

เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงที่ไม่ใช่สิ่งหลอกลวง

Surin Aunsan^{1*} and Natradee Anupong²

*E-mail: surin@vru.ac.th, natradee@vru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนที่จำลองสภาพแวดล้อมในรูปแบบภาพสามมิติด้วยการรับรู้ผ่านอุปกรณ์ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนนี้ถูกนำมาใช้งานในหลากหลายรูปแบบทั้งผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ จอภาพสวมศีรษะ และถุงมือรับรู้ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีตอบสนองและความละเอียดของการแสดงผลที่ต่างกัน อีกทั้งเทคโนโลยีนี้ยังได้รับความสนใจและถูกนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมหลายแขนง ทั้งทางด้านเกม การศึกษา การท่องเที่ยว การแพทย์ และอื่นๆ อีกมากมาย รวมทั้งบทความนี้ยังกล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนอีกด้วย

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน, เทคโนโลยีเสมือนจริง

ABSTRACT

This article discusses about the virtual reality technology that simulates a three-dimensional image using devices. Virtual reality technology is used in many formats via computer screen, Head Mounted Display (HDM), and data gloves. Each format has different response and display resolution. The technology also has received attention and has been applied in many industrial fields, including Games, Education, Tourism, Medical and many more. The article also mention the advantages and disadvantages of virtual reality technology.

Keywords: Virtual Reality

บทนำ

คำกล่าวของอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ที่ว่า “จินตนาการสำคัญกว่าความรู้” มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับการพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สำคัญมากมาย หากพิจารณาแนวคิดเริ่มต้นของนวัตกรรมเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เหล่านั้น จะพบว่าล้วนมีต้นกำเนิดจากจินตนาการของมนุษย์ทั้งสิ้น ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 16 เกิดการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีครั้งยิ่งใหญ่ สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมต่าง ๆ ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อกระบวนการทำงานของมนุษย์ หลังจากนั้นราวกลางศตวรรษที่ 20 คอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์รุ่นแรกได้ถือกำเนิดขึ้น (อนันตชัย

จินดาวัฒน์, 2554) และยุคต่อมาเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อรองรับการใช้งานที่มีความหลากหลาย เช่น งานอุตสาหกรรม, งานสำนักงาน, งานด้านการศึกษา งานด้านการผลิต และงานด้านความบันเทิง เป็นต้น ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาให้ตอบสนองต่อการรับรู้ของมนุษย์หรืออาจเรียกได้ว่า คอมพิวเตอร์สามารถทำงานในระดับการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลอันเกิดจากกระบวนการตอบสนองในระบบสมองมนุษย์มากขึ้น ดังเช่นเทคโนโลยีที่เรียกว่า ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality : VR) (ราชบัณฑิตยสถาน, 2544) เป็นเทคโนโลยีที่สร้างโลกในจินตนาการโดยอาศัยคอมพิวเตอร์จำลองสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงขึ้นมา

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หรือ VR คืออะไร

มีผู้ศึกษาค้นคว้าด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ได้ให้ความหมายของโลกความเป็นจริงเสมือนดังต่อไปนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวว่า ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า “วีอาร์” (VR) เป็นกลุ่มของเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบ ที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกการเข้าร่วมอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงที่สร้างโดยคอมพิวเตอร์

ความเป็นจริงเสมือน คือ การจำลองสามมิติ (3D) ซึ่งสร้างโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งเรียกว่า Virtual Environment (VE) หรือ สภาพแวดล้อมเสมือนจริง ผู้ใช้สามารถเลือกทิศทาง เช่น ย้ายสถานที่ เปลี่ยนมุมมอง และตอบโต้กับประสาทสัมผัสทั้ง 5 เช่น เคลื่อนย้ายสิ่งของในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้ (อ๋างใน สยมล วิทยานรตนา, 2554)

Sankar Jayaram และคณะ (1997) กล่าวว่า ความเป็นจริงเสมือน คือ เทคโนโลยีที่จำลองสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติในรูปแบบภาพสามมิติ ผู้ใช้สามารถรับรู้และมีปฏิสัมพันธ์ต่อสภาพดังกล่าวผ่านเครื่องมือหรืออุปกรณ์เสริม

Albert S Carlin และคณะ (1997) กล่าวว่า ความเป็นจริงเสมือน คือ การสร้างปรากฏการณ์เสมือนจริงผ่านแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถรับรู้ปรากฏการณ์ดังกล่าวผ่านทางความคิดของตนเอง

จึงอาจกล่าวได้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หรือ ระบบเสมือนจริง หรือ ความเป็นจริงเสมือน คือ เทคโนโลยีที่ใช้จำลองสภาพแวดล้อมจริงหรือสภาพแวดล้อมในจินตนาการ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สร้างภาพสามมิติซึ่งผู้ใช้สามารถรับรู้และตอบสนองผ่านอุปกรณ์

รูปแบบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมีรูปแบบแตกต่างจากเทคโนโลยีอื่น ๆ อย่างชัดเจนในด้านประสบการณ์การสร้างปฏิสัมพันธ์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยความจดจ่อทางร่างกาย (Physical Immersion) คือ การที่ผู้ใช้รู้สึกตัดขาดจากโลกจริง และ ความรู้สึกถึงความมีอยู่ (Psychological Presence) (อ๋างใน สยมล วิทยานรตนา, 2554) รูปแบบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถจำแนกออกเป็น 3 รูปแบบ ตามระดับความจดจ่อทางร่างกาย (Sankar Jayaram และคณะ, 1997) ดังนี้

1 รูปแบบที่ 1 Non-Immersive VR หรือ Desktop VR หรือ Window on World System
2 (WoW) เป็นการแสดงภาพเสมือนจริงผ่านจอคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับ VR ผ่าน
3 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เช่น เมาส์, แป้นพิมพ์ และแท็บเล็ต เป็นต้น ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานที่พบ
4 โดยทั่วไป ได้แก่ เกมสองมิติ และสามมิติในคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

5 รูปแบบที่ 2 Semi-Immersive VR เป็นการแสดงภาพเสมือนจริงโดยใช้จอภาพที่มีขนาด
6 ใหญ่กว่ารูปแบบที่ 1 เพื่อขยายขอบเขตของการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้งาน
7 เน้นการทำงานในพื้นที่บริเวณกว้าง ผู้ใช้สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับ VR ผ่านก้านควบคุม (Joystick),
8 Space ball และ ถู่มือรับรู้ (Data Glove) นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้วิดีโอในการนำเข้าสู่ข้อมูล
9 (Video Mapping) และใช้จอคอมพิวเตอร์ในการแสดงผลภาพสองและสามมิติ ซึ่งผู้ใช้สามารถ
10 มองเห็นตัวเองและการเคลื่อนไหวผ่านจอภาพ เช่น เกม Doom and Quake เป็นต้น

11 รูปแบบที่ 3 Fully-Immersive VR เป็นการแสดงภาพเสมือนจริงผ่านจอภาพสวมศีรษะ
12 (Head Mounted Display: HMD) หรือชุดแว่นตา ภายในบรรจุจอมอนิเตอร์ขนาดเล็กที่ทำจาก
13 กระจกสามมิติซึ่งสามารถมองเห็นภาพครอบคลุมแนวนอน โดยแว่นตาจะส่งสัญญาณอินฟราเรดเพื่อ
14 ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543) ผู้ใช้สามารถเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายเพื่อ
15 ได้ต่อกับเทคโนโลยีผ่านอุปกรณ์เสริม เช่น ถู่มือรับรู้ และ คอนโทรลเลอร์ที่ใช้มือถือ เป็นต้น

16 ปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนรูปแบบที่ 3 ถูกพัฒนามากที่สุด เพราะสามารถ
17 ตอบสนองต่อการทำงานที่มีความหลากหลาย ซับซ้อนและตอบสนองต่อการสร้างปฏิสัมพันธ์ด้วย
18 ประสาทสัมผัสทั้งห้า



20
21
22 **ภาพที่ 1** เกม Second Life ตัวอย่างของ
23 Non-Immersive VR
24 ที่มา <http://www.en.wikipedia.org>



25
ภาพที่ 2 เกม Doom and Quake ตัวอย่าง
ของ Semi-Immersive VR
ที่มา <http://www.legitreviews.com>



1

2
3 **ภาพที่ 3** รถไฟเหาะเสมือนจริง ตัวอย่างของ Fully-Immersive VR

4 ที่มา <http://www.news.samsung.com>

5

6 **บทบาทของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน**

7 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนถูกคิดค้นและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และเข้ามามีบทบาทต่อ
8 การพัฒนา และสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และกระบวนการทำงาน ตลอดจนการศึกษา ค้นคว้าทางด้าน
9 วิทยาศาสตร์มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านอุตสาหกรรมเกม การท่องเที่ยว การศึกษา และ
10 การแพทย์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

11 1. ด้านอุตสาหกรรมเกม

12 ประเทศผู้นำด้านอุตสาหกรรมประเภทเกม เช่น สหรัฐอเมริกา เกาหลี และญี่ปุ่น พัฒนา
13 เกมโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสร้างโลกจินตนาการในเกมซึ่งผู้เล่นสามารถสัมผัส
14 สภาพแวดล้อมในเกม รับรู้และมีส่วนร่วมร่วมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ตลอดจนสามารถสร้างตัวแทน
15 หรือตัวอวตารซึ่งเป็นตัวละครในเกมที่เสมือนกับมีชีวิตจริง เกมเสมือนจริงถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง
16 เช่น เกม Trials on Tatooine ของสตาร์วอล และเกมบล็อกส์เวิลด์ Minecraft เป็นต้น อย่างไรก็ตาม
17 ก็ตามความสมจริงของเกมในแง่มุมมองอาจส่งผลทางด้านจิตวิทยาต่อผู้เล่นเกม เช่น ฉากยิงต่อสู้ของ
18 เกม GTA (Grand Theft Auto) อาจทำให้ผู้เล่นบางคนรู้สึกกลัว เป็นต้น

19 2. ด้านการศึกษา

20 สถาบันและองค์กรด้านการศึกษาเริ่มนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาประยุกต์ใช้ในการ
21 การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุตามเป้าหมายที่
22 กำหนด ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนด้านการศึกษา เช่น การออกแบบ
23 ห้องเรียนสามมิติ (กิตานันท์ มลิทอง, 2543) การชมพื้นผิวดาวอังคารผ่านวิดีโอ 360 องศา ของ
24 องค์กร NASA, การจำลองการฝึกบิน, การทดสอบปฏิบัติการทางอากาศ และการทดลองทาง
25 วิทยาศาสตร์ ในอนาคตหากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนพัฒนาไปสู่จุดสูงสุด อุปกรณ์รองรับการ
26 ทำงานมีประสิทธิภาพสูงและราคาไม่แพง สถาบันการศึกษาสามารถนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาสร้าง
27 สื่อการเรียนการสอนและสร้างห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์เสมือนจริง เพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน
28 อย่างสูงสุด

3. ด้านการท่องเที่ยว

หน่วยงานและองค์กรที่มีส่วนสนับสนุนการท่องเที่ยวเริ่มนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาประกอบการเล่าเรื่องเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์ และจำลองสภาพแวดล้อมทางชีววิทยา ผู้เข้าชมสามารถสัมผัสและรับรู้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าวได้โดยตรง ประเทศไทยริเริ่มนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในพิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง โดยการสร้าง DINO VR หรือ Virtual Reality ตะลุยโลกล้านปี พิพิธภัณฑ์ไดโนเสาร์ภูเวียง

นอกจากนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนและการบริหารการท่องเที่ยว เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการเลือกมุมมองและการจำลองความเปลี่ยนแปลงตามความต้องการได้ทันที ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ประเทศอิตาลีใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนจำลองการสร้างถนน 2 สายผ่านสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ และประเทศนอร์เวย์สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงของศูนย์รวมการเดินทางที่คล้ายคลึงกับ Second Life (SL) (อ้างใน สยมล วิทยานรटना, 2554)

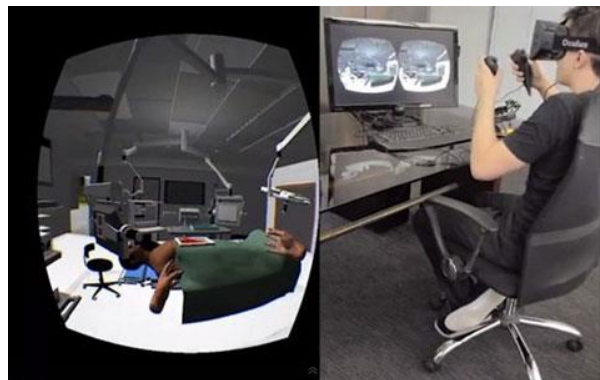
4. ด้านการแพทย์

แพทย์และศัลยแพทย์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการจำลองการเดินสำรวจผ่านทางสมอง เพื่อซ้อมการผ่าตัดผ่านทางคนไข้เสมือนก่อนที่จะทำการผ่าตัดจริง โดยการเรียนจะใช้เครื่องมือจริงในการผ่าตัดกับหุ่นจำลองพลาสติกโดยอยู่ในโลกเสมือนจริง (กิดานันท์ มลิทอง. 2543) นอกจากนี้ยังมีการนำเทคโนโลยีกล้อง Microscope กับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการผ่าตัดหรือการศัลยกรรมความงาม เพื่ออำนวยความสะดวกในการผ่าตัดด้วยระยะภายในร่างกายที่ยากต่อการเข้าถึงและสามารถช่วยลดความเจ็บปวดหลังการผ่าตัด (นภาพร อินทรีย์ และ เศรษฐพงศ์ มะลิสุวรรณ, 2551)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง เพื่อรองรับการทำงานในด้านต่างๆ อาทิ การพัฒนาเกม, การศึกษา การท่องเที่ยว และการแพทย์ ซึ่งหลายข้อจำกัดทางกายภาพ การเดินทาง ระยะเวลา และลดความเสี่ยงในการปฏิบัติการด้านเคมี และชีววิทยา



ภาพที่ 4 นักบินอวกาศ NASA ฝึกบินโดยในยานอวกาศเสมือนจริง
ที่มา <http://www.nasa.gov>



ภาพที่ 5 แวนตา VR และห้องผ่าตัดจำลอง
ที่มา <http://www.fatducktech.com>

1 **ข้อดีและข้อเสียของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน**

2 ข้อดี

- 3 1. ลดความเสี่ยงของการฝึกปฏิบัติหรือการฝึกอบรมที่มีความเสี่ยงสูง เช่น งานด้าน
4 อากาศยาน, การบิน, การแพทย์ และการก่อสร้าง เป็นต้น
5 2. เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ทั้งในแง่การฝึกปฏิบัติภายใต้สถานการณ์ที่มี
6 ความสมจริงและการเรียนรู้ในลักษณะทฤษฎีเชิงสัมผัสได้ คือ การสัมผัสวัตถุหรือสภาพแวดล้อม
7 เสมือนจริงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน
8 3. ลดระยะเวลาในการเดินทางไปยังสถานที่จริงซึ่งอาจอยู่ห่างไกล
9 4. สามารถจำลองวัตถุหรือโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมที่มีความสมจริงและแสดงภาพใน
10 มุมมองที่หลากหลายซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการออกแบบและกระบวนการต่าง ๆ

11 ข้อเสีย

- 12 1. การปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในระยะเวลาที่ยาวนานอาจส่งผล
13 กระทบต่อการทำงานของระบบกล้ามเนื้อและประสาท โดยเฉพาะอย่างยิ่งตาซึ่งต้องจับจ้องวัตถุเป็น
14 ระยะเวลาที่ยาวนานจนอาจเกิดความผิดปกติทางสายตา เช่น ไม่สามารถจับโฟกัสได้ เป็นต้น นอกจากนี้
15 อาจเกิดอาการปวดหัว และเวียนศีรษะซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของผู้ใช้ อย่างไรก็ตามยังไม่มี
16 งานวิจัยที่สรุปว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนส่งผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาว (ไทยแวร์, 2559)
17 2. ผู้ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเป็นประจำและยาวนานอาจมีปัญหาทางด้าน
18 จิตวิทยาเกี่ยวกับการใช้ชีวิตในสังคมซึ่งเป็นโลกของความเป็นจริง เนื่องจากเกิดความเคยชินกับการ
19 ปฏิสัมพันธ์กับโลกเสมือนจริงซึ่งสถานการณ์บางอย่างไม่ได้เกิดขึ้นในชีวิตจริง
20 3. ความสมจริงของสถานการณ์บางอย่างที่ถูกสร้างขึ้นในโลกเสมือนจริง เช่น ฉากยิงต่อสู้
21 ในเกม เป็นต้น อาจส่งผลให้ผู้ใช้บางคนเกิดความรู้สึกกลัว และอาจมีส่วนชักนำให้เด็กและเยาวชนเกิด
22 ความรู้สึกหมกมุ่นกับความอยากเอาชนะและการทำลายชีวิตผู้อื่น จนไม่สามารถแยกแยะผิดชอบชั่วดี
23 ซึ่งส่งผลต่อการแสดงออกทางด้านพฤติกรรมที่มีความก้าวร้าว รุนแรง และทำร้ายผู้อื่น จนกลายเป็น
24 ภัยต่อสังคม

25
26 **บทสรุป**

27 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมิใช่เป็นเทคโนโลยีใหม่ หากแต่เป็นเทคโนโลยีที่ถูกคิดค้น
28 วิจัย และพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เสริมถูกพัฒนาและเติบโตควบคู่กับการพัฒนา
29 ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุดประสงค์สำคัญของเทคโนโลยี คือ การจำลองสถานการณ์เสมือน
30 จริงซึ่งผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า โดยใช้อุปกรณ์เสริม
31 เช่น จอภาพสวมศีรษะ และถุงมือรับรู้ เป็นต้น ปัจจุบันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมีบทบาทใน
32 ด้านต่างๆ มากมาย ได้แก่ ด้านอุตสาหกรรมเกม, การศึกษา, การท่องเที่ยวและการแพทย์ ในแง่
33 การเปลี่ยนแปลงกระบวนการและการส่งเสริมการทำงานของหน่วยงานและองค์กร แม้ว่าเทคโนโลยี
34 ความเป็นจริงเสมือนอาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ในแง่จิตวิทยา แต่นับได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาท
35 สำคัญในการสร้างความเปลี่ยนแปลงให้แก่วงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

- 1 เอกสารอ้างอิง
- 2 กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณ
- 3 การพิมพ์.
- 4 ไทยแวร์. (2559). Virtual Reality โลกเสมือนจริงที่กำลังเข้ามาอยู่ในชีวิตจริง. [ออนไลน์],
- 5 เข้าถึงได้จาก: <http://news.thaiware.com/7740.html>. (6 มิถุนายน 2559).
- 6 นภาพร อินทรีย์ และ เศรษฐพงศ์ มะลิสุวรรณ. (2551). ระบบเสมือนจริง (Virtual Reality
- 7 System - VR). [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: [http://www.nextproject.net/contents/](http://www.nextproject.net/contents/default.aspx?00100)
- 8 [default.aspx?00100](http://www.nextproject.net/contents/default.aspx?00100). (6 มิถุนายน 2559).
- 9 สยมล วิทยานรตนา. (2554). ความจริงเสมือน (Virtual Reality) : การนำไปใช้และผลกระทบ
- 10 ด้านการท่องเที่ยว. [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: [http://etatjournal.com/mobile/](http://etatjournal.com/mobile/index.php/menu-read-tat/menu-2011/menu-2011-apr-jun/100-22554-virtual-reality)
- 11 [index.php/menu-read-tat/menu-2011/menu-2011-apr-jun/100-22554-virtual-](http://etatjournal.com/mobile/index.php/menu-read-tat/menu-2011/menu-2011-apr-jun/100-22554-virtual-reality)
- 12 [reality](http://etatjournal.com/mobile/index.php/menu-read-tat/menu-2011/menu-2011-apr-jun/100-22554-virtual-reality). (6 มิถุนายน 2559).
- 13 อนันตชัย จินดาวัฒน์. (2554). ประวัติศาสตร์โลก (ฉบับสมบูรณ์) World History. กรุงเทพฯ:
- 14 สำนักพิมพ์อียิปซี.
- 15 Albert S Carlin, Hunter G Hoffman and Suzanne Weghorst. (1997). Virtual Reality and
- 16 Tactile Augmentation in the treatment of spider phobia: a case report.
- 17 Behaviour Research and Therapy. 35(2): 153-158.
- 18 Sankar Jayaram, Hugh I Connacher and Kevin W Lyons. (1997). Virtual Assembly Using
- 19 Virtual Reality Techniques. Computer-Aided Design. 29(8): 575 -584.