CH4: VIRTUAL REALITY SYSTEMS

ASSOC. PROF. DR. PINANTA CHATWATTANA

DEPARTMENT OF ELECTRONICS ENGINEERING TECHNOLOGY

CIT, KMUTNB

เนื้อหาบทเรียน

- บทนำ
- องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์
- องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์
- การปฏิสัมพันธ์ผู้ใช้
- บทสรุป

บทนำ

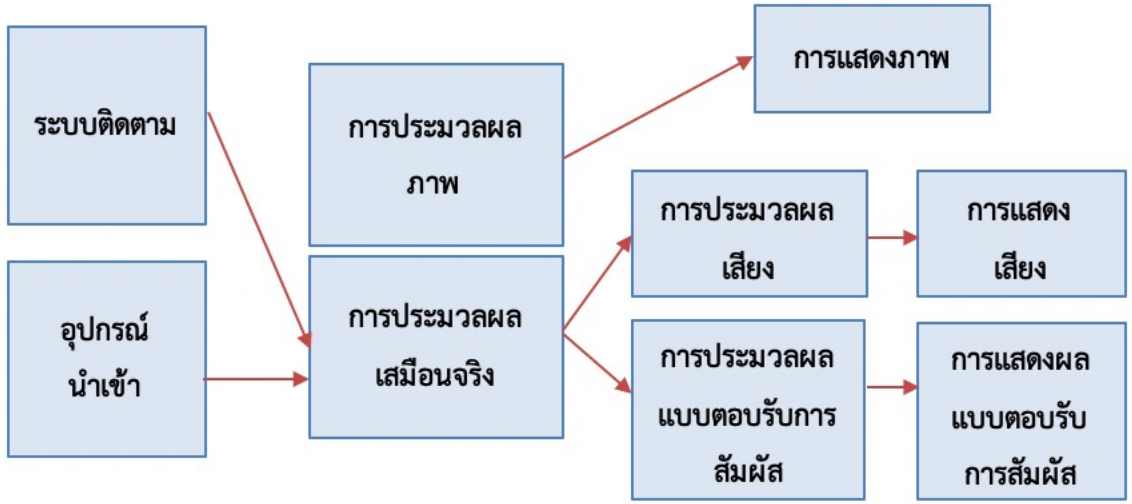
- โลกแห่งความเป็นจริงเสมือน (World Virtual Reality) เป็นโลกที่ผู้ใช้งานจำลองตนเองให้เข้าไปอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมือนของจริงในรูปแบบ 3 มิติ
- โดยผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับสิ่งของหรือสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ผ่านภาพเสมือนจริงที่จำลองขึ้นมาโดยมีอุปกรณ์ความเป็นจริงเสมือนสามมิติเป็นสื่อกลาง
- ในการพัฒนาอุปกรณ์เหล่านี้ให้มีประสิทธิภาพได้นั้นต้องอาศัยระบบความเป็นจริงเสมือนคอยสนับสนุนรวมทั้งองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้การสร้างและพัฒนาเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์

- กลไกการคำนวณ/กลไกทางภาพ (Computer/Graphic Engine)
- การแสดงภาพ (Visual Display)
- การแสดงเสียง (Aural Display)
- การแสดงผลแบบตอบรับการสัมผัส (Haptics Display)
- การแสดงผลแบบรับสัมผัสอื่น ๆ (Other Sensory Display)
- อุปกรณ์นำเข้าและการติดตามข้อมูลผู้ใช้ (Input Device and User Tracking)

COMPUTER/GRAPHIC ENGINE

- กลไกการประมวลผล (Computing Engine) ทำหน้าที่คำนวณพฤติกรรมทางกายภาพของโลกเสมือนจริงและแสดงสถานะของโลกดังกล่าวออกมาในรูปแบบภาพ เสียง สัมผัสและอื่น ๆ
- สิ่งจำเป็นขั้นพื้นฐานที่ระบบการคำนวณต้องมีนั้นประกอบด้วยความสามารถในการคำนวณที่มากพอที่จะคำนวณสถานการณ์จำลองทางฟิสิกส์ของโลกเสมือน การแสดงผลกราฟิกที่เพียงพอจากกลไกทางภาพ วิธีการแสดงเสียงและประสาทสัมผัสอื่น ๆ เช่น ข้อมูลสัมผัส เป็นต้น



ภาพที่ 1 แผนผังการใช้คอมพิวเตอร์หลายเครื่องร่วมกันในระบบความเป็นจริงเสมือน

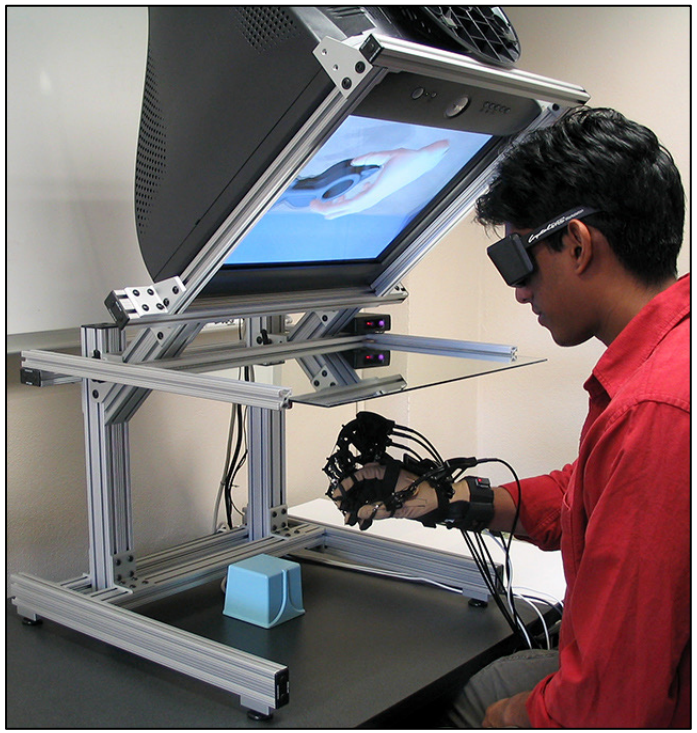
VISUAL DISPLAY

ภาพที่ 2 ตัวอย่างเครื่องมือการแสดงภาพ

- โดยทั่วไปส่วนของการแสดงภาพในการแสดงผลของระบบความเป็นจริงเสมือนมีอิทธิพลมากที่สุดในการออกแบบระบบความเป็นจริงเสมือน
- เนื่องจากระบบแสดงภาพนี้เป็นวิธีการที่สำคัญที่สุดในการสื่อสารกับบุคคลทั่วไป นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการกำหนดระบบความเป็นจริงเสมือนและการใช้งานชุดตัวอย่างการแสดงผลด้วยเช่นกัน
- ชุดตัวอย่างการแสดงภาพแต่ละชนิด อาทิ แบบตั้งอยู่กับที่ขนาดใหญ่ (Large-screen Stationary Display) อาทิ เคฟว์ (CAVE) จอแสดงภาพบนผนัง (Wall Display) และจอแสดงภาพบนโต๊ะ (Table or Desk Display) เป็นต้น
- **ข้อดี** คือครอบคลุมขอบเขตการมองเห็น และลดจำนวนอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ผู้ใช้งานต้องสวมใส่
- **ข้อเสีย** คือมุมมองของโลกเสมือนจริงที่ไม่สมบูรณ์ โดยพิจารณาจากขอบเขตการมองเห็น ค่าใช้จ่ายและความยากลำบากในการซ่อนโลกแห่งความจริงเอาไว้

VISUAL DISPLAY

- ตัวอย่างอุปกรณ์แสดงผลภาพอีกชนิดหนึ่ง **คือ อุปกรณ์แสดงภาพบนศีรษะ หรือ Head-based Display (HBD)** และ **จอแสดงภาพแบบดั้งเดิมที่เรียกกันว่า บูม (Binocular Omni-Orientation Monitor (BOOM)**
- **ข้อดี** คือผู้ใช้สามารถหันศีรษะเพื่อดูทิศทางต่าง ๆ ในโลกจริงได้ ซึ่งถือเป็นขอบเขตการมองเห็นแบบ 100% และมีราคาถูกกว่าจอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่
- **ข้อเสีย** คือผู้ใช้จะสัมผัสได้ถึงความหน่วงแฝงในระบบความเป็นจริงเสมือนและอาจจะรู้สึกคลื่นไส้หรือปวดหัวได้ ด้วยเหตุผลนี้ทำให้เกิดข้อจำกัดเรื่องเวลาในการปฏิสัมพันธ์



ภาพที่ 3 จอภาพสวมศีรษะ

(ที่มา: https://vrlab.cmix.louisiana.edu/projects/interaction-techniques/)

VISUAL DISPLAY

ภาพที่ 4 อุปกรณ์แสดงผลความเป็นจริงเสมือนแบบตั้งโต๊ะหรือฟิชแทงก์วีอาร์
(ที่มา: https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/stereoscopic-display)

- ตัวอย่างอุปกรณ์แสดงผลภาพอีกชนิดหนึ่ง คือ อุปกรณ์แสดงผลความเป็นจริงเสมือนแบบตั้งโต๊ะ (Desktop VR Display) หรือที่เรียกกันว่า **ฟิชแทงก์วีอาร์ (Fishtank VR)**
- มีลักษณะเป็นจอคอมพิวเตอร์ทั่วไปที่มีความสามารถแสดงผลแบบสเตอริโอกราฟิก นั่นคือเมื่อผู้ชมหันไปทางซ้ายหรือขวา จะเห็นภาพของปลาในมุมมองที่แตกต่างกัน ซึ่งคล้ายกับการมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ในโลกเสมือนจริง
- **ข้อดี** คือราคาไม่แพงและใช้ต้นทุนไม่สูงเมื่อเทียบกับ 2 ชิ้นแรก
- **ข้อเสีย** คือมีข้อจำกัดเรื่องขอบเขตภาพและขอบเขตการมองเห็น

VISUAL DISPLAY

ภาพที่ 5 กล้องสองตา
(ที่มา: http://www.classicoworld.com/product-กล้องส่องทางไกลสองตา KonusVUEBinoculars7x50-252500-1.html)

- ตัวอย่างอุปกรณ์แสดงผลภาพอีกชนิดหนึ่ง คือ **อุปกรณ์แสดงผลความเป็นจริงเสมือนแบบพกพา (Hand-based VR Display)**
- เช่น **กล้องสองตา (Binoculars)** ที่มีหน้าจอขนาดเล็กสองหน้าจอแทนที่จะเป็นเลนส์ทั่วไป กล้องสองตาจะแสดงภาพแบบขยาย (ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์) อย่างต่อเนื่องในทิศทางที่กำหนดและเมื่อผู้ใช้ยกกล้องขึ้นมาก็จะเห็นภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้ว
- **ข้อดี** คือ สะดวกในการพกพา สามารถนำมาใช้เมื่อต้องการได้อย่างทันทีทันใด และเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ
- **ข้อเสีย** คือ มีขอบเขตจำกัดในการแสดงผล

AURAL DISPLAY

- เป็นการนำ**การแสดงเสียง (Aural Display)** มาใช้ในระบบความเป็นจริงเสมือน ถือเป็นวิธีการที่ดีที่จะพัฒนา
- ประสบการณ์โดยการเพิ่มต้นทุนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การแสดงเสียงไม่เหมือนกับการแสดงภาพตรงที่ไม่สามารถนำเสนอในรูปแบบการแยกเสียงได้ นั่นคือ เราไม่สามารถแยกเสียงได้ เหมือนกับการแยกภาพ
- อุปกรณ์แสดงเสียงที่รู้จักกันดี คือ **ลำโพง (Loudspeaker)** และ **หูฟัง (Headphone)**
- ต้นทุนของอุปกรณ์แสดงเสียงส่วนใหญ่จะไม่สูงมากเมื่อเทียบกับต้นทุนของระบบความเป็นจริงเสมือนชนิดอื่น ๆ

ภาพที่ 6 อุปกรณ์แสดงเสียง
(ที่มา: https://www.jib.co.th)

HAPTICS DISPLAY

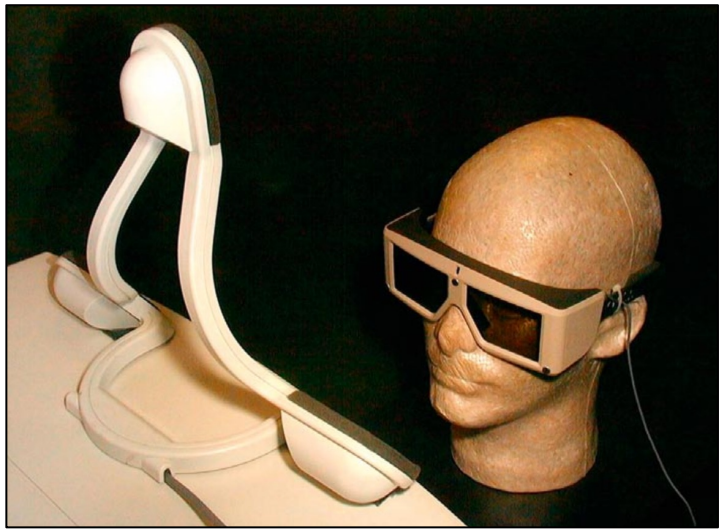
- เป็นการแสดงผลแบบตอบรับการสัมผัสที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประสาทสัมผัส (Sense of Touch)
- การแสดงผลแบบตอบรับการสัมผัส แบ่งออกได้ 2 ประเภท
  - ความรู้สึกจากการสัมผัส (รับรู้ผ่านผิวหนัง) เช่น ลู่วิ่งรอบทิศทาง (Infinadeck)
  - ความรู้สึกจากกล้ามเนื้อและข้อ (รับรู้ผ่านระบบกล้ามเนื้อและระบบโครงกระดูก) เช่น ถุงมือเสมือนจริง หรือ Haptic Glove
- อุปกรณ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ อุปกรณ์แสดงผลแบบตอบรับการสัมผัส (Haptics Display) อุปกรณ์แสดงผลแบบจำกัดพื้นที่ (World-grounded Display) และอุปกรณ์แสดงผลแบบจำกัดบุคคล (Self-grounded Display) เป็นต้น

OTHER SENSORY DISPLAY

- เป็นการแสดงผลแบบรับสัมผัสอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น (การคำนวณ ภาพ เสียง สัมผัส)
- ตัวอย่างอุปกรณ์การแสดงผลแบบรับสัมผัสอื่น ๆ เช่น การรับรู้การทรงตัว (Vestibular Sense) โดยรูปแบบการรับรู้การทรงตัวที่รู้จักกันดีที่สุด คือ แพลตฟอร์มเคลื่อนไหว (Motion Platform)
- ในกรณีของการจำลองการบินผู้ใช้จะนั่งภายในห้องนักบินที่ติดตั้งกับแพลตฟอร์มดังกล่าว อาจมีการติดตั้งจอแสดงภาพบนแพลตฟอร์มและบางครั้งมีการฉายภาพลงบนโดมขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นผ่านหน้าต่างห้องนักบินได้ เมื่อมีการเอียงแพลตฟอร์มเคลื่อนไหวนักบินจะสามารถรับรู้ได้ว่าเครื่องบินเอียง หันและหมุนเมื่อไรและในลักษณะใด

INPUT DEVICE AND USER TRACKING

- เป็นอุปกรณ์นำเข้าและการติดตามข้อมูลผู้ใช้ เช่น ตัวตรวจจับตำแหน่ง ระบบติดตามเชิงกล และระบบติดตามแบบอัลตราโซนิก เป็นต้น
- **ระบบติดตามแบบอัลตราโซนิก (Ultrasonic Tracking System)** เป็นระบบที่ใช้ชุดเครื่องแปลงสัญญาณ เครื่องส่งสัญญาณ (ลำโพง) และเครื่องรับ (ไมโครโฟน) ที่ส่งผ่านสัญญาณจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เมื่อทำการวัดเวลาที่สัญญาณจะมาถึงจะสามารถคำนวณโดยใช้ความเร็วเสียงระยะห่างระหว่างคู่ของตัวแปลงสัญญาณ



ภาพที่ 7 ระบบติดตามแบบอัลตร้าโซนิก
(ที่มา: Alan, William & Jeffrey, 2009: 20)

องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์

- กฎธรรมชาติ/รหัสการจำลองโลกเสมือน (Laws of Nature/Simulation Code)
- ไลบรารีการเพิ่มพื้นผิว (Rendering Library)
- ไลบรารีความเป็นจริงเสมือน (VR library)
- ซอฟต์แวร์สนับสนุน (Ancillary Software)
- ทั้ง 4 องค์ประกอบนี้เน้นงานให้ออกมามีความเสมือนจริงด้วยการใช้ซอฟท์แวร์

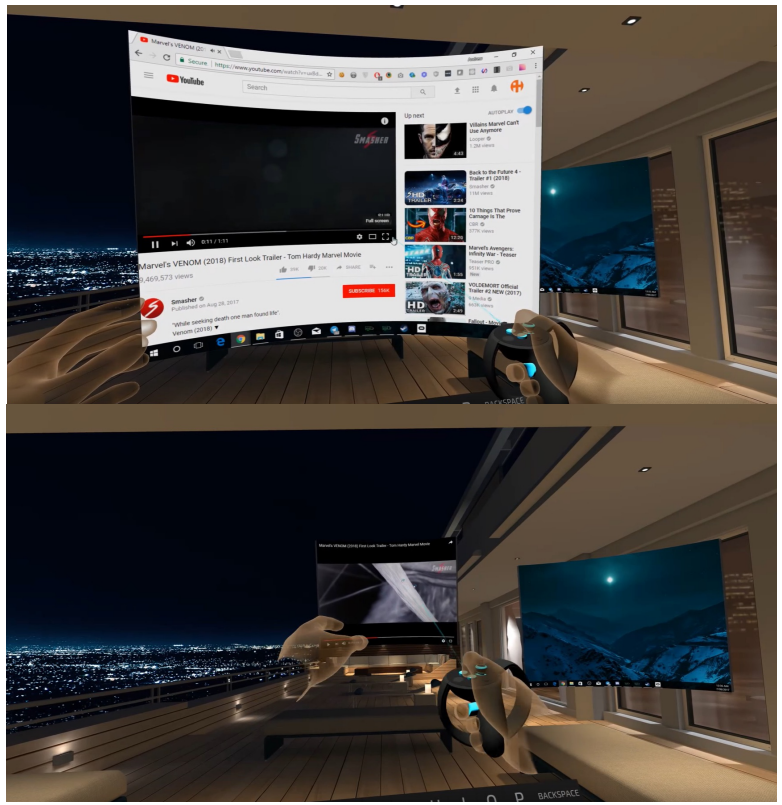
ภาพที่ 8 ประยุกต์ใช้จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่ด้วยการใช้กฎพื้นฐานแบบไม่สมจริงในการควบคุมโลกแฟนตาซี (ที่มา: https://github.com/steven-king/660-storytelling-vr/wiki/EmergingTech:-The-CAVE)

การปฏิสัมพันธ์จากผู้ใช้

- รูปแบบการปฏิสัมพันธ์แบบใหม่สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท
  - **การปฏิสัมพันธ์โดยตรง (Direct Interaction)** เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่ผู้ใช้ได้เข้าถึงโลกเสมือนจริงโดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์ใดเป็นสื่อกลาง โดยเป็นวิธีที่สามารถเลียนแบบการควบคุมในโลกแห่งความเป็นจริงได้ดีที่สุด
  - **การปฏิสัมพันธ์ทางกายภาพ (Physical Interaction)** คือการปฏิสัมพันธ์ที่ป้อนเข้าสู่โลกเสมือนผ่านอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล (Input Device) ที่ผู้ใช้สัมผัสจริง อุปกรณ์ทางกายภาพที่ใช้มากที่สุด ได้แก่ เมาส์และแป้นพิมพ์ พวงมาลัย ถุงมือรับสัมผัส

ภาพที่ 9 ตัวอย่างการควบคุมยานพาหนะโดยใช้อุปกรณ์ทางกายภาพในการปฏิสัมพันธ์กับโลกเสมือนจริง (ที่มา: http://www.quickpconline.com/pc/gaming/msi-vr-one-gaming-backpack-pc-preview/)

การปฏิสัมพันธ์จากผู้ใช้



ภาพที่ 10 ตัวอย่างการปฏิสัมพันธ์นำเข้าข้อมูลแบบเสมือน
(ที่มา: https://www.youtube.com/watch?v=FGR1A9LHf68)

- **การปฏิสัมพันธ์นำเข้าข้อมูลแบบเสมือน (Virtual Input Interaction)** คือ การปฏิสัมพันธ์ที่อุปกรณ์ที่ผู้ใช้ปฏิสัมพันธ์ด้วยเป็นส่วนหนึ่งของโลกเสมือนจริง เช่น ปุ่มเสมือน (Virtual Button) เป็นต้น
- **การปฏิสัมพันธ์ผ่านตัวแทน (Agent Interaction)** เช่น ในการเดินทางผ่านโลกของระบบสุริยะจักรวาล ผู้ใช้อาจเอ่ยชื่อดาวเคราะห์และจากนั้นจะถูกนำขึ้นไปสู่วงโคจรรอบดาวเคราะห์ที่ระบุไว้

การปฏิสัมพันธ์จากผู้ใช้

- นอกจากรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทั้ง 4 ที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีรูปแบบการปฏิสัมพันธ์อีก 3 ประเภทกว้าง ๆ ซึ่งใช้กันโดยทั่วไปในประสบการณ์ความเป็นจริงเสมือนคือ การเลือก (Selection) การดำเนินการควบคุม (Perform Manipulations) และการเดินทาง (Travel) เป็นต้น
- **การเลือก (Making Selections)** คือการเลือกวัตถุที่จะกระทำหรือเลือกทิศทางที่จะไป วิธีการที่หลากหลายในการระบุทิศทางที่ต้องการ จากตำแหน่งบนร่างกายผู้ใช้บางส่วน เช่น การใช้นิ้วชี้ การจ้องด้วยตา หรือหันไปทางใดทางหนึ่งด้วยลำตัว เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถระบุทิศทางโดยใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น คันโยกควบคุมการเคลื่อนที่หรือจอยสติ๊ก (Joystick)) หรือพวงมาลัย (Steering Wheel) เป็นต้น

การปฏิสัมพันธ์จากผู้ใช้

- **การดำเนินการควบคุม (Perform Manipulations)** เช่น การเคลื่อนย้ายกล่องอาจทำได้โดยการสัมผัสหรือชี้ไปที่กล่อง การกดปุ่ม และการขยับมือที่สัมผัสแบบเสมือนกับกล่อง เป็นต้น
- **การนำทาง (Navigation)** แบ่งออกเป็น 2 ประเภทย่อย ๆ คือ การท่องหรือการเดินทาง (Travel) และการค้นหาทิศทาง (Wayfinding) ดังนั้นการเดินทาง (Travel) คือการควบคุมการเคลื่อนไหว เช่น การเดินหรือการควบคุมการบิน และการค้นหาทิศทาง โดยเป็นการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับโลกเพื่อกำหนดทิศทางและความเร็วในการเดินทาง

บทสรุป

- **องค์ประกอบของระบบความเป็นจริงเสมือน**
  - **องค์ประกอบทางด้านฮาร์ดแวร์** ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในระบบความเป็นจริงเสมือน ประกอบด้วย อุปกรณ์แสดงผล (Display Devices) อุปกรณ์นำเข้า (Input Devices) รวมทั้งคอมพิวเตอร์ที่รองรับการสร้างแบบจำลองและการสร้างโลกเสมือนจริง
  - **องค์ประกอบทางด้านซอฟต์แวร์** ซอฟต์แวร์ดังกล่าวอาจเป็นประเภทไลบรารีระดับต่ำเพื่อจำลองเหตุการณ์แสดงภาพ เชื่อมต่อกับอุปกรณ์นำเข้าและอุปกรณ์ในการแสดงผล
  - **การปฏิสัมพันธ์จากผู้ใช้** ประกอบด้วย การปฏิสัมพันธ์โดยตรง การปฏิสัมพันธ์ทางกายภาพ การปฏิสัมพันธ์นำเข้าข้อมูลแบบเสมือน การปฏิสัมพันธ์ผ่านตัวแทน

LECTURER

รองศาสตราจารย์ ดร.พินันทา ฉัตรวัฒนา

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (แขนงวิชาการกระจายเสียงวิทยุและโทรทัศน์)

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

- โทรศัพท์ 02-5552000 ext. 6330
- Website : pinantac.staff.kmutnb.ac.th
- Email : pinanta.c@cit.kmutnb.ac.th

กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้

- ให้นักศึกษายกตัวอย่างอุปกรณ์เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนที่ผู้ใช้งานสามารถปฏิสัมพันธ์ได้ มา 10 ชิ้นพร้อมทั้งอธิบายว่าใช้ประสาทสัมผัสทางใดของร่างกายในการปฏิสัมพันธ์ (ตา หู จมูก ปาก กายสัมผัส)
  - ยกตัวอย่าง เคฟว์ ใช้ประสาทสัมผัสทางตาในการรับชม