอนาคต บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรม และนำเสนอหัวข้องานวิจัยพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยการรวบรวมองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ให้สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการอ้างอิงในการศึกษาวิจัยต่อยอดในอนาคต

2. พัฒนาการของเทคโนโลยีความจริงเสริม

2.1 ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

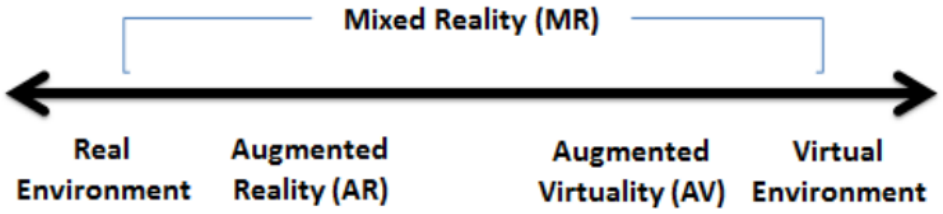
จากข้อมูลของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2562) ได้สรุปชื่อเรียกของ Augmented Reality ดังนี้

1) ความเป็นจริงเสริม (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2562)
2) เทคโนโลยีเสมือนจริง
3) การผสมผสานกันระหว่างภาพจำลองและภาพจริง
4) เทคโนโลยีการซ้อนภาพ 2 มิติ 3 มิติ หรือวิดีโอเข้าไปในภาพจริง

เห็นได้ว่าชื่อที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติได้รวบรวมไว้มีหลายชื่อ โดยชื่อที่สามารถนำมาใช้อ้างอิงได้ควรใช้บัญญัติศัพท์ของสำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2562) ซึ่งบัญญัติไว้ "Augmented Reality" คือ "ความเป็นจริงเสริม" ดังนั้นบทความนี้จะใช้คำว่า "เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม" หมายถึง "Augmented Reality Technology"

จากงานวิจัยของ Grubert Langlotz Zollmann และ Regenbrecht (Grubert, Langlotz, Zollmann, & Regenbrecht, 2017) ได้นิยามความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมว่า เป็นเทคนิคที่ทำให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพผ่านการทับซ้อนของข้อมูลทางดิจิทัล จากงานวิจัยของ Mekni และ Lemieux (2014) ได้อธิบายว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม คือ การรวมกันของเทคโนโลยีซึ่งผสมสื่อแบบเวลาจริง (Real Time) ที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นกับสื่อวิดีโอแบบถ่ายทอดสด จากงานวิจัยของ Yuen Yaoyeneyong และ Johnson ได้แสดงให้เห็นระดับของการผสมผสานภาพที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นโดยแสดงผลบนโลกจริง (Virtuality Continuum) ดังแสดงในภาพที่ 1 ทางด้านซ้าย คือ สภาพแวดล้อมจริง (Real

Environments) ทางด้านขวา คือ สภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Environments) สภาพแวดล้อมจริง ทางด้านซ้าย หมายถึง สภาพแวดล้อมที่มีเฉพาะวัตถุจริง ตัวอย่างสภาพแวดล้อมจริงทางด้านซ้าย เช่น ภาพยนตร์ที่ถ่ายทำตามปกติจะไม่มีภาพที่สร้างจากคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นส่วนประกอบ ทางด้านขวาของเส้น เป็นสภาพแวดล้อมเสมือน หมายถึง สภาพแวดล้อมที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นทั้งหมด เช่น เกม Second Life ซึ่งเป็นเกมที่ผู้ใช้เข้าไปใช้งานในโลกที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นทั้งหมด ความหมายของความจริงผสม (Mixed Reality) หมายถึง ภาพที่สร้างจากคอมพิวเตอร์มาผสมกับโลกจริงโดยแสดงออกมาในภาพเดียวกัน โดยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประกอบด้วยภาพที่แสดงออกมาเป็นภาพของโลกจริงเป็นส่วนใหญ่ และเสริมด้วยภาพที่สร้างจากคอมพิวเตอร์เพียงเล็กน้อย ซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality หรือ Augmented Virtuality) ที่ประกอบด้วยภาพที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์กราฟิกเป็นส่วนใหญ่ เสริมด้วยภาพจริงเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 1 Virtuality Continuum (VC)
ที่มา: Milgram & Kishino, 1994; Yuen, Yaoyuneyong, & Johnson, 2011

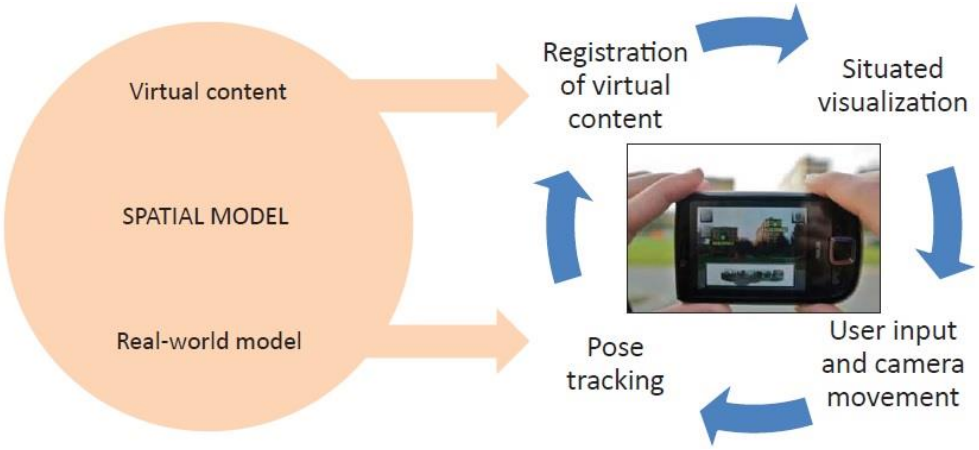
จากนิยามของ Azuma (1997) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) เทคโนโลยีที่ผสานของจริงกับของเสมือนเข้าด้วยกัน (Combines Real and Virtual)
2) ตอบสนองได้ทันที (Interactive in Real Time)
3) แสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ (Registered in 3-D)

จากองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบนี้ ช่วยให้นักวิจัยสามารถใช้จำแนกว่า เทคโนโลยีใดบ้างที่เป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และเทคโนโลยีใดที่ไม่เป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จะสังเกตได้ว่านิยามของ Azuma ไม่ได้จำกัดว่า อุปกรณ์ติดต่อกับผู้ใช้ต้องมีลักษณะเช่นไร รวมถึงไม่ได้กำหนดว่าสื่อที่ใช้ว่าต้องเป็นอย่างไร เช่น ส่งผลให้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถนำไปผสมผสานเทคโนโลยีอื่นนอกเหนือจากการใช้จอแสดงผลแบบสวมศีรษะ (Head-Mounted Display) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไม่ได้จำกัดว่าต้องเป็นสื่อที่มัลติมีเดียหรือภาพเท่านั้น เช่น ทีวี ภาพยนตร์ ภาพถ่าย งานพิมพ์ แต่อาจรวมถึงการใช้เสียง การสัมผัสมาประกอบได้ จากนิยามดังกล่าวจะเห็นว่าในการพิจารณาว่าสื่อใดเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมต้องพิจารณาว่าครบองค์ประกอบทั้ง 3 องค์ประกอบหรือไม่ ตัวอย่างหนึ่งในการพิจารณาว่าสื่อนั้นเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหรือไม่ เช่น ภาพยนตร์จูราสสิคพาร์คและอวตาร ไม่ถือว่าเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากไม่มีการตอบสนองต่อผู้ใช้ (Schmalstieg & Hollerer, 2016) คือ ผู้ใช้ไม่มีส่วนร่วมในภาพยนตร์ เช่น ไม่สามารถจับวัตถุในภาพยนตร์ได้ ข้อสังเกตอีกข้อหนึ่งคือ จากนิยามข้อที่ 2 ไม่ได้กำหนดว่าระบบจะต้องมีการควบคุมระบบแบบเรียลไทม์ และมีการปรับตำแหน่งของวัตถุที่คอมพิวเตอร์ ให้มีตำแหน่งที่ตรงกับภาพในโลกจริง (Spatial Registration) ซึ่งข้อกำหนดนี้แสดงว่า ระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีเฉพาะส่วนแสดงผลซึ่งเป็นหน้าจอปกติที่ใช้ร่วมกับอุปกรณ์อินพุตทั่วๆ ไป เช่น เมาส์หรือคีย์บอร์ดในการควบคุมภาพ (วัตถุ) ที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นบนหน้าจอ และมีการตอบสนองแบบเรียลไทม์ ถือว่าระบบนั้นเป็นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษอื่น เช่น ถุงมือ เป็นต้น

จากหนังสือของ Schmalstieg and Hollerer (2016) ได้กำหนดองค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมว่า ระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่สมบูรณ์ ต้องประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) อุปกรณ์ Tracking 2) การ Registration 3) ส่วนแสดงผล และ 4) ฐานข้อมูลเก็บข้อมูลของโลกจริงและ

โลกเสริม (Spatial Model) ซึ่งทั้ง 4 องค์ประกอบนี้ มีการทำงาน คือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมต้องมีการสร้างโมเดลเพื่อใช้ในการอ้างอิงโดยใช้อุปกรณ์ Tracking เพื่อกำหนดตำแหน่งของผู้ใช้ในโลกจริง โมเดลสำหรับโลกจริงจะประกอบด้วยเนื้อหาที่ต้องการแสดงในระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยวัตถุที่คอมพิวเตอร์สร้างและภาพในโลกจริงต้องใช้แกนอ้างอิงเดียวกัน (Coordinate System) ดังภาพที่ 2 แสดงองค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีการติดต่อระหว่างผู้ใช้และระบบ โดยผู้ใช้ดูแลควบคุมระบบผ่านหน้าจอแสดงผล



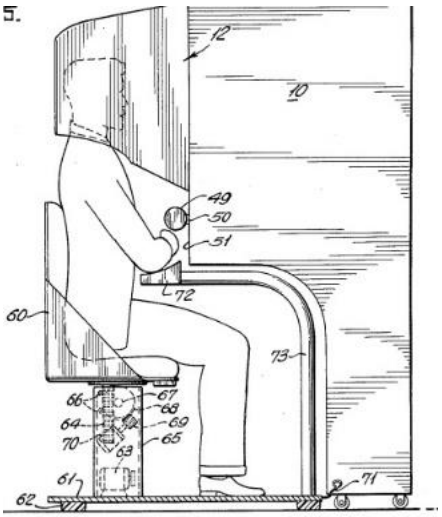
ภาพที่ 2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ในการพิจารณาว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมต้องประกอบด้วยองค์ประกอบใดบ้าง เกณฑ์ของ Azuma (1997) และ Schmalstieg and Hollerer (2016) มีความแตกต่าง คือ จากข้อ 1 ของ Azuma ได้กล่าวเพียงคร่าวๆ ว่าต้องประกอบด้วยเทคโนโลยีที่ผสานของจริงกับของเสมือนเข้าด้วยกัน ในขณะที่ Schmalstieg กำหนดรายละเอียดเป็นข้อ คือ 1) ระบบต้องมีอุปกรณ์ Tracking และ 2) มีการกำหนดตำแหน่งของผู้ใช้ให้รู้สึกว่าตำแหน่งของวัตถุที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นนั้นอยู่ในตำแหน่งที่เห็นในโลกจริง (Registration) หากพิจารณาในรายละเอียดจะเห็นว่า การ Tracking และ Registration ถือเป็นวิธีการหนึ่งในการผสานของจริงกับของเสมือนเข้าด้วยกัน ส่วนข้อ 2) ของ Azuma ซึ่งกำหนดไว้ว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมต้องมีการตอบสนองได้ทันที โดยองค์ประกอบนี้ไม่ได้กำหนดไว้ในองค์ประกอบของ Schmalstieg ในข้อ 3 ของ Azuma ได้ระบุไว้ว่า ต้องเป็นการแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ ในขณะที่ Schmalstieg ระบุไว้เพียงว่ามีส่วนแสดงผล โดยไม่ได้จำกัดว่าต้องเป็น 3 มิติเท่านั้น ส่วนที่เพิ่มขึ้นมาของ Schmalstieg คือ องค์ประกอบข้อ 4 ซึ่งระบุไว้ว่าต้องมีฐานข้อมูลเก็บข้อมูลของโลกจริงและโลกเสริม

หัวข้อต่อไปจะอธิบายประวัติการพัฒนาการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อทำให้ผู้อ่านทราบถึงพัฒนาการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทำให้เข้าใจเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ดียิ่งขึ้น

2.2 ประวัติการพัฒนาการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การพัฒนาการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเริ่มต้นจากการพัฒนาเครื่องชื่อว่า Sensorama (Heilig, 1962) ออกแบบมาเพื่อใช้ในการฝึกอบรมโดยเครื่อง Sensorama ให้ใช้พร้อมกันได้ครั้งละ 4 คน โดยภาพที่ 3 แสดงภาพด้านข้างของผู้ใช้เครื่องฉายภาพจากฟิลม์ โดยผู้ใช้มองผ่านเลนส์เพื่อดูภาพ 3 มิติ มีเสียงประกอบภาพยนตร์และมีส่วนของการปล่อยกลิ่น ซึ่งผู้พัฒนาได้พัฒนาจากหลักการที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการมองเห็น และตั้งใจใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนที่ดีกว่าการใช้ผู้สอนทำการสอนแบบบรรยาย โดยเครื่องดังกล่าวออกแบบมาใช้กับงานสอนในหัวข้อที่ต้องใช้เครื่องมือราคาแพงหรือมีอันตราย ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสอนและลดอันตรายของผู้เรียน โดยเครื่องดังกล่าวถือเป็นเครื่องต้นแบบของการใช้สื่อแบบผสมผสาน



ภาพที่ 3 Sensorama
ที่มา: Heilig, 1962

ในปี 1962 ได้มีการสร้าง Sketch Pad ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชิ้นแรกทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกที่ถูกออกแบบมาสำหรับติดต่อระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้ทำการวาดเส้นผ่านปากกาแสง โดยใช้โปรแกรม Sketchpad ซึ่งโปรแกรม Sketchpad นี้ถือเป็นต้นแบบของโปรแกรม CAD ที่ใช้กันในปัจจุบัน (Sutherland, 1964)

ภาพที่ 4 การใช้ปากการแสงเพื่อวาดเส้นโดยใช้โปรแกรม Sketchpad
ที่มา: Sutherland, 1964

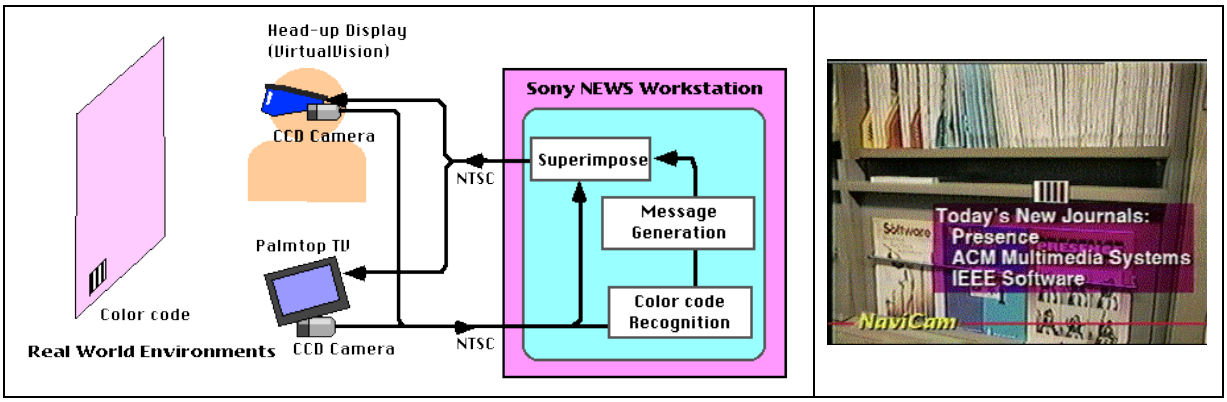
ในปีเดียวกัน จอแสดงผลแบบสวมศีรษะเครื่องแรกได้ถูกจดลิขสิทธิ์โดย Morton Heilig (Biocca, Levy, & Lawrence, 1997) จากนั้นในปี 1965 นักวิจัยชื่อ Sutherland (1965) เป็นคนแรกที่เริ่มต้นวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ข้อความในงานวิจัยของ Sutherland มักจะถูกนำมาใช้อ้างอิงในงานวิจัยที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น

> "Ultimate Display เป็นห้องซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถควบคุมภาพสิ่งของที่อยู่ในห้องโดยภาพเก้าอี้ที่แสดงในห้องสามารถที่จะใช้นั่งได้ ภาพกุญแจมือที่แสดงในห้องสามารถใช้ล็อคได้ ภาพลูกปืนที่แสดงในห้องสามารถทำให้ตายได้ หากมีการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสม จะสามารถแสดงโลกในนิยายชื่อ Wonderland ที่ตัวละครชื่อ Alice สามารถเดินเข้าไปได้"

ในช่วงทศวรรษที่ 1990 นักวิจัยชื่อ Steve Mann ที่ห้องวิจัย MIT Media ได้เสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทางการแพทย์โดยตั้งชื่อว่า Reality Mediator ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก

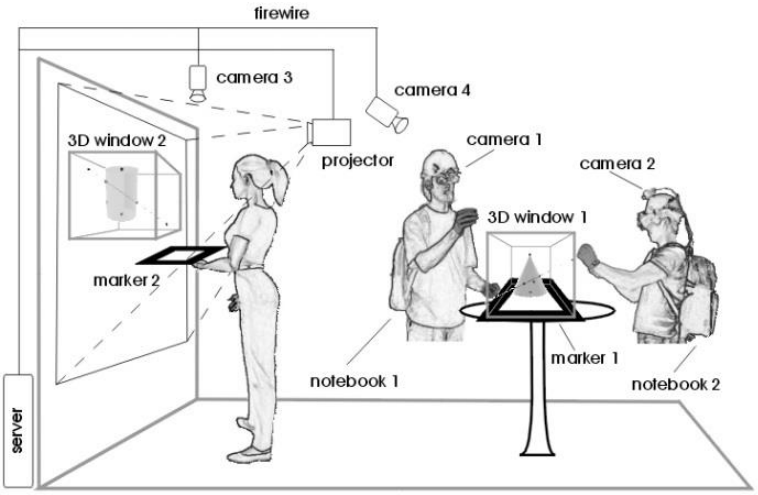
ติดตั้งไว้ที่เอว โดยใช้ร่วมกับ HMD See-Through ทำให้ผู้ใช้เสริม เปลี่ยนหรือลดข้อมูล ผ่านระบบ VR นอกจากนั้นนักวิจัยชื่อ Mann (1997) ได้ทำวิจัยโดยตั้งชื่อโครงการว่า WearCam เพื่อสร้างคอมพิวเตอร์เคลื่อนที่ ซึ่งโครงการ WearCam ถือว่าเป็นการเริ่มต้นจัดทำคอมพิวเตอร์แบบเคลื่อนที่เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้พัฒนาระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในปัจจุบัน

ในปี 1995 นักวิจัยชื่อ Rekimoto และ Nagao (Sony Computer Science Laboratories, 2018) ได้สร้างอุปกรณ์แสดงผลเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแบบพกพาโดยตั้งชื่อว่า NaviCAM ซึ่งเป็นแว่น See-Through และติดกล้องไว้ด้านข้างของแว่นเพื่อให้ผู้ใช้อ่าน Marker จากรูปถ่ายซึ่งกำหนดไว้เป็นค่าสี และแสดงข้อมูลรายละเอียดของหนังสือออกทางแว่นแสดงผล ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 สถาปัตยกรรมของระบบ NaviCam
ที่มา: Sony Computer Science Laboratories, 2018

ในปี 1996 Schmalstieg, Fuhrmann, Szalavari, & Gervautz (1996) และคณะได้พัฒนาระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ชื่อว่า Studierstube เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้ระบบเดียวกันในเวลาเดียวกันพร้อมกันหลายๆ คน โดยผู้ใช้แต่ละคนจะสวมจอแสดงผลแบบสวมศีรษะ และมองจากมุมมองของผู้ใช้แต่ละคน ระบบนี้ได้ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างการใช้งานของระบบ Studierstube คือใช้สอนเรขาคณิตให้นักเรียนมัธยมปลาย (Kaufmann & Schmalstieg, 2002) จากรูปจะเห็นว่านักเรียนทางด้านซ้ายกำลังดูรูปทรงกระบอก ในเวลาเดียวกับที่นักเรียน 2 คน ทางด้านขวากำลังดู และปรับขนาดของรูปทรงกรวยบนโต๊ะ ซึ่งเป็นภาพที่สร้างจากคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 6 รูปแสดงการใช้งานระบบ Studierstube
ที่มา: Kaufmann & Schmalstieg, 2002

ในปี 1997 - 2001 รัฐบาลญี่ปุ่น และบริษัท Cannon ได้ก่อตั้งบริษัทชั่วคราวเพื่อวิจัยในหัวข้อ Mixed Reality Systems โดยงานวิจัยที่เด่นของโครงการนี้ คือ อุปกรณ์แสดงผลแบบสวมศีรษะชื่อว่า Co-Optical Axis See-through Augmented Reality (COASTAR) โดยได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมเกม (Schmalstieg & Hollerer, 2016; Tamura, Yamamoto, & Katayama, 2001)

ในปี 1999 นักวิจัยชาวญี่ปุ่น Dr. Hirokazu Kato ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ไลบรารี (Software library) โดยตั้งชื่อว่า ARToolKit เป็น Open Source ในภาษา C เพื่อช่วยในการสร้างแอปพลิเคชัน เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Ta'zim, 2007) ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน ส่วนที่ยากในการพัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม คือ การ Tracking โดย ARToolKit ใช้อัลกอลิทึมทางด้าน Computer Vision คำนวณหาความสัมพันธ์ของตำแหน่งกล้อง และตำแหน่ง Marker ให้ตรงกัน ปัจจุบันนี้ ARToolKit ได้พัฒนาจนถึง Version 5.2 โดยเปิดให้ดาวน์โหลดใช้งานได้ที่ Website ของ GitHub (GitHub Inc., 2018)

ในปี 2000 เกมที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และใช้กับมือถือชื่อว่า "AR Quake" ได้ถูกสร้างขึ้นเป็นครั้งแรกโดย (Bruce Thomas, 2000; in Jon Peddie, 2017) ในปี 2008 Wikitude ได้พัฒนาโปรแกรมชื่อ AR Travel Guide ขึ้น การใช้ Wikitude ทำได้โดยการเปิดแอปพลิเคชัน Wikitude บนมือถือ จากนั้นทำการค้นหาสถานที่ท่องเที่ยว โดยเลือกว่าจะหาแบบใกล้ตำแหน่งที่ผู้ใช้กำลังใช้งาน หรือหาโดยระบุที่อยู่ของสถานที่ท่องเที่ยว โดยจะมีโหมด Camview ซึ่งจะอยู่ในโหมดพร้อมถ่ายภาพ เมื่อนำกล้องส่องบริเวณที่อยู่รอบๆ ตัว แอปพลิเคชันจะแสดงรายละเอียดของสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ในทิศทางที่กล้องส่องไป (Wikitude Inc., 2008) และ Wikitude ได้พัฒนา AR Software Development Kit, Could Recognition และ Wikitude Studio Products (Wikitude Inc., 2018)

ในปี 2008 ได้มีการสร้างระบบ Tracking สำหรับโทรศัพท์สมาร์ตโฟน เช่น ระบบของ Wagner (Wagner & Schmalstieg, 2009) เป็นที่มาของ Software Toolkit สำหรับนักพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดย Software Toolkit ถูกตั้งชื่อว่า Vuforia (Ibañez & Figueras, 2013)

ปัจจุบันนี้ได้มีการวางจำหน่ายอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับผู้ใช้ทั่วไป มีลักษณะที่หลายหลาย เช่น Microsoft HoloLens (Microsoft Corporation., 2018) ซึ่งเป็นจอแสดงผลแบบสวมศีรษะ, Magic Leap Lightware (Magic Leap, 2018) เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นแว่น และโครงพลาสติกรัดศรีษะ, Epson Moverio BT-300FPV Drone Edition (Seiko Epson Corporation., 2018) มีลักษณะเป็นแว่น ใช้เฉพาะงานสำหรับควบคุมโดรน และ Google Glass Enterprise Edition (Google Inc., 2018) มีลักษณะเป็นแว่น และจำหน่ายให้เฉพาะภาคธุรกิจสำหรับทดลองใช้ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงได้ถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี 1962 โดยมีขนาดเครื่องที่ใหญ่ จนกระทั่งปัจจุบันนี้มีขนาดที่เล็กและเบา มีลักษณะเป็นอุปกรณ์สวมศีรษะและแว่นตา นอกจากนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยได้มีการนำมาใช้ร่วมกับโทรศัพท์มือถือ ซึ่งสะดวกแก่การใช้งาน อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังต้องมีการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ดังรายละเอียดที่จะนำเสนอในหัวข้อถัดไป

2.3 หัวข้องานวิจัยพื้นฐานสำหรับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การสร้างและออกแบบอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีความจริงเสริม มีประเด็นงานการวิจัยที่ต้องมีการพัฒนาอีกหลายประเด็น เนื่องจากแต่ละประเด็นมีรายละเอียดมาก ในบทความนี้จะกล่าวเพียงประเด็นและความหมายโดยสรุปเพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงภาพรวมของงานวิจัยในเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อทำให้ผู้วิจัยสามารถนำไปค้นคว้า และนำไปวิจัยในประเด็นวิจัยต่อไปนี้ได้ (Schmalstieg & Hollerer, 2016)

1) ความต้องการงานวิจัยเพื่อพัฒนาส่วนแสดงผล เช่น การพัฒนาจอแสดงผลแบบสวมศีรษะ การพัฒนาจอแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก

2) Tracking ในระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมต้องมีการหาตำแหน่งว่าผู้ใช้อยู่ที่ตำแหน่งใด ดังนั้นจึงต้องมีระบบการ Tracking ทำให้การพัฒนาระบบ Tracking ที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยเป็นที่ต้องการ เช่น การตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบทั่วไป การพัฒนาระบบ Tracking เซ็นเซอร์บนมือถือ และการทำ Optical Tracking

3) Computer Vision for Augmented Reality เช่น การทำ Optical Tracking การกำหนดตำแหน่ง มุมมองของกล้อง และการใช้โปรแกรม OpenCV เพื่อสร้างแอปพลิเคชันใหม่ๆ

4) Calibration และ Registration ซึ่ง Calibration คือ การปรับแต่งอุปกรณ์ที่ใช้ใน AR ส่วน Registration คือ การกำหนดตำแหน่งให้ผู้ใช้รู้สึกว่าตำแหน่งของวัตถุที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นนั้น อยู่ในตำแหน่งที่เห็นในโลกจริง เช่น หากผู้ใช้จับกล่องที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นแล้วยกขึ้น 1 ฟุต ภาพที่เห็นผ่านหน้าจอ คือ กล่องนั้นถูกยกขึ้นเป็นระยะทาง 1 ฟุต

5) Visual Coherence คือ เทคนิคทางคอมพิวเตอร์กราฟิกเพื่อให้ผสมมุมมองของวัตถุจริงกับวัตถุเสริมอย่างแนบเนียน เช่น การวางวัตถุที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้นไว้หลังวัตถุจริง (Occlusion) (Seč, 2015) การปรับแสง (Lighting) เงา (Shadowing) ของวัตถุที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ให้เข้ากับแสงและเงาในโลกจริง

6) Situated Visualization คือ การทำข้อมูลให้เข้าใจง่าย ข้อมูลที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์จะต้องมีการวางตำแหน่ง และรูปแบบให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่าย (Tatzgern, 2015) เช่น พื้นผิวรูป 2 มิติที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้น และการทำวัตถุ 3 มิติที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้น ให้ดูโปร่งแสงหรือเห็นองค์ประกอบภายใน เช่น การทำรถยนต์ให้ใสมองเห็นภาพเครื่องยนต์ เทคนิคนี้เรียกว่า Ghosted หรือ Ghosting (Steinberger, 2016)

7) Interaction คือ เทคนิคที่ให้ผู้ใช้โต้ตอบกับโปรแกรม Props, Widgets และ Hand-Based Interaction การติดต่อกับผู้ใช้โดยให้ผู้ใช้สัมผัสกับวัตถุที่คอมพิวเตอร์สร้างขึ้น และ Multimode Interfaces และ Agent-Based Interface สำหรับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

8) Modelling คือ การสร้างโมเดลทางด้านเรขาคณิตในสภาพแวดล้อมแบบสามมิติของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และ Annotation คือ การเพิ่มข้อมูลพิเศษเข้าไปในวัตถุในระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

9) Authoring คือ การออกแบบและสร้างเนื้อหาให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ในการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามความต้องการของผู้ใช้ โดยให้มีลักษณะการสร้างเนื้อหาได้ง่ายเหมือนการสร้าง Web Page เพื่อให้ผู้ไม่มีทักษะทางโปรแกรมมิ่งสามารถสร้างเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้ง่าย เช่น ในงานวิจัยของ Gimeno, Tena, Orduna, and Fernández (2012) ได้กล่าวถึง Authoring Tools ในการทำสื่อโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

10) Navigation คือ วิธีการในการเข้าใช้งานระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น การพัฒนาเมนูในการใช้งานระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากผู้ใช้งานอาจจะไม่คุ้นเคยกับการใช้งานระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในการออกแบบระบบจึงต้องมีการพัฒนาส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน

11) Collaboration ระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนั้นสามารถใช้เป็นช่องทางการสื่อสารของผู้ใช้หลายคนในเวลาเดียวกัน ดังนั้น ผู้ออกแบบอาจจะออกแบบให้ผู้ใช้งานระบบเทคโนโลยีความจริงเสริมสามารถติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้ในกลุ่มเดียวกัน (Local) หรือติดต่อระยะไกล (Remote)

12) Software Architecture คือ การศึกษาสถาปัตยกรรมของระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประกอบด้วยหลายส่วน เช่น ระบบ Real-Time ระบบมัลติมีเดีย และระบบการกระจายงาน

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ตามที่กล่าวไว้ในบทนำ วัตถุประสงค์หนึ่งของบทความนี้เพื่อส่งเสริมการวิจัยในหัวข้อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยบทความนี้ได้นำเสนอนิยามและองค์ประกอบของของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่ง Azuma (Azuma, 1997) ได้อธิบายว่ามี 3 องค์ประกอบ ในขณะที่ Schmalstieg (Schmalstieg & Hollerer, 2016) ได้อธิบายว่า มี 4 องค์ประกอบ ซึ่งสามารถใช้อธิบายนิยามของเทคโนโลยีความจริงเสริมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอาจมีองค์ประกอบที่ความต่างกัน ตามมุมมองของผู้กำหนดองค์ประกอบ การกำหนดองค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถเป็นประเด็นในการวิจัยได้ประเด็นหนึ่ง เนื่องจากเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปอาจส่งผลต่อมุมมองของผู้วิจัย และผู้ใช้งานต่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ในหัวข้อถัดมาได้นำเสนอประวัติการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงวิธีการและขั้นตอนการพัฒนาอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การเข้าใจแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนาอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นสิ่งที่จำเป็น เนื้อหาในบทความนี้ช่วยให้นักวิจัยสามารถวิจัยในหัวข้อนี้ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเข้าใจถึงแนวคิดพื้นฐานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยผู้อ่านสามารถศึกษารายละเอียดแต่ละหัวข้อได้จากเอกสารอ้างอิง ในส่วนท้ายของหัวข้อประวัติการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริง ผู้เขียนได้กล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับผู้ใช้ทั่วไปที่มีการวางขายในปัจจุบัน เช่น Microsoft HoloLens นอกจากนั้นบทความนี้ยังได้อธิบายถึงหัวข้องานวิจัยที่น่าสนใจในเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น ส่วนแสดงผล ซึ่งบริษัทต่างๆ ได้เร่งวิจัยเพื่อพัฒนาให้มีน้ำหนักเบา มีขนาดเล็ก และมีการทำงานที่รวดเร็ว เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานได้ในทางปฏิบัติได้จริง จะเห็นได้ว่า ยังมีหัวข้อวิจัยที่ต้องมีการพัฒนาอีกมากมาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้งานในด้านต่างๆ ได้มากมายยิ่งขึ้น เช่น การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาผสมผสานกับโซเชียลมีเดีย เพื่อใช้ทางด้านการติดต่อสื่อสารหรือการขายสินค้าออนไลน์ ผู้เขียนหวังว่าบทความนี้จะมีส่วนช่วยในการกระตุ้นและส่งเสริมการวิจัย เพื่อให้นักวิจัยทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สนใจทำวิจัยในหัวข้อนี้เพิ่มขึ้น รวมถึงนักวิจัยในสาขาอื่นสนใจนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปประยุกต์ใช้งานในสาขาของตนเอง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนเอกสารในการจัดทำบทความวิชาการฉบับนี้

7. เอกสารอ้างอิง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2562). [ออนไลน์] *Augmented Reality คืออะไร.* Retrieved from https://www.nstda.or.th/th/nstda-knowledge/3083-ar-technology

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2562). [ออนไลน์] *ศัพท์บัญญัติสำนักงานราชบัณฑิตยสภา.* Retrieved from http://www.royin.go.th/coined_word/

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments :* 6(4), 355-385.

Barrow, J., Forker, C., Sands, A., O'Hare, D., & Hurst, W. (2019). Augmented Reality for Enhancing Life Science Education. *Paper presented at the VISUAL 2019-The Fourth International Conference on Applications and Systems of Visual Paradigms.* Annamalai University. India.

Biocca, F., Levy, M. R., & Lawrence, J. (1997). Communication in the age of virtual reality. *Psyccritiques :* 42(2), 170.

Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments :* 23(6), 778-798.

Gimeno, J., Tena, P., Orduna, J. M., & Fernández, M. (2012). An advanced authoring tool for augmented reality applications in industry. *Actas de las XXIII Jornadas de Paralelismo (JP* 2012). *Elche: Servicio de Publicaciones de la Universidad Miguel Hernández*.

GitHub Inc. (2018). [Online]. *ARToolKit.* Retrieved from https://github.com/artoolkit.

Google Inc. (2018). [Online]. *Glass*. Retrieved from https://www.x.company/glass.

Grubert, J., Langlotz, T., Zollmann, S., & Regenbrecht, H. (2017). Towards pervasive augmented reality. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics :* 23(6), 1706-1724.

Heilig, M. L. (1962). *U.S. Patent No. 3050870*. Washington, DC, U.S. : Patent and Trademark Office.

Ibañez, A. S., & Figueras, J. P. (2013). Vuforia v1. 5 SDK: Analysis and evaluation of capabilities. *Master in Science in Telecommunication Engineering & Management*.

Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2002). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Paper presented at the ACM SIGGRAPH 2002 conference abstracts and applications*. San Antonio. Texas.

Kumar, P. S., Kumar, K. S., & Prasad, N. N. (2018). [Online]. *An Approach to develop Virtual Reality Flight Simulator for combat aircraft cockpit evaluation*. Retrieved from http://www.tagajournal.com/gallery/v14.323.pdf.

Liao, T. (2019). Future directions for mobile augmented reality research: Understanding relationships between augmented reality users, nonusers, content, devices, and industry. *Mobile Media & Communication,* 7(1), 131-149.

Magic Leap, Inc. (2018). [Online]. Home page - Magic Leap. Retrieved from https://www.magicleap.com/magic-leap-one

Mann, S. (1977). An historical account of the 'WearComp' and 'WearCam' i for applications in 'Presonal Imaging'. *IEE Proceeding of the first ISWC, October 13-14,* Cambridge, Massachusetts.

Mekni, M., & Lemieux, A. (2014). Augmented reality: Applications, challenges and future trends. *Applied Computational Science*, 205-214.

Microsoft Corporation. (2018). [Online]. Microsoft HoloLens. Retrieved from https://www.microsoft.com/en-us/hololens

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*. 77(12), 1321-1329.

Peddie, J. (2017). *Augmented Reality: Where We Will All Live*, CA, USA : Jon Peddie Research Inc.

Schmalstieg, D., Fuhrmann, A., Szalavari, Z., & Gervautz, M. (1996). *Studierstube-an environment for collaboration in augmented reality*. Paper presented at the CVE'96 Workshop Proceedings.

Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). *Augmented reality: Principles and practice*: Addison-Wesley Professional.

Seč, V. (2015). [Online]. *Occlusion in augmented reality*. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=nS70hYsWrtY

Seiko Epson Corporation. (2018). [Online]. *Moverio bt-300fpv smart glasses (fpv/drone edition)*. Retrieved from https://epson.com/For-Home/Smart-Glasses/Smart-Glasses/Moverio-BT-300FPV-Smart-Glasses-%28FPV-Drone-Edition%29/p/V11H756020F

Sony Computer Science Laboratories, I. (2018). [Online]. *Augmented interaciton: The world through the computer*. Retrieved from https://www2.sonycsl.co.jp/person/rekimoto/navi.html.

Steinberger, M. (2016). [Online]. Adaptive ghosted views for Augmented Reality. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=xQIbeVjx0TI

Sutherland, I. E. (1964). Sketch pad a man-machine graphical communication system. *Paper presented at the Proceedings of the SHARE design automation workshop.* New York, USA.

Sutherland, I. E. (1965). The ultimate display. *Multimedia: From Wagner to virtual reality*. 506-508.

Ta'zim, J. D. (2007). Overview of open source augmented reality toolkit. *Paper presented at the 1st International Malaysian Educational Technology Convention.* Malaysia.

Tamura, H., Yamamoto, H., & Katayama, A. (2001). Mixed reality: Future dreams seen at the border between real and virtual worlds. *IEEE Computer Graphics and Applications,* 21(6), 64-70.

Tatzgern, M. (2015). *Situated visualization in augmented reality.* PhD thesis, Graz University of Technology,

Wagner, D., & Schmalstieg, D. (2009). History and future of tracking for mobile phone augmented reality. *Paper presented at the Ubiquitous Virtual Reality, 2009. ISUVR'09. International Symposium on.* Washington. USA

Wikitude Inc. (Producer). (2008). [Online]. *Wikitude ar travel guide (part 1).* Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=8EA8xlicmT8

Wikitude Inc. (2018). [Online]. *See more with Wikitude!.* Retrieved from http://wikitude.com/about

Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE).* 4(1), 11.

ผู้เขียน

ผศ.ดร.ว่าที่ ร.ต.พรชัย เตชะธนเศรษฐ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การศึกษา:

ปริญญาตรี วศบ. วิศวกรรมไฟฟ้า
ปริญญาโท วศ.ม. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ค.ม. เทคโนโลยีทางการศึกษาและการฝึกอบรม
ปริญญาเอก ปร.ด. วิทยาการคอมพิวเตอร์

ประสบการณ์ด้านงานวิจัย:

Taechatanasat, P. (2018). Delivery of multilanguage blended learning for Thai agricultural science students.

Taechatanasat, P., Armstrong, L., & Nilsook, P. (2016, December). Designing a multilanguage blended learning system for Thai agricultural science students. In 2016 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) (pp. 131-138). IEEE.

ผศ.ดร.สุชาดา เกตุดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
การศึกษา:
ปริญญาตรี ค.อ.บ. อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
ปริญญาโท วท.ม. วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
ปริญญาเอก ปร.ด. คอมพิวเตอร์ศึกษา
ประสบการณ์ด้านงานวิจัย:
ธัญชนก เดชกำจรศักดิ์, ลลิตา มุทาพร และสุชาดา เกตุดี. (2560). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่องานบัญชีของกลุ่มเกษตรกรสวนยาง กรณีศึกษา บ้านสวนใหม่ อำเภอเบตง จังหวัดยะลา. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ครั้งที่ 2 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. 31 มีนาคม 2560. หน้า 204-212.

Katedee, S., Sanrach, C., & Thesawadwong, T. (2010, September). Case-based reasoning system for histopathology diagnosis. In *Educational and Information Technology (ICEIT), 2010 International Conference on* (Vol. 1, pp. V1-496). IEEE.

ดร.วรดานันท์ เหมนิธิ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคนิคศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
การศึกษา:
ปริญญาตรี ศศ.บ. บรรณารักษ์ศาสตร์
ปริญญาโท ค.อ.ม. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา
ปริญญาเอก ศศ.ด. หลักสูตรและการสอน
ประสบการณ์ด้านงานวิจัย:
ศศิธร ชูแก้ว, สุขุมาล หวังวณิชพันธุ์, วรดานันท์ เหมนิธิ, ศุภชัย หอวิมานพร และวรินทร์ สุดคนึง. (2559). การส่งเสริมกระบวนการทำงานแบบสร้างสรรค์ของนักศึกษาวิชาชีพครูด้วยการเรียนรู้แบบร่วมมือบนสังคมออนไลน์. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 7. 24-26 สิงหาคม 2559. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.

อาจารย์วันรักษ์ ศรีสังข์
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการคณะครุศาสตร์อุสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
การศึกษา:
ปริญญาตรี คอ.บ. วิศวกรรมอุตสาหการ
ปริญญาโท คอ.ม. วิศวกรรมอุตสาหการ
ประสบการณ์ด้านงานวิจัย:
"การพัฒนาเครื่องผสมกะปิหวาน" มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ปี 2554
"การพัฒนาชุดบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การกัดเฟืองตรงโมดุลด้วยหัวแบ่งบนเครื่องกัด" มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ปี 2560