

จำลองการปั่นจักรยานบนความจริงเสมือนด้วยอาตุน้ร่วมกับฐานข้อมูลเรียลไทม์

A Virtual Reality Cycling Simulation with Arduino and Real-Time Database

บัญญัติ พูลสวัสดิ์

สาขาการออกแบบเชิงโต้ตอบ และการพัฒนาเกม

วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนด์ เอ็นเตอร์เทนเมนต์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210

E-mail: banyapon.poo@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการจำลองการปั่นจักรยานผ่านความจริงเสมือนผ่านอุปกรณ์สวมศีรษะร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับระยะทางในงบประมาณที่จำกัด โดยค่าที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจจับระยะทางจะถูกส่งผ่านสัญญาณเครือข่าย Wi-Fi เพื่อให้กราฟิกและระบบของเครื่องประมวลผลเกม Unity3D ทำการประมวลผล ในขั้นตอนสุดท้ายการจำลองการปั่นจักรยานด้วยความจริงเสมือนจะทำให้ผู้ใช้มีสภาพแวดล้อมที่แปลกใหม่ และกระตุ้นให้เกิดการออกกำลังกายผ่านสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

Abstract

The main aim of the paper is to present and implement a virtual reality cycling simulation using low cost head installed on the display cycling devices and additional distance measuring sensors. The data was retrieved from distance measuring sensors which were sent over Wi-Fi to a render graphic and running Unity3D game engine. Ultimately, the virtual reality cycling simulator could provide a thrilling

environment in which people were encouraged to exercise more frequently while helping them to maintain their health and body shape in different versatile environments.

1. บทนำ

เทคโนโลยีความจริงเสมือนหรือ Virtual Reality (VR) เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมในส่วนของ การสร้างประสบการณ์แปลกใหม่แก่ผู้ใช้งานใน ส่วนของการตลาด เช่น อสังหาริมทรัพย์ [1] การแพทย์ [2][3] ธุรกิจการศึกษา [4] ทาง การทหาร จ้างลองการบิน จ้างลองประสบการณ์การเล่นกีฬา [5] ผ่านเนื้อหาที่ปรากฏในรูปแบบของประสบการณ์ของ ความบันเทิง ใกล้เคียงเกมหรือแอนิเมชัน ในงานวิจัยนี้ จึงนำเสนอการพัฒนาและศึกษาขั้นตอนการออกแบบ การจำลองประสบการณ์ทางด้านกีฬา และสุขภาพ ที่ จะทำงานร่วมกับเทคโนโลยีความจริงเสมือนได้อย่างมี ประสิทธิภาพมากที่สุดในงบประมาณที่จำกัด โดย เลือกรูปแบบการปั่นจักรยานที่ต้องใช้การออกกำลังกายและอยู่กับที่มาใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Internet of Things [6] หรือ IoT ทำการส่งสัญญาณด้วยระบบ ตรวจจับระยะทาง เก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่าน

บริการ Firebase Real-Time Database ประมวลผลส่งค่าตัวแปรมายังเครื่องประมวลผลเกมที่ออกแบบสภาพแวดล้อมจำลองไว้ร่วมกับชุดพัฒนา Google VR [7] ผ่านการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยสัญญาณ Wi-Fi เพื่อสร้างการเคลื่อนที่ของจักรยานในเครื่องจำลองไปแสดงผลกราฟิกผ่านอุปกรณ์สวมใส่ศีรษะสำหรับแสดงผลเทคโนโลยีความจริงเสมือนอย่าง Cardboard ให้เกิดประสบการณ์ของสภาพแวดล้อม และระบบที่แปลกใหม่สำหรับผู้ใช้งานขณะกำลังปั่นจักรยาน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบจำลองการสร้างประสบการณ์ของการปั่นจักรยานด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง และอุปกรณ์ตรวจวัดระยะทาง ประมวลผลข้อมูลผ่านฐานข้อมูลเรียลไทม์ และเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงการด้วยงบประมาณที่จำกัดในเรื่องของอุปกรณ์ เนื่องจากรูปแบบของการวิจัยเกี่ยวกับการนำ Internet of Things มาทำงานร่วมกับอุปกรณ์ความจริงเสมือนอย่าง Oculus Rift หรือ HTC Vive [8] มีปรากฏอยู่ซึ่งเป็นชุดงานวิจัยที่ต้องลงทุนหรืองบประมาณที่ค่อนข้างสูงทั้งอุปกรณ์สวมใส่ Head Mount Devices (HMD) และราคาของคอมพิวเตอร์เดสก์ท็อปที่ใช้ประสิทธิภาพของหน่วยประมวลผลกราฟิกที่ค่อนข้างสูง [9] ทั้งส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล และอุปกรณ์ VR Headset แบบเน้นประสิทธิภาพที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยอื่นจากเหตุผลข้างต้นในเรื่องของการทำงานที่ใกล้เคียงกันในราคาที่ต่ำกว่าจึงเป็นที่มาของการประยุกต์แนวคิดในการใช้อุปกรณ์สวมใส่ราคาต่ำอย่าง VR

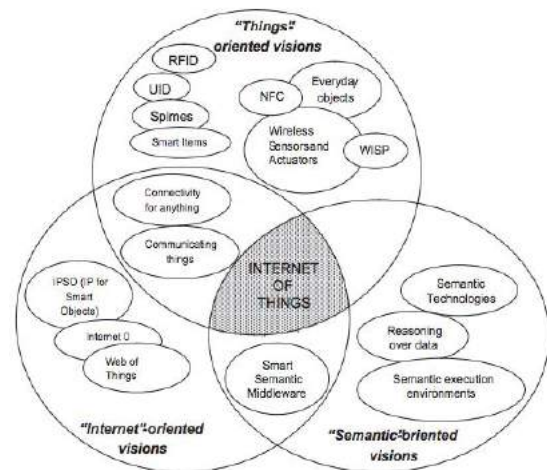
Goggles Cardboard ร่วมกับ Internet of Things ทำงานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรับ-ส่งข้อมูลด้วยฐานข้อมูลเรียลไทม์เป็นตัวกลางอย่าง Firebase ซึ่งเป็นการใช้งบประมาณของโครงการค่อนข้างต่ำ

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things)

Internet of Things คือเครือข่ายของสิ่งที่เป็นตัวตนจับต้องได้หรือสรรพสิ่ง (“Things”) ที่มี

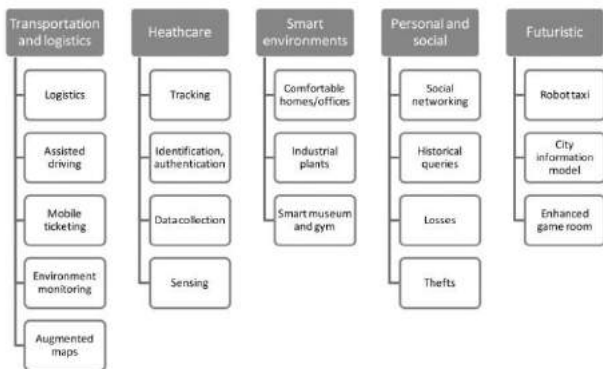
สิ่งประดิษฐ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ตรวจจับทางกายภาพ และซอฟต์แวร์แบบฝังตัวในเทคโนโลยีทำการเชื่อมต่อถึงกันเพื่อเพิ่มประโยชน์และคุณค่าของบริการ หรืออุตสาหกรรม ผ่านแนวคิดที่ปรากฏในรูปที่ 1 สรรพสิ่งถูกเชื่อมโยงให้ติดต่อเข้าหากันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และผู้ใช้งานสามารถสั่งการควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เช่นกัน [10][11]



รูปที่ 1 แนวคิดของการเชื่อมโยงสรรพสิ่งของ Internet of Things

องค์ประกอบของ Internet of Things หรือ IoT จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบทั้งหมด 3 ส่วนคือ

อุปกรณ์เครือข่าย การสื่อสาร และการประมวลผล [12] จากองค์ประกอบทั้งหมดเป็นหัวใจหลักที่ทำให้ Internet of Things มีความจำเป็นที่จะต้องมีส่วนของการเขียนโปรแกรมผ่านซอฟต์แวร์ให้สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับหลายชนิดให้ส่งข้อมูลในรูปแบบของตัวเลขผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือโทรคมนาคม สำหรับข้อมูลตัวเลขที่ได้จาก Internet of Things ผู้พัฒนาเทคโนโลยีจะมีวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลตัวเลขมาวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ต่อธุรกิจและอุตสาหกรรมที่ต้องการประยุกต์ใช้งาน ในปัจจุบัน Internet of Things เริ่มมีบทบาทและมีความสำคัญในธุรกิจและอุตสาหกรรมหลายประเภท เกิดเป็นแอปพลิเคชันมากมาย [13] ดังปรากฏตามรูปที่ 2

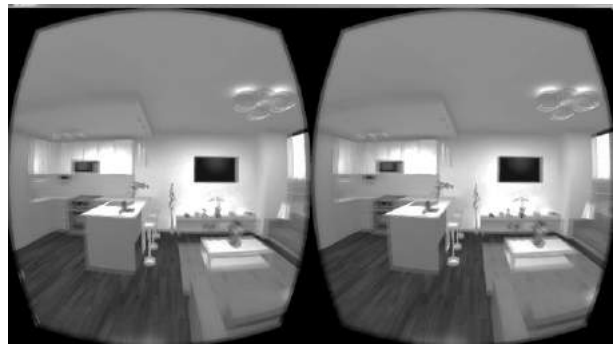


รูปที่ 2 IoT ที่ปรากฏในหลากหลายประเภทอุตสาหกรรม

3.2 ความจริงเสมือน (Virtual Reality)

ความจริงเสมือนคือรูปแบบกลไกการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนที่เรียกว่า Virtual Environment ที่สร้างขึ้นจากสื่อดิจิทัลประเภทกราฟิก 3 มิติผ่านการประมวลผลผ่านระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้บริเวณเนื้อหาผ่านการสวมใส่อุปกรณ์แสดงผลหรือ Virtual Reality Devices ที่ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนมุมมองของสภาพแวดล้อมเสมือนได้อย่างอิสระ อีกทั้งสามารถโต้ตอบผ่านการปฏิสัมพันธ์กับ

วัตถุ หรือ แบบจำลอง 3 มิติที่สร้างขึ้นภายในสภาพแวดล้อมเสมือนได้ตามคำสั่ง และเงื่อนไขที่ผู้พัฒนาได้พัฒนาขึ้นผ่านชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์ร่วมกับอุปกรณ์ควบคุม เช่น แท่นควบคุมเกม เม้าส์ หรือถุมือสำหรับอุปกรณ์ความจริงเสมือนที่เคยปรากฏในตัวอย่างการจำลองทางการแพทย์[14] และในปัจจุบันได้มีการนำประสบการณ์รูปแบบเกมไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจอื่นดังรูปที่ 3 เช่น อสังหาริมทรัพย์, นาโนเทคโนโลยี และการบิน เป็นต้น

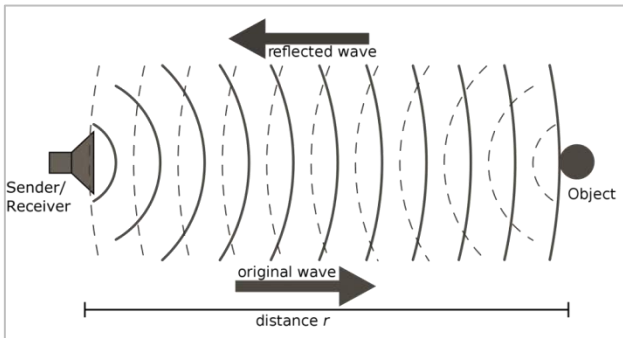


รูปที่ 3 ตัวอย่างความจริงเสมือนในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์

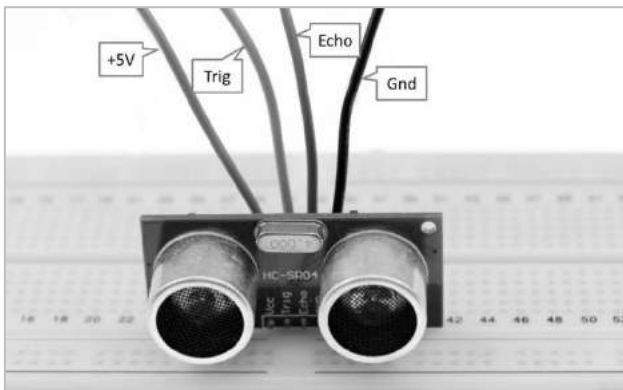
3.3 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะทาง

HC-SR05 Ultrasonic Sensor Distance Measuring Module เป็นอุปกรณ์ประเภทเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุและวัดระยะทางแบบไม่ต้องสัมผัสกัน [15] อาศัยการนำข้อมูลผ่านคลื่นเสียงความถี่สูงเกินกว่าการได้ยินของมนุษย์ที่เรียกว่าคลื่นอัลตราโซนิก วัดระยะได้ตั้งแต่ 2-400 เซนติเมตร หรือ 1-156 นิ้ว หลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางจะจับตำแหน่งวัตถุด้วยเสียงคล้ายการส่งสัญญาณโซนาร์ของค้างคาวตามรูปที่ 4 โดยจะประกอบไปด้วยตัวรับ-ส่ง อัลตราโซนิก ตัวส่งจะส่งคลื่นความถี่ 40 kHz ออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 346 เมตรต่อ

วินาที และตัวรับจะคอยรับสัญญาณที่สะท้อนกลับ จากวัตถุ



รูปที่ 4 รูปแบบการทำงานการส่งคลื่นเสียงอัลตราโซนิก
จับวัตถุเพื่อวัดระยะทาง



รูปที่ 5 HC-SR04 Ultrasonic Sensor Distance Measuring
Module

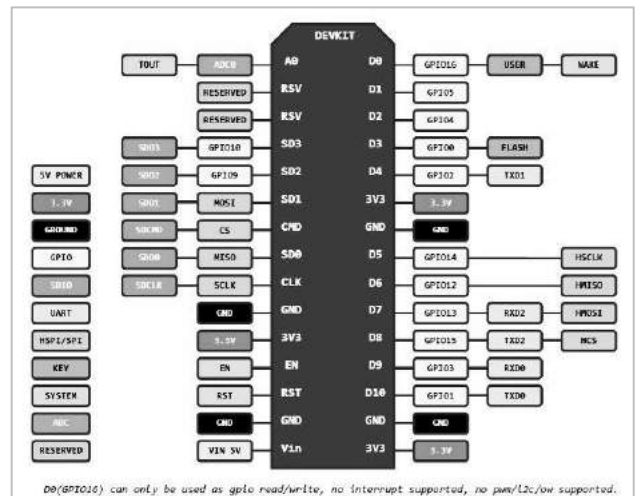
เมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นเวลาที่ใช้
ในการเดินทางไป-กลับ (τ) ก็จะสามารถคำนวณหา
ระยะห่างของวัตถุ (S) ได้จาก ดังสมการที่ 1 [15]

$$S = 346 * 0.5\tau \quad (1)$$

3.4 ชุมพัฒนา Node MCU

Node MCU คือแพลตฟอร์มสำหรับการ
ออกแบบและพัฒนา Internet of Things โดยประกอบ
ไปด้วย ชุมพัฒนาโปรแกรม และ Firmware ที่เป็นรหัส
เปิดหรือ Open source ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์
อย่าง Arduino โดยจุดเด่นคือการฝังโมดูลการทำงาน

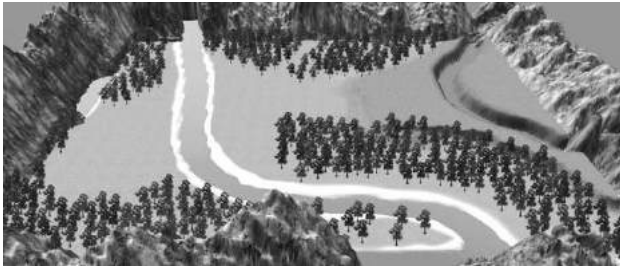
ของ Wi-Fi ที่เรียกว่า ESP8266 [16] สำหรับเชื่อมต่อ
กับสัญญาณอินเทอร์เน็ตได้โดยตรง เพียงแค่เปิดการ
ใช้งานคุณสมบัติ และประกาศ Library ของ
ESP8266 ร่วมกับการเขียนโปรแกรมภาษา C ซึ่ง
คุณสมบัติของการฝังโมดูลทำงานผ่านอินเทอร์เน็ตนี้
เป็นจุดเด่นที่ทำให้ Node MCU ได้รับความนิยมใน
การประยุกต์ใช้กับโครงการในปัจจุบัน



รูปที่ 6 โครงสร้าง GPIO ของ Node MCU

3.5 เครื่องประมวลผลเกม Unity Game Engine

เครื่องประมวลผลเกม เป็นซอฟต์แวร์รูปแบบ
หนึ่งที่มีกรอบการทำงานภายในที่ถูกออกแบบไว้
สำหรับการพัฒนาเกมทั้งแบบ 3 มิติ และ 2 มิติ
เครื่องประมวลผลเกม Unity 3D เป็น
เครื่องประมวลผลเกมที่ได้รับความนิยมในหมู่
นักพัฒนา และสามารถเรียนรู้การออกแบบ
สภาพแวดล้อม และระดับ (Environment and Level
Design) ได้ผ่านเครื่องมือของตัวเอง ใช้ภาษา
โปรแกรม C# [17] และ นำเข้าส่วนเสริมสำหรับ
ทำงานร่วมกับ Firebase Real-Time Database เพื่อ
รับ-ส่ง ข้อมูลผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบเรียลไทม์

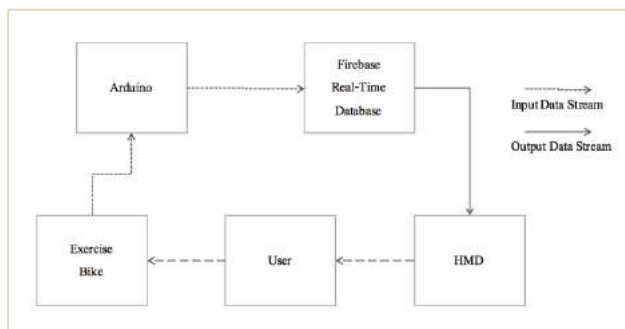


รูปที่ 7 การออกแบบสภาพแวดล้อม และระดับผ่าน
เครื่องมือเครื่องประมวลผลเกม Unity

4. วิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยนี้เพื่อพัฒนาระบบจำลองการสร้างประสบการณ์ของการปั่นจักรยานด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงและอุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางประมวลผลข้อมูลผ่าน ฐานข้อมูลเรียลไทม์ และศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาโครงการด้วยงบประมาณที่จำกัดในเรื่องของอุปกรณ์

4.1 ส่วนประกอบ (Components) ของระบบจำลองประสบการณ์ปั่นจักรยานด้วยความจริงเสมือน



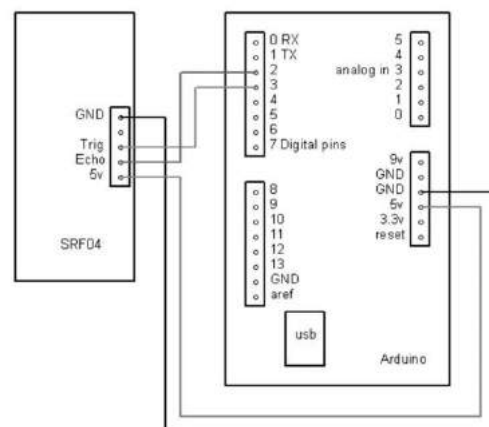
รูปที่ 8 แผนภาพส่วนประกอบของระบบจำลองการปั่นจักรยานด้วยเทคโนโลยีความจริงเสมือน

รูปที่ 8 เป็นรูปแบบแผนภาพการทำงานเบื้องต้นร่วมกันของส่วนประกอบในระบบจำลองการปั่นจักรยานด้วยความจริงเสมือน ผู้ใช้งานจะทำการออกแรงปั่นจักรยานออกกำลังกาย เพื่อส่งค่าตัวแปรเป็นสัญญาณ อนุพัทธ์ที่ประมวลผลผ่านบอร์ด

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Node MCU (ESP8266) ซึ่งค่าตัวแปรจะถูกตรวจวัดมาจากเซ็นเซอร์ทางกายภาพ HC-SR05 ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi ไปยังฐานข้อมูลของ Firebase Real-Time Database เพื่ออัปเดตค่าที่รับแบบเรียลไทม์ผ่านการประมวลผลแบบก้อนเมฆ ข้อมูลที่อยู่บน Firebase จะคอยรับมาประมวลผลผ่านแอปพลิเคชันที่ถูกพัฒนาในรูปแบบความจริงเสมือนด้วย Unity3D ร่วมกับ Google VR ประมวลผลผลการเคลื่อนไหว เพิ่มแรงผลักดัน (Forces) ให้ภาพกราฟิกที่แสดงผลผ่านอุปกรณ์ HMD แสดงค่าการเคลื่อนไหวไปข้างหน้า

4.2 โครงสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดระยะทาง

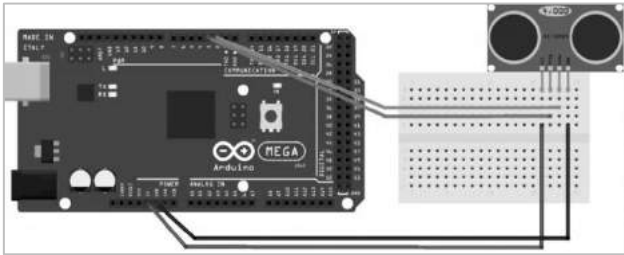
ส่วนของการนำอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะทาง หรือ HC-SR05 Ultrasonic Sensor Distance Measuring Module มาใช้งานร่วมกับบอร์ด Arduino Node MCU (ESP8266) ใช้หลักการของการรับส่งคลื่นอัลตราโซนิก มาประมวลผลส่งค่าตัวแปรทางกายภาพ (Physical) จาก Node MCU



รูปที่ 9 แผนผังวงจร Arduino กับการเชื่อมต่อ HC-SR05

โดยตรงไปยัง Firebase Real-Time Database ผ่านสัญญาณ Wi-Fi หรือ Cellular Power โดยการออกแบบแผนผังของวงจรนั้นจะใช้ระยะระหว่างบันได

จักรยาน กับพื้นที่วางตำแหน่งเซ็นเซอร์ไว้เพื่อส่งค่าระยะทาง

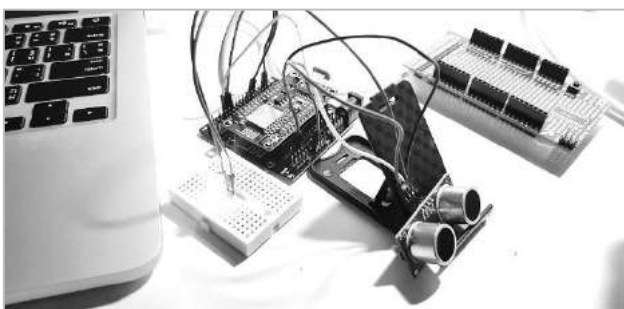


รูปที่ 10 แผนผังวงจร Arduino ผ่านเครื่องมือ Autodesk Circuit จำลองการต่อวงจร

4.3 การติดตั้งระบบ

การติดตั้งระบบโดยการประกอบตัวชุดบอร์ด Arduino Node MCU (ESP8266) เข้ากับชุดของเซ็นเซอร์ HC-SR05 โดยกำหนดค่าระยะของความห่างระหว่างจุดรับเซ็นเซอร์ที่ปล่อยคลื่นอัลตราโซนิกกับส่วนของบันไดจักรยานคำนวณระยะห่างด้วยกฎของระยะทางแบบยูคลิด (Euclidean distance) ดังสมการที่ 2 เพื่อเทียบค่าระยะทางเก็บเข้าตัวแปร distance [17]

$$\begin{aligned}
 d(P, Q) &= d(Q, P) \\
 &= \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2} \\
 &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$



รูปที่ 11 การติดตั้งเพื่อทดสอบระบบการตรวจวัดระยะทาง



รูปที่ 12 การติดตั้งและทดสอบการคำนวณวัดระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์กับบันไดจักรยาน เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Firebase Real-Time Database

ตัวแปร distance ที่ถูกส่งไปยังฐานข้อมูล Firebase Real-Time Database เพื่อเป็นข้อมูลประมวลผลสำหรับเปรียบเทียบในการเขียนโปรแกรมสำหรับเพิ่มแรงเคลื่อนที่ให้กับวัตถุภายในเกม เช่น จักรยานให้เคลื่อนไปข้างหน้าด้วยค่าที่เรียกว่า force หรือ Drag Force เปรียบเสมือนการผลัดกับวัตถุแข็งเกร็ง หรือ Rigid Body ให้เกิดการเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 13 โครงสร้างข้อมูลที่ถูกส่งขึ้นไปยัง Firebase Real-Time Database แบบเรียลไทม์

4.4 การพัฒนาเกมบนเครื่องประมวลผลเกม

ขั้นตอนในการทำงานร่วมกับเครื่องประมวลผลเกมคือการออกแบบสภาพแวดล้อมและระดับด้วย Unity3D ร่วมกับ Google VR SDK โดยมีการทำงานร่วมกับ Firebase Real-Time Database ในส่วนของการอ่านค่าตัวแปร หรือรับค่า

มาประมวลผลโดยการแปลงผลตัวเลขจะถูกนำค่าที่ได้จาก Firebase มาเปรียบเทียบเพื่อเข้าสมการของการกำหนดแรงเคลื่อนที่หรือ Force ในสภาพแวดล้อมจำลองเพื่อเคลื่อนที่ตัว HMD ไปข้างหน้าตามแรงเคลื่อนที่อ้างอิงมาจากตัวเลขที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่องที่รับจาก Firebase และผ่อนเบาลงเมื่อตัวเลขที่รับมานั้นมีค่าลดลงโดยเปรียบเทียบจากสมการที่ 3 ที่จะถูกปรับใช้ในการเขียนโปรแกรมในเครื่องประมวลผลเกม

$$v_n = v_0 + nF - dv_{n-1} \quad (3)$$

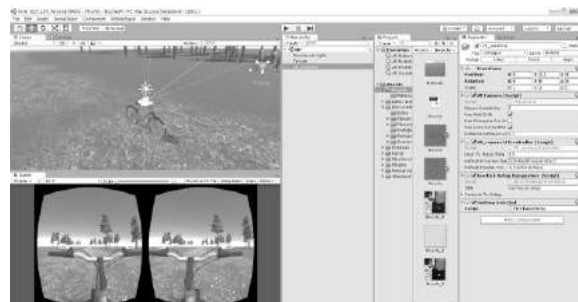
โดยกำหนดให้:

F คือ ค่าคงที่ (Constant) ของแรงที่เกิดจากสภาพแวดล้อม (External force) โดยในสภาพแวดล้อมใน Unity3D ที่ออกแบบจะมีค่าเท่ากับ 1 ถึง 5

d คือค่าของแรงในการเคลื่อนที่ (Drag force) เป็นสัดส่วนตัวเลขที่สัมพันธ์กับความเร็วและมีแนวโน้มที่จะชะลอตัวลงเป็น 0 หากไม่ถูกกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง

v คือค่าความเร็ว (Velocity) โดยจะเกิดกับขึ้นต่อเนื่อง ในความเร็วที่คงที่รับจำนวนการซ้ำที่ ตัวแปร n มีหน้าที่ในการกระตุ้นให้ค่า d มีความต่อเนื่องไม่ลดจำนวนลง

โดยการกำหนดค่า n สามารถกำหนดจำนวนมากที่สุดเป็นตัวเลขจำกัด (Maximum) ไว้ได้เพื่อให้อัตราค่าที่ถูกส่งมาจาก Firebase Real-Time Database นั้นไม่ทำให้ตัวความเร็วของจักรยานมากจนเกินไปจนเสียสมดุลภายในความจริงเสมือน



รูปที่ 14 การออกแบบสภาพแวดล้อมและระดับใน Unity



รูปที่ 15 การเคลื่อนที่ของจักรยาน

การเคลื่อนที่ของจักรยานหรือตัว Google VR Camera ภายในเกมมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าผ่านการนำค่า distance ที่น้อยกว่า 20 เข้ามาคำนวณให้เกิดแรงผลัก $0.02f$ ในทิศทางของแกน Z ในมุมมองของ 3 มิติ และผ่อนแรงผลักเมื่อมีค่า distance ที่วัดจากระยะทางของ Arduino เมื่อมีค่ามากกว่า 20 โดยการรับ-ส่งข้อมูลจะมีการหน่วงเวลาสำหรับดึงข้อมูลจาก Firebase Real-Time Database ที่ 0.2 วินาที ซึ่งเป็นระยะทางที่ผู้ที่สวมอุปกรณ์ VR จะไม่รู้สึกรู้ว่าตอบสนองจากการออกแรงปั่นที่เข้าเกินไป

ในขั้นตอนการเก็บแบบสำรวจเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อการออกกำลังกายผ่านตัวระบบพัฒนาขึ้นเพื่อกระตุ้นความน่าสนใจของการออกกำลังกายได้ใช้เกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง นักศึกษา และบุคคลทั่วไป อายุตั้งแต่ 18-40 ปีในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลผ่านเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
 ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 อยู่ในเกณฑ์ ดี
 ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 อยู่ในเกณฑ์ ปานกลาง
 ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 อยู่ในเกณฑ์ พอใช้
 ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 อยู่ในเกณฑ์ น้อย

คะแนนความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างได้คะแนนดังนี้
 จากการทำแบบสำรวจ โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ
 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเกณฑ์การวัดผลความ
 พอใจที่มีต่อสภาพแวดล้อมที่แปลกใหม่ที่ประมวลผล
 ขึ้นในเนื้อหาของความจริงเสมือนผ่านการทำงานของ
 เทคโนโลยี IoT และเครื่องประมวลผลเกม Unity ว่า
 สภาพแวดล้อมและเนื้อหาแปลกใหม่มีผลกระตุ้นให้
 เกิดการออกกำลังกายหรือไม่ โดยผลลัพธ์จากการเก็บ
 ข้อมูลโดยผ่านการติดตั้งระบบการปั่นจักรยานความ
 จริงเสมือนในห้องปฏิบัติการทดลองร่วมกับอุปกรณ์
 ตรวจวัดระยะทางจะถูกส่งผ่านสัญญาณเครือข่าย Wi-
 Fi ด้วยฐานข้อมูล Firebase

จากตารางที่ 1 พบว่ามีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ
 ที่ 3.94 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.6 ซึ่งอยู่ใน
 เกณฑ์ระดับดีเป็นข้อยืนยันว่ารูปแบบของการปั่น
 จักรยานบนระบบความจริงเสมือนที่ถูกพัฒนาขึ้นมีผล
 ต่อระดับความสนใจกระตุ้นให้ ผู้ใช้งานเกิด
 ประสบการณ์ที่แปลกใหม่ ต่อการออกกำลังกาย และ
 รองรับแนวคิดของการใช้ต้นทุนพัฒนาชุดออกกำลังกาย
 ภายที่ถูก

ตารางที่ 1 ตารางค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ และระดับคุณภาพ
 ของเทคโนโลยีความจริงเสมือนกับการปั่นจักรยาน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับ คุณภาพ
รูปแบบ และการใช้งาน ระบบปั่นจักรยาน VR	3.95	0.64	ดี
ระบบคำอธิบายการใช้ งานของ	4.00	0.54	ดี
ความสวยงามของระบบ สภาพแวดล้อม และ ระดับเสมือนจริง	3.97	0.53	ดี
ความลื่นไหลของการ ทำงานส่งต่อข้อมูล	3.82	0.87	ดี
รูปแบบการติดตั้งที่ เหมาะสมของระบบ	4	0.51	ดี
ระบบกระตุ้นให้เกิด ความน่าสนใจให้ออก กำลังกายต่อเนื่อง	3.95	0.55	ดี
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	3.94	0.6	ดี

5. สรุป

การจำลองการปั่นจักรยานบนระบบความจริง
 เสมือนด้วย Arduino และฐานข้อมูลเรียลไทม์
 สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบ
 จำลองการออกกำลังกายผ่านสภาพแวดล้อมและ
 ระดับที่ออกแบบให้ดูแปลกใหม่ในเครื่องประมวลผล
 เกมอย่าง Unity ร่วมกับ Google VR ที่เชื่อมต่อกัน
 ทำงานได้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น Wi-Fi
 นั้นเป็นไปได้ ซึ่งจะเป็นข้อดีของการสร้างระบบจำลอง
 การปั่นจักรยานด้วยงบประมาณที่จำกัด และไม่สูง
 มากเพื่อเป็นการศึกษาชิ้นงานที่ใกล้เคียงกันในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- [1] Glazer, E., Hobson, C. L., Deming, E. S., Royer, C., & Fehlhaber, J. S. (2017). U.S. Patent No. 9,824,391. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [2] Satava, R. M. (1995). Medical applications of virtual reality. *Journal of Medical Systems*, 19(3), 275-280.
- [3] Greenleaf, W. (2004). Medical applications of virtual reality. Overview February.
- [4] Zhang, M., Zhang, Z., Chang, Y., Aziz, E. S., Esche, S., & Chassapis, C. (2018). Recent Developments in Game-Based Virtual Reality Educational Laboratories Using the Microsoft Kinect. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(01), 138-159.
- [5] Ting Liao, "Application of Virtual Reality to Sports", *International Conference on Circuits and Systems (CAS 2015)*.
- [6] Lee, G. M., Crespi, N., Choi, J. K., & Boussard, M. (2013). Internet of things. In *Evolution of Telecommunication Services* (pp. 257-282). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [7] Google VR. (2016). Retrieved February 2, 2018, from Google VR Official Website: <https://vr.google.com>
- [8] S. Halperin., *Exploring Bicycle-Based Virtual Reality Exergames as a Design Space* (2016). graduate school of computer and information sciences nova southeastern university.
- [9] Bolton, J., Lambert, M., Lirette, D., & Unsworth, B. (2014, April). PaperDude: a virtual reality cycling exergame. In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 475-478). ACM.
- [10] Ashton, K. *That Internet of Things Thing*. RFID Journal (2009). URL: <http://www.rfidjournal.com/articles/view,4986>.
- [11] Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(05), 164.
- [12] Yun, M., & Yuxin, B. (2010, June). Research on the architecture and key technology of Internet of Things (IoT) applied on smart grid. In *Advances in Energy Engineering (ICAEE), 2010 International Conference on* (pp. 69-72). IEEE.
- [13] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
- [14] Dale B., *Virtual Reality Is Driving High-End Condo Sales in Queens* (2015), Observer, URL: <http://observer.com/2015/06/virtual-reality-the-grand-sky-view-parc-flushing-queens/>, access on 27/01/2016

- [15] Saadi, M., The Application of PWM Capture (Data Acquisition) and Ultrasonic Sensors (2014), Observer, URL: <http://aimagin.com/blog/pwm-capture-data-acquisition-and-ultrasonic-sensor/>.
- [16] Schwartz, M. (2016). Internet of Things with ESP8266. Packt Publishing Ltd.
- [17] Poolsawas, B., & Niranatlamphong, W. (2017). Using a Game Development Platform to Improve Advanced Programming Skills. Journal of Reviews on Global Economics, 6, 328-334.
- [18] Wikipedia, Euclidean distance. Retrieved February 9, 2018, from Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Euclidean_distance