รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น

Dance Vending Machine

สรยุทธ กลมกล่อม

ปภาวี คูชัยสิทธิ์

ศิวะพร วงศ์วรางคณา

เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากแหล่งเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2557

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น

แหล่งเงิน แหล่งเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2557 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 200,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2557

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย

อาจารย์ สรยุทธ กลมกล่อม

นางสาว ปภาวี คูชัยสิทธิ์

นางสาว ศิวะพรวงศ์ วรางคณา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการประชาสัมพันธ์สินค้าให้เป็นที่รู้จักเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างมากในการทำธุรกิจ จึงเกิดโครงงานเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้นขึ้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อประยุกต์ใช้ในการประชาสัมพันธ์สินค้าให้เป็นที่รู้จักในหมู่คนทั่วไป โดยเน้นที่ความแปลกใหม่ สะดุดตาแก่ผู้พบเห็น ทำให้สินค้าที่โฆษณาผ่านเครื่องนี้เป็นที่รู้จักได้ง่าย

เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น เป็นเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ ที่ดึงดูดความสนใจของผู้ที่ผ่านไปมาด้วยการนำจอโทรทัศน์ขนาดใหญ่มาติดที่เครื่อง และสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับบุคคลเหล่านั้นได้ โดยนำกล้อง Kinect ซึ่งเป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับเครื่องเล่นเกมคอนโซลของ Xbox 360เข้ามาช่วยสร้างกิจกรรมที่เป็นที่นิยมและสามารถเข้าร่วมได้ทุกเพศทุกวัย ซึ่งตัวเลือกที่ตรงกับจุดประสงค์ที่ได้ตั้งไว้คือ การเต้น เราจึงนำเทคโนโลยีมาเพื่อผสมผสานระหว่างเครื่องจ่ายของอัตโนมัติและกิจกรรมการเต้นเข้ามารวมอยู่ด้วยกัน เริ่มจากการพัฒนาแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Windows ด้วยภาษา C# แล้วทำการตรวจสอบว่า ณ จุดเวลาต่างๆ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถทำท่าเต้นได้ตรงกับจุดที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งจะทำการบันทึกท่าเต้นเก็บค่าของจุดพิกัดไว้บนไฟล์ Excel เพื่อทำการเปรียบเทียบท่าทางที่ได้รับเข้ามา รวมถึงออกแบบการสร้างระบบของเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยโครงสร้างของตู้จ่ายของ และการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้ทำการจ่ายของ เมื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถผ่านเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ได้ โดยนอกจากจะสร้างความสนุกสนานให้แก่ผู้เข้าร่วมกิจกรรม และผู้ที่พบเห็นแล้ว ยังสามารถใช้โอกาสนี้ในการสร้างโอกาสทางการตลาด ให้สินค้าเป็นที่รู้จักได้มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

คำสำคัญ : เครื่องขายของอัตโนมัติ, ไคเน็กซ์, การเต้น, การโฆษณา, ปฏิสัมพันธ์

Research Title: Dance Vending Machine

Researcher:

Mr. Sorayut Glomglome

Ms. Paphawee Kuchaisit

Ms. Siwaporn Wongwarangkana

Asst. Prof. Charoen Vongchumyen

Faculty: Engineering **Department:** Computer Engineering

ABSTRACT

Nowadays, advertisement is a very important factor in business. Because of that we have developed Dance Vending Machine. The aim is to promote the product to be known among the common people. The products advertised on this machine will be easy to remember and notably.

Dance Vending Machine that developed from vending machine for attract the attention. This machine has a big screen and can interact with people by Kinect, which is an additional material for Xbox 360, to create an popular event and everyone can join. The best choice is dancing. We combine the vending machine and dancing game together. This project is developed on Windows OS with C#. These can check at each time that user moves on the mark positions or not. The positions are recorded on Excel file and will read to compare with user's movements. The machine system structure and microcontroller's motor control design is including for this project. This machine not only make a fun but also can create market opportunities for promote the products to public.

Keywords : Vending Machine, Kinect, Dancing, Advertisement, Interaction

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และการดูแลจากหลายฝ่ายด้วยกัน ทั้งอาจารย์ในศึกษา และอาจารย์ในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุก ๆ ท่านที่อบรมสั่งสอนข้าพเจ้ามาตลอด ให้โอกาสข้าพเจ้าได้ทำงานวิจัยนี้พร้อมทั้งให้คำแนะนำเสมอมา และยังคอยสอนประสบการณ์ในเรื่องการศึกษา การทำงาน และการใช้ชีวิตประจำวัน ให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และห้องวิจัยฮาร์ดแวร์ ซึ่งอำนวยความสะดวกสบายในด้านสถานที่ในการทำการวิจัย และยังช่วยหาอุปกรณ์สำหรับทำวิจัยให้ข้าพเจ้าสามารถทำโครงงานได้อย่างสะดวก และลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ น้องๆ ในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ที่เป็นที่ปรึกษาด้านเทคนิค ให้ความร่วมมือช่วยเหลือในการทำการทดลอง ตลอดจนเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดในชีวิตของข้าพเจ้า คือบิดามารดา และครอบครัวที่ช่วยเลี้ยงดูอบรมสั่งสอน ส่งเสียให้ข้าพเจ้าได้เรียนหนังสือ ให้โอกาสทางการศึกษา และยังคอยให้กำลังใจ ทำให้ข้าพเจ้ามีทุกวันนี้

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2557 ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

อาจารย์ สรยุทธ กลมกล่อม
นางสาว ปภาวี คูชัยสิทธิ์
นางสาว ศิวะพร วงศ์วรางคณา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3

1.4 วิธีการดำเนินงาน 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 Kinect 6

2.2 Stepping Motor 7

2.3 GR-Sakura Full Controller Board 11

2.4 Renesas Web Compiler 13

2.5 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (Serial Communication) 14

2.6 Kinect for Windows® Software Development Kit (SDK) 17

2.7 Skeleton Tracking 19

2.8 Microsoft Visual Studio 27

2.9 NET Framework 28

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา 30

3.1 ส่วนเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ 34

3.2 ส่วนการรับและประมวลผล 37

3.3 ส่วนการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ 45

3.4 ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) 47

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 52

4.1 การทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุด ในการวางกล้อง Kinect (1) 52

4.2 การทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุด ในการวางกล้อง Kinect (2) 58

4.3 การทดลองการหาช่วงของตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดจากจุดที่กำหนด 60

4.4 การทดลองเพื่อหาความถูกต้องในการควบคุมการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์ 63

4.5 การทดลองเพื่อทดสอบน้ำหนักของวัตถุที่สเตปปิ้งมอเตอร์สามารถรองรับได้ 65

4.6 การทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของมอเตอร์กับกระบอกรับของที่ออกแบบ 67

4.7 การทดลองการทำงานของระบบเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น 69

4.8 สรุปผลการทดลองที่ได้รับจากการทดลองทั้งหมด 73

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 75

5.1 บทสรุป 75

5.2 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข 76

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ 77

บรรณานุกรม 78

ภาคผนวก 79

ภาคผนวก ก เวลาที่ใช้ในการวิจัย 79

ภาคผนวก ข สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย 81

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย 82

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 คุณลักษณะของกล้อง Kinect....6
2.2 แสดงคุณลักษณะของ GR-Sakura Controller Board 11
2.3 ข้อกำหนดในการทำ Skeleton Tracking 20
4.1 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมในการวางกล้อง Kinect
ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 0.80 เมตร.... 54
4.2 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมในการวางกล้อง Kinect
ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 1.60 เมตร.... 55
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมในการวางกล้อง Kinect
ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 0.80 เมตร (แบ่งมุมที่เลือกทุก 3 องศา).... 55
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมในการวางกล้อง Kinect
ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 1.60 เมตร (แบ่งมุมที่เลือกทุก 3 องศา).... 56
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect โดยให้ผู้ทดลองยกมือ
แล้วตรวจสอบว่ากล้องสามารถตรวจจับข้อต่อที่บริเวณข้อมือได้หรือไม่ 59
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการช่วงของตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดจากจุดที่กำหนดจากผู้ทดลองที่มี
ความสูงหลายระดับ (149 – 183 เซนติเมตร) 62
4.7 แสดงค่ามุมที่บันทึกได้จากการทดลอง โดยเริ่มต้นอยู่ที่ 0 องศา.... 64
4.8 แสดงผลการทดสอบน้ำหนักวัตถุที่รับได้ของสเต็ปปิงมอเตอร์ 66
4.9 แสดงผลการทดสอบการทำงานของมอเตอร์กับกระบอกรับของ 68
4.10 แสดงผลการทดสอบการทำงานของระบบเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น 71

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติเป็นที่พบเห็นได้ทั่วไป 1
1.2 การประชาสัมพันธ์จะที่ดีจะต้องให้ผู้พบเห็นมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อโฆษณา 2
1.3 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมายืนในตำแหน่งที่กำหนดไว้ 4
1.4 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะต้องเต้นตามท่าทางที่ปรากฏบนจอแสดงผล 4
1.5 หากทำคะแนนได้มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จะได้รับสินค้าเป็นของรางวัล 4
2.1 องค์ประกอบของ Kinect 6
2.2 โครงสร้างของสเตปปิ้งมอเตอร์ 7
2.3 สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิด 2 ขั้ว 8
2.4 การหมุนของสเตปปิ้งมอเตอร์ชนิด 2 ขั้ว 9
2.5 สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดหลายขั้ว 9
2.6 วิธีการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส 10
2.7 วิธีการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบฮาฟสเต็ป 10
2.8 GR - Sakura Full Controller Board 11
2.9 GR - Sakura Full Port Map 12
2.10 Renesas Web Compiler 13
2.11 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม 15
2.12 การสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพลกซ์ และฟูลดูเพลกซ์ 15
2.13 โลโก้ของ Kinect for Windows SDK 17
2.14 ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องในการโต้ตอบระหว่างแอพพลิเคชันกับผู้ใช้งาน 17
2.15 องค์ประกอบของสถาปัตยกรรมการออกแบบ Kinect for Windows SDK 18
2.16 แสดงแกน X, Y และ Z ของกล้อง Kinect 19
2.17 ตำแหน่งของข้อต่อที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของร่างกายมนุษย์ 19
2.18 ข้อกำหนดเรื่องจำนวนคนในการทำ Skeleton Tracking 20
2.19 ภาพรวมขั้นตอนการทำ Skeleton Tracking 21
2.20 Basic Stereo Matching Algorithm 21
2.21 Structure Light Projection 22
2.22 Extract Body Pixels by Thresholding Depth 22
2.23 การเรียนรู้ด้วยวิธี Random Forests 23
2.24 ใช้ Training Image จากกลุ่มตัวอย่างบุคคลหลากหลายขนาด 23

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.25 Mean-Shift Cluster เพื่อหา Densest Region 24
2.26 ผลลัพธ์ของการทำ Skeleton Tracking จาก Depth Image 24
2.27 ลำดับขั้นของข้อต่อความสัมพันธ์ของท่อนกระดูกของโครง Skeleton 25
2.28 การระบุท่อนกระดูกในรูปแบบ Parent Joint และ Child Joint 25
2.29 การระบุแกนการหมุนของแต่ละจุดข้อต่อ 26
2.30 กำหนดตำแหน่งของผู้เล่น โดยเริ่มที่จุดของกระดูกเชิงกราน 26
2.31 โลโก้ของ Microsoft Visual Studio 2012 27
2.32 ส่วนประกอบภายในของ .NET Framework 28
3.1 ภาพจำลองของเครื่องที่ออกแบบ 30
3.2 ขนาดของเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่ได้จากการออกแบบ 31
3.3 ภาพรวมของระบบ 32
3.4 การทำงานของระบบโดยรวม 33
3.5 ภาพรวมภายในส่วนหน้าของเครื่อง 34
3.6 ภาพรวมภายในส่วนหลังของเครื่อง 35
3.7 เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่ถูกดำเนินการตามการออกแบบ 36
3.8 กระบอกรับสินค้าที่ถูกดำเนินการตามการออกแบบ 36
3.9 การจัดวางสินค้าทางด้านหลังของเครื่อง 37
3.10 ผังการทำงานของระบบเมื่อทำการรับภาพผู้เล่นที่เข้าร่วมกิจกรรม 38
3.11 หน้าจออินเตอร์เฟสเมื่อมีผู้เข้ามาร่วมกิจกรรม 38
3.12 ผังการทำงานของระบบเมื่อทำการตรวจจับและเปรียบเทียบท่าเต้น 39
3.13 การทดลองเก็บค่าตำแหน่งตามพิกัด X,Y,Z ของข้อต่อที่สนใจ 40
3.14 ไฟล์ Excel ที่ได้มาจากการบันทึกตำแหน่งข้อต่อของท่าเต้นที่ต้องการ 40
3.15 ข้อมูลที่บันทึกลงบนไฟล์ Excel 41
3.16 ไฟล์ Excel ที่ใช้สำหรับเก็บท่าเต้นของเพลงหนึ่งเพลง 42
3.17 ตัวอย่างค่าพิกัดที่ใช้ในการทดสอบการเปรียบเทียบกับท่าเต้นที่ได้รับเข้ามา 42
3.18 ผลลัพธ์จากการทดสอบการเปรียบเทียบค่าพิกัดที่กำหนดกับค่าพิกัดที่รับมาจากผู้เล่น 42
3.19 การอ่านค่าจุดพิกัดของตำแหน่งข้อต่อจากไฟล์ Excel และเกณฑ์การให้คะแนน 43
3.20 ผู้เล่นคนแรกทำการอ่านค่าจาก Skeleton หมายเลข 1 44
3.21 เมื่อมีคนเดินตัดผ่าน ให้ทำการอ่านค่าจาก Skeleton หมายเลข 1 เช่นเดิม 44

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.22 เมื่อผู้เล่นคนแรกเดินออกจากรัศมีการตรวจจับ ระบบจะรับค่าจากผู้เล่นคนใหม่แทน 45
3.23 การเชื่อมต่อ GR-SAKURA Board กับ Stepping Motor 46
3.24 วงจรจริงที่ใช้ในการควบคุมการหมุนของสเตปปิ้งมอเตอร์ 46
3.25 วีดีโอโฆษณา 47
3.26 เมื่อมีการตรวจจับเจอ Skeleton จะมีเคอร์เซอร์รูปมือปรากฏขึ้น 48
3.27 ผู้ใช้งานทำการกดปุ่มเพื่อตอบรับการเข้าร่วมกิจกรรม 48
3.28 กิจกรรมการเต้นที่ให้ผู้ใช้งานเต้นตามท่าเต้นที่ปรากฏ 49
3.29 เอฟเฟคปรากฏตามความถูกต้องของตำแหน่งข้อต่อที่ตรวจสอบ 49
3.30 หน้าจอแสดงผลลัพธ์หากผู้ใช้งานทำคะแนนได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 50
3.31 หน้าจอแสดงผลลัพธ์หากผู้ใช้งานทำคะแนนได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 50
3.32 ภาพถ่ายขณะที่ผู้ใช้งานเข้าร่วมกิจกรรมการเต้น 51
4.1 ภาพจำลองการทดลอง โดยตั้งกล้อง Kinect ที่ระยะสูงจากพื้น 0.80 เมตร 53
4.2 ภาพจำลองการทดลอง โดยตั้งกล้อง Kinect ที่ระยะสูงจากพื้น 1.60 เมตร 53
4.3 ตัวอย่างภาพจากการบันทึกผลการทดลอง 56
4.4 ภาพจากการบันทึกผลการทดลองตั้งกล้อง Kinect ที่ระยะสูงจากพื้น 1.60 เมตร
และทำมุม -21 องศา ที่ระยะห่าง 2.00 เมตร และ 2.50 เมตร 59
4.5 ท่าทางที่ผู้ทดลองทำเมื่อทำการทดลองทั้งหมดสองท่าทาง 61
4.6 อินเตอร์เฟสของโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง 61
4.7 อุปกรณ์สำหรับวัดมุมที่จัดทำขึ้น 63
4.8 ผลจากการทดลองมอเตอร์หมุนไป180องศา 64
4.9 อุปกรณ์สำหรับทดลอง 65
4.10 รูปแบบการเรียงสินค้าและสินค้าที่ใช้ในการทดลอง 67
4.11 ผู้ทดลองมายืนหน้าเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น 69
4.12 ผู้ทดลองทำการเลื่อนเคอเซอร์ 70
4.13 ผู้ทดลองทำการกดปุ่ม 70
4.14 ผู้ทดลองเต้นตามท่าเต้นที่ปรากฏ 70

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ในปัจจุบันการประชาสัมพันธ์และโฆษณาสินค้าให้เป็นที่รู้จักมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับผู้ประกอบการ เพื่อเพิ่มผลประกอบการให้แก่ธุรกิจ ซึ่งวิธีการประชาสัมพันธ์นั้นมีอยู่หลากหลายวิธี โดยการประชาสัมพันธ์ที่ให้ได้ผลดีจะต้องทำให้ผู้พบเห็นมีทัศนคติที่ดีต่อตัวสินค้า และสามารถจดจำสินค้าได้ คณะผู้วิจัยจึงเลือกเครื่องขายของอัตโนมัติ (Vending Machine) ซึ่งพบเห็นได้ทั่วไป มาพัฒนาเพื่อใช้ในการประชาสัมพันธ์สินค้า และวิธีที่จะทำให้ผู้ที่พบเห็นจดจำสินค้าได้ดี จะต้องอาศัยการสร้างปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับตัวสินค้า ทำให้ผู้คนได้รู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งของตัวสินค้า และมีทัศนคติที่ดีต่อตัวสินค้าไปด้วยโดยอัตโนมัติ ในที่นี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบให้เครื่องสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ที่พบเห็นผ่านการเต้น (Dancing) ซึ่งในปัจจุบันการเต้นถือว่าเป็นกิจกรรมที่เหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัย และดึงดูดความสนใจแก่ผู้ที่พบเห็นได้เป็นอย่างดี ดังนั้นเมื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมทำตามกติกาที่เครื่องกำหนดไว้ได้สำเร็จ เครื่องจะจ่ายสินค้าออกมาให้กับผู้เข้าร่วมกิจกรรมอัตโนมัติ ซึ่งทำให้ผู้ที่เข้าร่วมกิจกรรมสามารถเข้าถึงตัวสินค้าได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ภาพที่ 1.1 ตู้ขายสินค้าอัตโนมัติเป็นที่พบเห็นได้ทั่วไป

โดยทั่วไปแล้วเครื่องจ่ายของอัตโนมัติที่พบเห็นได้โดยทั่วไปสามารถทำได้เพียงแค่อำนวยความสะดวกในการซื้อของเท่านั้น คณะผู้วิจัยจึงพัฒนาเครื่องเพื่อให้เป็นที่น่าสนใจแก่ผู้พบเห็นมากยิ่งขึ้น โดยการนำ Kinect มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เพื่อสร้างกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์กับผู้คนได้ ซึ่งจะสามารถสร้างจุดขายให้แก่สินค้าประเภทนั้นได้

ปัจจุบันนั้น Kinect เป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการจับการเคลื่อนไหว โดย Kinect ประกอบไปด้วยกล้องสำหรับตรวจจับสี (กล้องRGB) กล้องอ่านค่าแสงที่สะท้อน (กล้องMono) จากการยิงรังสีอินฟาเรดด้วย Laser IR Projector จึงทำให้ Kinect สามารถวัดความลึก และตรวจจับภาพได้แม้กระทั่งในที่มืด ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้เลือกอุปกรณ์ Kinect มาใช้ในการพัฒนาเครื่องจ่ายของอัตโนมัตินี้

ภาพที่ 1.2 การประชาสัมพันธ์จะที่ดีจะต้องให้ผู้พบเห็นมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อโฆษณา

โครงงานวิจัยนี้เหมาะสำหรับผู้ประกอบการทั่วไป ใช้เพื่อการประชาสัมพันธ์สินค้าให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย สร้างความแปลกใหม่ให้แก่ผู้พบเห็นโดยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยประชาสัมพันธ์ เพื่อเพิ่มผลประกอบการให้แก่ธุรกิจ และผลสำเร็จทางด้านการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อประชาสัมพันธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. เพื่อนำนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้กับเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ให้เกิดเป็นเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้ารูปแบบใหม่
3. เพื่อสร้างเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้คนได้

4. เพื่อสร้างเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่มีความน่าสนใจ และดึงดูดสายตาผู้คน
5. เพื่อสร้างเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่สามารถเข้าถึงกลุ่มคนได้ทุกเพศทุกวัย
6. เพื่อศึกษาและพัฒนาการสร้างแอพพลิเคชันโดยใช้ Kinect
7. เพื่อนำเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่ได้จากการวิจัยไปต่อยอดเป็นระบบที่ใหญ่ขึ้น
8. เพื่อนำเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่ได้จากการพัฒนาไปต่อยอดในเชิงพาณิชย์
9. เพื่อเผยแพร่ชื่อเสียงเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่สร้างโดยคนไทย

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

เครื่องประชาสัมพันธ์ผ่านการเต้นมีหน้าที่ในการประชาสัมพันธ์ โดยเน้นความแปลกใหม่ และมีความสามารถในการดึงดูดความสนใจของผู้ที่ผ่านไปมาได้ เพื่อช่วยให้การประชาสัมพันธ์ประสบความสำเร็จ ผลิตภัณฑ์เป็นที่รู้จักเพิ่มมากขึ้น โดยเครื่องประชาสัมพันธ์ผ่านการเต้นสามารถจับการเคลื่อนไหวของผู้ที่เข้าร่วมกิจกรรมในบริเวณที่กำหนดได้ และหลังจากการเข้าร่วมกิจกรรมผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ประชาสัมพันธ์เป็นของรางวัล เครื่องประชาสัมพันธ์ผ่านการเต้นจะอำนวยความสะดวกในการทำงานด้านการประชาสัมพันธ์ มีรูปแบบการทำงานที่ใช้งานง่าย และสามารถใช้แทนการให้พนักงานไปออกบูธได้เพื่อความสะดวกและลดค่าใช้จ่ายของบริษัท

เครื่องประชาสัมพันธ์ผ่านการเต้นออกแบบมาโดยใช้ร่วมกับอุปกรณ์ Kinect ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลการเคลื่อนไหวของบุคคล ซึ่งในขั้นตอนแรก Kinect จะเริ่มรับข้อมูลการเคลื่อนไหวหากมีผู้ที่สนใจเข้ามายืนในตำแหน่งที่กำหนดไว้ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะประมวลผลให้เริ่มกิจกรรมและรับการเคลื่อนไหว โดยตรวจสอบว่าการเคลื่อนไหวที่ได้รับมานั้นถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ หากถูกต้องจะบวกคะแนนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อจบกิจกรรมคอมพิวเตอร์จะประมวลผลว่าคะแนนนั้นถึงเกณฑ์ที่จะได้รับรางวัลหรือไม่ โดยทุกขั้นตอนจะแสดงผลข้อมูลภาพและเสียงผ่านทางจอแสดงผลแบบเรียลไทม์ เพื่อให้เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ คอมพิวเตอร์ที่ใช้จึงต้องมีการประมวลผลได้อย่างไม่ติดขัด และจอแสดงผลต้องสามารถแสดงผลภาพได้โดดเด่นเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้พบเห็นได้เป็นอย่างดี

ภาพที่ 1.3 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมายืนในตำแหน่งที่กำหนดไว้

ภาพที่ 1.4 ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะต้องเต้นตามท่าทางที่ปรากฏบนจอแสดงผล

ภาพที่ 1.5 หากทำคะแนนได้มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จะได้รับสินค้าเป็นของรางวัล

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ Kinect เพื่อนำมาปรับใช้กับเนื้อหาของโครงงาน

2. ศึกษาเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม Visual Studio ในการเขียนโปรแกรมควบคุม Kinect และศึกษาการเขียนโปรแกรมเพื่อความคุม GR-SAKURA Board จากคอมไพเลอร์บนอินเตอร์เน็ต

3. ออกแบบรายละเอียดของระบบ และยูสเซอร์อินเตอร์เฟสของเครื่องประชาสัมพันธ์

4. วิเคราะห์ และออกแบบการเขียนโปรแกรม

5. พัฒนาโปรแกรมเครื่องประชาสัมพันธ์

6. วิเคราะห์ผลที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และแก้ไขโปรแกรมจากผลการทดลองที่ผิดพลาด

7. ทำการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ GR-SAKURA Board ด้วยสายอีเทอร์เน็ต

8. ออกแบบและประกอบเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ

9. ทำการรวมระบบ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ GR-SAKURA Board และเครื่องจ่ายของอัตโนมัติเข้าด้วยกัน และทดลองระบบ เพื่อแก้ไขข้อผิดพลาด

10. จัดทำเอกสารและสร้างคู่มือการใช้งานเครื่องประชาสัมพันธ์ผ่านการเต้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แสดงถึงอัตลักษณ์เด่นทางวิศวกรรมศาสตร์ ในด้านการวิจัยเทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing)

2. ได้เครื่องที่สามารถประชาสัมพันธ์สินค้าในรูปแบบที่แปลกใหม่ และเป็นที่สนใจของผู้พบเห็น

3. ได้ความรู้และประสบการณ์การพัฒนานวัตกรรมโดยใช้อุปกรณ์ Kinect

4. สามารถนำนวัตกรรมมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ทางธุรกิจได้

5. สามารถนำเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่ได้จากการพัฒนาไปขายในท้องตลาดได้

6. สามารถขายเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าได้สำหรับธุรกิจที่ต้องการลดต้นทุนในการจ้างคนเพื่อมาประชาสัมพันธ์

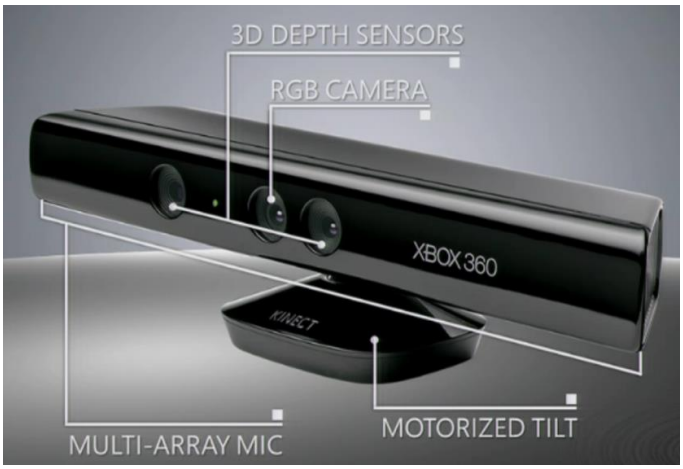
7. สามารถดึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ Kinect มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

8. ได้แนวคิดการนำไปต่อยอดเป็นเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่สามารถเก็บข้อมูลทางสถิติ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการตลาดต่อไป

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Kinect

กล้อง Kinect เป็นอุปกรณ์เสริมการใช้งานเครื่องเล่นเกม Xbox 360 สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต USB เพื่อส่งข้อมูลภาพและเสียงที่ได้รับมาจากกล้องมาประมวลผลต่อได้ โดยมีองค์ประกอบและคุณลักษณะ ดังนี้



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบของ Kinect

- RGB Camera : กล้องที่ใช้จับภาพสีมีความละเอียดที่ 1280 x 960
- 3D Depth Sensors : ประกอบด้วยตัวส่งแสงอินฟราเรดและเซนเซอร์
- Multi-Array Microphone : ประกอบด้วยไมโครโฟนทั้งหมด 4 ตัวเพื่อรับข้อมูลเสียงและสามารถบอกตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงได้
- Motorized Tilt : ปรับองศาของกล้องให้สามารถก้มหรือเงยได้

ตารางที่ 2.1 คุณลักษณะของกล้อง Kinect

คุณลักษณะ	รายละเอียด
มุมมองของกล้อง	ในแนวนอน 57 องศาและแนวตั้ง 43.5 องศา
การปรับมุมโดยใช้มอเตอร์	ปรับมุมกล้องให้ก้มหรือเงยเป็นมุม 27 องศา
ความละเอียดของการรับภาพ	30 เฟรมต่อวินาที
ความละเอียดของการรับเสียง	อัตราการสุ่มความถี่ 16 กิโลเฮิร์ต

2.2 Stepping Motor

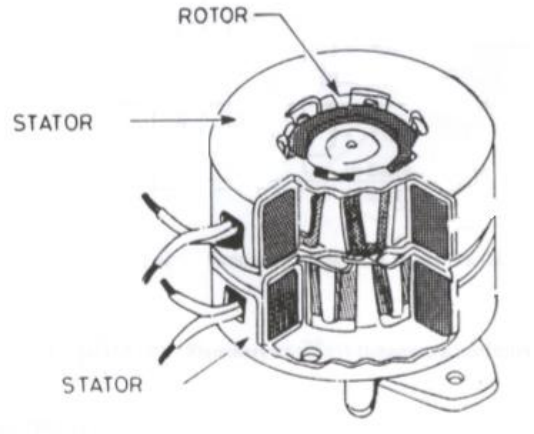
ในกระบวนการหมุนแกนเพื่อจ่ายสินค้าของเครื่องจ่ายของอัตโนมัตินั้นมีความจำเป็นที่ต้องหมุนเปลี่ยนตำแหน่งที่แม่นยำ และคงที่ จึงได้เลือกใช้สเตปปิ้งมอร์เตอร์ในการแกนจ่ายของ

สเตปปิ้งมอเตอร์(Stepping Motor) คือมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ลักษณะการหมุนสามารถหมุนได้รอบแกน 360 องศามีลักษณะไม่ต่อเนื่อง แต่มีลักษณะเป็นสเต็ป โดยแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2 องศาตามลักษณะของโครงสร้างของมอเตอร์ ทั่วไปการนำมอเตอร์ชนิดนี้ไปใช้งานจะใช้กับงานที่ต้องการความแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (Printer) ระบบขับเคลื่อนหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกเหล็ก เป็นต้น

2.2.1 โครงสร้างของสเตปปิ้งมอเตอร์

โครงสร้างของสเตปปิ้งมอเตอร์ มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ทำการหมุน (Rotor) จะเป็นแม่เหล็กถาวรหรืออื่น ๆ
2. ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) เป็นขดลวดที่พันไว้จำนวนหลาย ๆ ขด



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของสเตปปิ้งมอเตอร์

สเตปปิ้งมอเตอร์สามารถแบ่งตามชนิดของโครงสร้างได้ ดังนี้

2.2.1.1 แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet)

สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสเตเตอร์ (Stator) ที่พันขดลวดไว้หลาย ๆ โพล โดยมีโรเตอร์ (Rotor) เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุน โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่แม้จะไม่ได้ป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่ขดลวด ลักษณะเด่นของมอเตอร์ชนิดนี้คือ ให้แรงบิดสูง แต่มีความเร็วและระยะทางในการเคลื่อนที่ไม่ละเอียดเท่าที่ควร

2.2.1.2 แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (Variable Reluctance)

สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้โรเตอร์สามารถหมุนได้อย่างอิสระแม้ไม่ได้ป้อนกระแสไฟฟ้าให้โรเตอร์ โดยโรเตอร์ทำจากสารแม่เหล็กกำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อยรูปทรงกระบอก ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนโพลของขดลวดในสเตเตอร์ เพื่อใช้สำหรับกำหนดระยะของมุมที่จะหมุนไปในแต่ละครั้งของการเคลื่อนที่เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดในสเตเตอร์ ทำให้เกิดแรงบิดเพื่อหมุนโรเตอร์ให้เคลื่อนที่ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนซ์ต่ำที่สุด จึงทำให้มอเตอร์ชนิดนี้มีความเร็วสูงและตำแหน่งของการเคลื่อนที่มีความแม่นยำสูง แต่มีแรงบิดน้อยกว่าสเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดแม่เหล็กถาวร

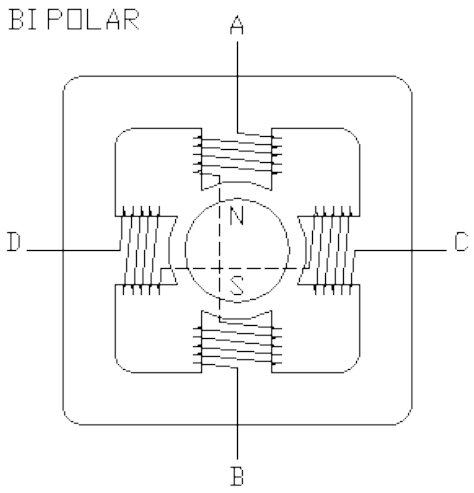
2.2.1.3 แบบผสม (Hybrid)

สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้เป็นการรวมโครงสร้างของ สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดแม่เหล็กถาวร และ สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดแปรค่ารีลักแตนซ์ โดยใช้โครงสร้างสเตเตอร์ของมอเตอร์ชนิดแปรค่ารีลักแตนซ์ และใช้โครงสร้างของโรเตอร์ตามชนิดแม่เหล็กถาวร มาประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นมอเตอร์ที่มีแรงบิดสูง การหมุนแต่ละครั้งแม่นยำ และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งเวลาที่ไม่ได้ป้อนกระแสไฟฟ้า

2.2.2 หลักการควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์

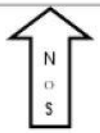
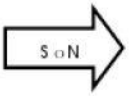
การที่จะทำให้สเตปปิ้งมอเตอร์หมุนไปในทิศทางที่ต้องการนั้นสามารถทำได้โดย การจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดของมอเตอร์ เพื่อให้เกิดอำนาจแม่เหล็กอย่างเป็นลำดับที่ถูกต้องและสัมพันธ์กัน ซึ่งเทคนิคที่ใช้ในการควบคุมนั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยการควบคุมการทำงานของ สเตปปิ้งมอเตอร์สามารถแบ่งตามโครงสร้างของขดลวดได้ ดังนี้

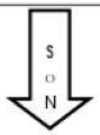
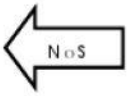
2.2.2.1 สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิด 2 ขั้ว (Bipolar Stepping Motor)



ภาพที่ 2.3 สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิด 2 ขั้ว

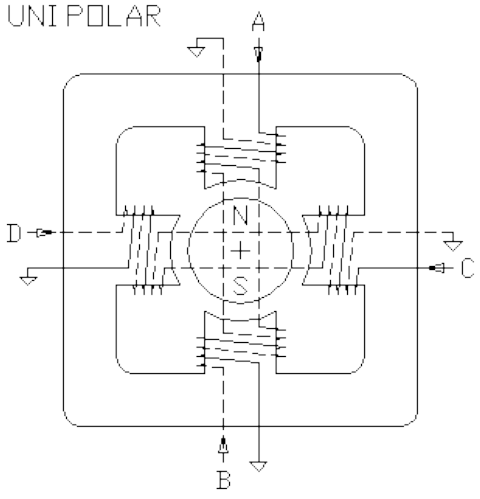
สำหรับมอเตอร์ชนิดนี้จะประกอบด้วยขดลวดจำนวน 2 ชุด คือ ชุด A-B และ C-D ซึ่งสามารถสังเกตลักษณะเบื้องต้นของสเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดนี้ได้ โดยดูจากจำนวนสายไฟของขดลวดที่ต่อออกมาภายนอก ซึ่งจะมีเพียง 4 เส้น คือเส้น A B C และ D โดย A และ B จะเป็นขดลวดเดียวกัน ส่วน C และ D เป็นขดลวดเดียวกัน โดยการทำให้มอเตอร์ชนิดนี้หมุนต้องทำการป้อนกระแสไฟฟ้าดังนี้ A-B / C-D / B-A / D-C ตามลำดับ หากต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับด้านให้ป้อนกระแสไฟฟ้ากลับกันดังนี้ D-C / B-A / C-D / A-B ตามลำดับ

ตำแหน่งของ Rotor				
การควบคุมขดลวด A-B	กระแสไหล A → B	กระแสไหล A → B	ไม่มีกระแสไหล	กระแสไหล B → A
การควบคุมขดลวด C-D	ไม่มีกระแสไหล	กระแสไหล A → B	กระแสไหล A → B	กระแสไหล A → B

ตำแหน่งของ Rotor				
การควบคุมขดลวด A-B	กระแสไหล B → A	กระแสไหล B → A	ไม่มีกระแสไหล	กระแสไหล A → B
การควบคุมขดลวด C-D	ไม่มีกระแสไหล	กระแสไหล D → C	กระแสไหล D → C	กระแสไหล D → C

ภาพที่ 2.4 การหมุนของสเตปปิ้งมอเตอร์ชนิด 2 ขั้ว

2.2.2.2 สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดหลายขั้ว (Unipolar Stepping Motor)



ภาพที่ 2.5 สเตปปิ้งมอเตอร์ชนิดหลายขั้ว

สำหรับมอเตอร์ชนิดนี้จะมีขดลวดประกอบอยู่ด้วยกัน 4 ขด คือ ขดลวด A B C และ D ลักษณะภายนอกของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสายไฟฟ้าต่อออกมาภายนอกหลายเส้น โดยชนิดที่มีสายไฟฟ้า 5 เส้นจะเป็นสายไฟฟ้าของขดลวด 4 เส้น และเป็นสายคอมมอน (Common) ของขดลวดอีก 1 เส้น โดยการการทำให้มอเตอร์ชนิดนี้หมุนจะใช้วิธีป้อนกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดตามลำดับ A / B / C / D เรียงต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ ซึ่งวิธีการนี้จะมีข้อดีคือเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน การเคลื่อนที่ของมอเตอร์ราบเรียบสม่ำเสมอ แต่ให้แรงบิดน้อย โดยวิธีการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบนี้เรียกว่า ฮาฟไดร์ (Half Drive) หรือแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส การขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วยวิธีการ ฟูลสเต็ป (Full Step) วิธีการนี้จะใช้วิธีป้อนกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดของมอเตอร์ครั้งละ 2 เฟสพร้อมกัน คือ AC / CB / BD / DA วนตามลำดับต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ วิธีการขับเคลื่อนแบบนี้จะให้แรงบิดมาก วิธีการสุดท้าย ฮาฟสเต็ป (Half Step) วิธีการนี้จะใช้การป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดของมอเตอร์ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส คือ A / AC / C / BC / B / BD / D / DA โดยการควบคุมแบบนี้ทำให้แรงบิดเฉลี่ยลดลงแต่ทำให้ได้ความละเอียดเพิ่มขึ้น 2 เท่า

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

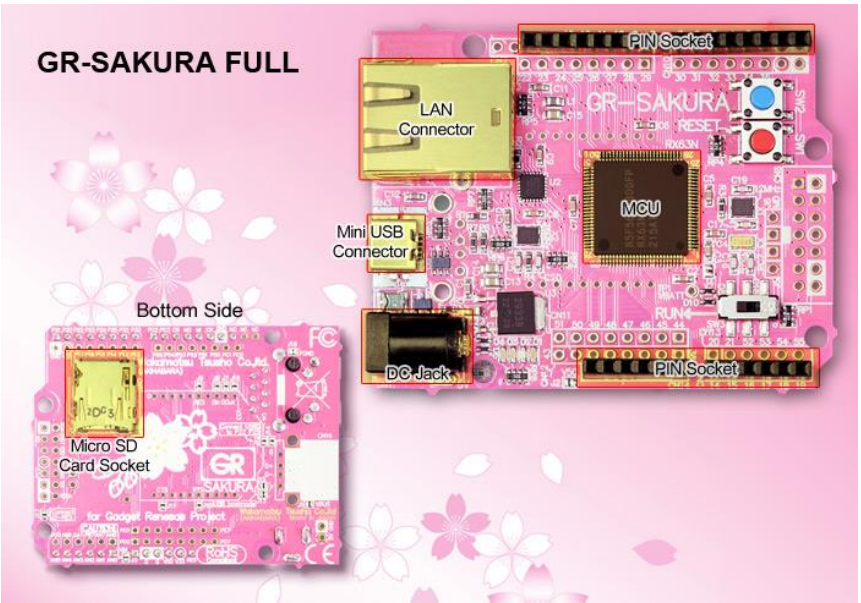
ภาพที่ 2.6 วิธีการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

ภาพที่ 2.7 วิธีการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบฮาฟสเต็ป

วิธีการที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นวิธีการควบคุมทิศทางของสเตปปิ้งมอเตอร์เท่านั้น สำหรับการควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่สามารถทำได้โดยการควบคุมความเร็วของสัญญาณพัลส์ (Pulse) ที่จะใช้สำหรับควบคุมการทำงานแต่ละสเตป ซึ่งความถี่ของสัญญาณพัลส์นี้ต้องขึ้นอยู่กับความสามารถของมอเตอร์ที่ใช้งานว่ามีอัตราสเตป (Step Rate) เป็นเท่าใด หากเราให้สัญญาณควบคุมที่มีความถี่เกินความสามารถของมอเตอร์ที่สามารถรับได้ จะก่อให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน เช่น มอเตอร์อาจมีอาการสั่น มอเตอร์ไม่หมุน หรือ มอเตอร์อาจหมุนกลับไปมาไม่แน่นอน เป็นต้น

2.3 GR-Sakura Full Controller Board



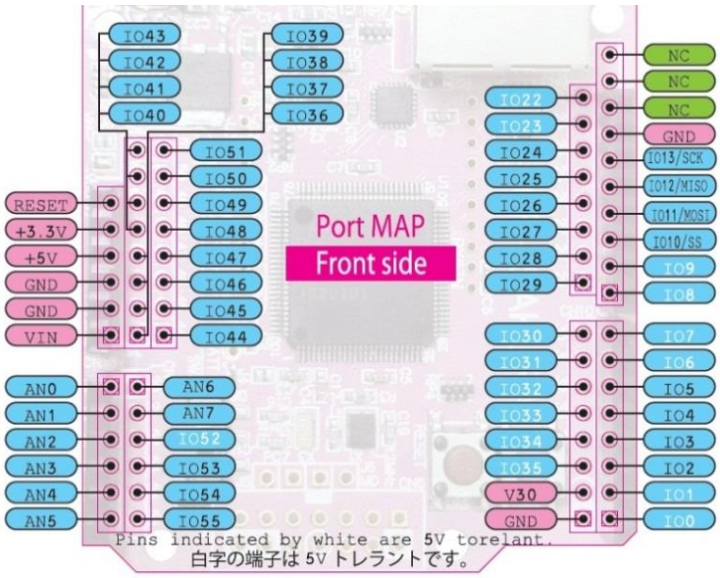
ภาพที่ 2.8 GR - Sakura Full Controller Board

GR-Sakura เป็นหนึ่งในบอร์ดที่อยู่ในซีรีย์ Gadget Renesas ทำงานบน MCU ซีรีย์ RX63N 32 บิต ซึ่งเป็นรุ่นต่อมาของ MCU RX62N มีหน่วยความจำแฟลชแบบ on-chip ที่มีฟังก์ชันการสื่อสารซึ่งได้รับการปรับปรุงใหม่ รวมถึงอีเทอร์เน็ตคอนโทรลเลอร์และโฮสต์/ฟังก์ชัน USB 2.0 แฟลชแบบ on-chip ของ RX63N สามารถตั้งโปรแกรมได้ผ่านทางโหมดอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ของ USB

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะของ GR-Sakura Controller Board

Mtfr. Part No.	GR-SAKURA FULL	GR-SAKURA
MCU	RX63N (R5F563NBDDFP) built-in FPU	RX63N (R5F563NBDDFP) built-in FPU
Operating frequency	96MHz	96MHz
Flash Memory	1MB	1MB
RAM	125KB	125KB
Interface	Ethernet-enabled USB function / Host XBee™ support JTAG-compatible	Ethernet-enabled USB function / Host XBee™ support JTAG-compatible
I/O	55: Digital I / O pin 16 pin analog input	55: Digital I / O pin 16 pin analog input
Option	LAN (RJ45) connector, 5VDC jack and a micro SD card socket already soldered on board.	-

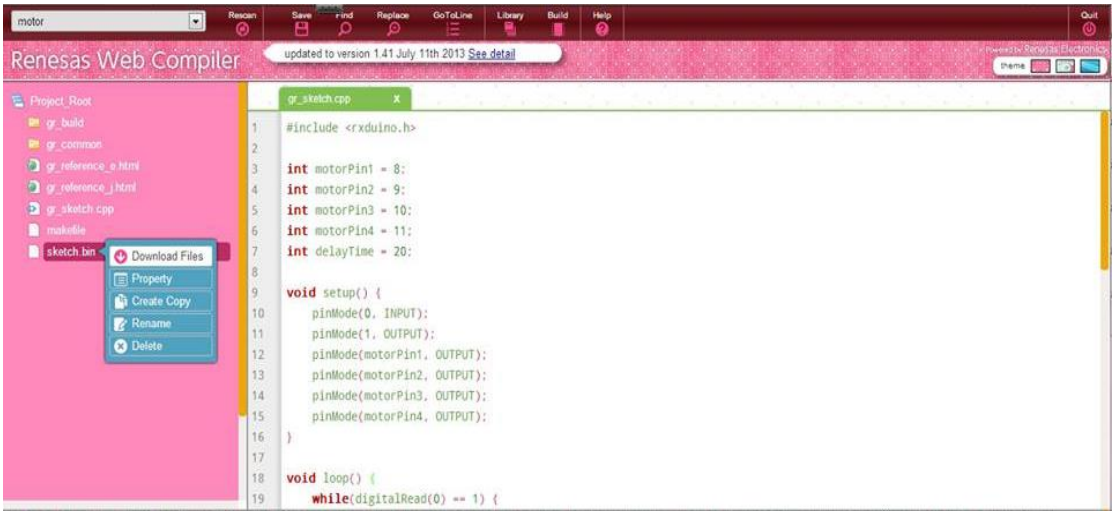
- รองรับเฮดเดอร์ขาที่เข้ากันได้กับฮาร์ดแวร์โอเพนซอร์สที่นิยมใช้ ซึ่งสามารถเชื่อมต่อและพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ ด้วยบอร์ดอุปกรณ์ต่อพ่วงในอุตสาหกรรมได้มากมาย
- เข้าถึง I/O ของ RX63N
- ซอฟต์แวร์พัฒนา รวมถึงคอมไพเลอร์ที่มีให้บริการผ่านทางเว็บไซต์ Renesas
- ฟังก์ชันโฮสต์ USB (Andriod-ADB/ADK) พร้อมขาสำหรับ LAN, microSD และ Xbee
- ซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน Android
- ดาวน์โหลดซอฟต์แวร์จากระยะไกลและเขียนทับผ่าน LAN (มีสายและไร้สาย)



ภาพที่ 2.9 GR - Sakura Full Port Map

2.4 Renesas Web Compiler

เว็บคอมไพเลอร์ Renesas อยู่บน Cloud เซิร์ฟเวอร์ของ Renesas ผ่านทางเว็บไซต์ http://tool-cloud.renesas.com ซึ่งเราสามารถเข้าสู่ระบบ อัพโหลด และคอมไพล์โปรแกรม จากนั้นจึงดาวน์โหลดไฟล์ลงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางเว็บเบราเซอร์โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย



ภาพที่ 2.10 Renesas Web Compiler

วิธีการเข้าสู่ระบบ

- การใช้งานปกติ : คลิกที่ Login : เพื่อที่จะใช้งานในโหมดการใช้งานปกติ เราต้องลงทะเบียน My Renesas
- ทดลองใช้งาน : คลิกที่ Guest Login : เราจะสามารถใช้เว็บคอมไพเลอร์ได้โดยไม่จำเป็นต้องลงทะเบียน My Renesas แต่ไฟล์ทั้งหมดที่ทำในขณะที่เข้าสู่ระบบแบบทดลองใช้จะถูกลบทันทีหลังจากออกจากระบบ แต่ถ้าหากเข้าและออกจากระบบโดยใช้บัญชี My Renesas แล้วพยายามที่จะเข้าสู่ระบบในฐานะทดลองใช้ เว็บคอมไพเลอร์จะทำการเข้าสู่ระบบแบบ My Renesasให้เอง

ข้อดีของการใช้งานร่วมกับ GR Reference Board

GR (Gadget Renesas) series boardsสามารถทำงานกับเว็บคอมไพเลอร์นี้ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย เพียงแค่เชื่อมต่อบอร์ดเข้ากับคอมพิวเตอร์ แท็บแล็ต หรือ สมาร์ทโฟน ด้วยสาย USB ก็จะสามารถดาวน์โหลดไฟล์ที่ถูกคอมไพล์บนเว็บคอมไพเลอร์ และรันโปรแกรมบนบอร์ดได้

ข้อจำกัด

- เว็บเบราเซอร์ที่แนะนำ : Firefox, Chrome, และอื่นๆที่อยู่ภายใต้การประเมิน * สามารถใช้ได้กับ IE เวอร์ชัน 9 ขึ้นไป ต้องปิดการทำงานของ Compatible display mode
- ชนิดของคอมไพเลอร์ : GNU GCC (ถ้าต้องการใช้คอมไพเลอร์ Renesasแบบเดิม ให้ใช้บนระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล)
- Work Space : ต้องการ100MBสำหรับการทำงาน1บัญชี My Renesas

คุณสมบัติ

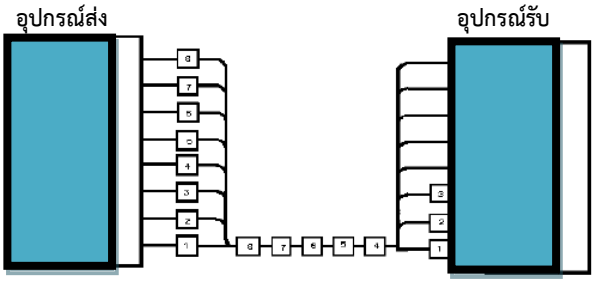
- สร้างไฟล์ (ถูกแสดงในแบบ tree)
- คอมไพล์ไฟล์ (และสร้างไฟล์)
- สามารถดาวน์โหลดไฟล์ลงบนคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ได้
- มีตัวอย่างโปรแกรมและไลบรารี่ในโฟลเดอร์เว็บคอมไพเลอร์ไลบรารี่
- สามารถลากและวางเพื่อรันโปรแกรมบนบอร์ดโดยผ่านสาย USB

2.5 การเชื่อมต่อแบบอนุกรม (Serial Communication)

การเชื่อมต่อระบบไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกส่วนใหญ่จะใช้การเชื่อมต่อแบบขนาน(parallel transmission) กับแบบอนุกรม(serial transmission) สำหรับการเชื่อมต่อแบบอนุกรมนิยมใช้กันมาก เช่น การเคลื่อนย้ายกันระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ หรือ อุปกรณ์เสริมต่างๆ เช่น mouse เป็นต้น

2.5.1 วิธีการถ่ายโอนข้อมูล

ในการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมนั้น ข้อมูลจะได้รับการส่งออกมาครั้งละ 1 บิตระหว่างจุดรับและจุดส่ง จะเห็นว่ามีการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้จะช้ากว่าการส่งข้อมูลแบบขนาน แต่ยังคงใช้อยู่ก็เพราะตัวกลางการสื่อสารต้องการช่องเดียวหรือมีสายเพียงคู่เดียวซึ่งจะประหยัดค่าใช้จ่าย ในการใช้ตัวกลางมากกว่าแบบขนานซึ่งถ้าเป็นระยะทางไกลจะดีเพราะเรามีระบบการสื่อสารทางโทรศัพท์ อยู่แล้ว จึงสามารถนำมาใช้ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้ได้



ภาพที่ 2.11 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแบบอนุกรมเสียก่อนแล้วค่อยทยอยส่งครั้งละ 1 บิต ไปยังที่จะรับ ณ จุดรับจะต้องมีกลไกในการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งมาครั้งละบิตให้เป็นสัญญาณแบบขนาน ซึ่งลงตัวพอดี นั่นคือ บิตที่ 1 ลงที่บัสข้อมูลเส้นที่1พอดี การที่จะทำให้การแปลงสัญญาณจากแบบอนุกรม ครั้งละบิตให้ลงพอดีนั้น จำเป็นต้องมีกลไกที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการผิดพลาดจากการรับ กลไกที่ว่าแบ่ง ออกเป็น 2 แบบ คือ แบบซิงโครนัส(synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (asynchronous)

2.5.2 รูปแบบของการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม

การติดต่อแบบอนุกรมอาจจะแบ่งตามรูปลักษณะการส่งข้อมูลได้ 3 แบบคือ

1. แบบซิมเพลก (simplex) เป็นการส่งข้อมูลได้ทางเดียวเท่านั้น บางครั้งเรียกว่า การส่งทิศทางเดียว

2. แบบฟูลดูเพลกซ์ (full duplex) ทั้ง 2 สถานีสามารถรับ และส่งได้ในเวลาเดียวกัน

ภาพที่ 2.12 การสื่อสารแบบฮาล์ฟดูเพลกซ์ และฟูลดูเพลกซ์

จากรูป แสดงให้เห็นว่าการส่งทั้งสองแบบไม่ขึ้นกับจำนวนสายในการติดต่อ เพราะบางครั้งอาจจะใช้วิธีการแยก ความถี่ที่แตกต่างกันระหว่างสัญญาณข้อมูลของฝ่ายส่งกับฝ่ายรับ

2.5.3 ความเร็วในการส่งถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

ความเร็วของการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรมมีหน่วยวัดเป็น บิตต่อวินาที หรือที่เรียกว่า บีพีเอส (bps) แต่เรายังมีหน่วยที่นิยมใช้กันมากคือ โบด์เรต หรือ อัตราโบด์ (baud rate) ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1 วินาที หลายคนยังเข้าใจสับสนระหว่างหน่วยบีพีเอส กับอัตราโบด์ กล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ 1ครั้งอาจจะแสดงถึง การส่งข้อมูลแบบอนุกรมมากกว่า 1 บิต อัตราการส่งข้อมูลเป็นจำนวนบิตจึงเท่ากับ อัตราโบด์คูณกับจำนวนบิตใน 1 โบด์

2.5.4 การแปลงข้อมูลแบบขนานเป็นแบบอนุกรม

ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมนั้นต้องแปลงข้อมูลจากแบบขนานมาเป็นแบบอนุกรมก่อน โดยปกติ จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ส่งข้อมูลมายังรีจีสเตอร์แล้วแปลงข้อมูลเป็นแบบอนุกรมกระบวนการในการ แปลงข้อมูล มีดังนี้

1. ทำการเก็บข้อมูลขนาด 8 บิตไปไว้ในชิฟต์รีจีสเตอร์

2. เลื่อนข้อมูลจากชิฟต์รีจีสเตอร์ไปทีละบิตตามการกำหนดด้วยช่วงเวลา โดยอัตราโบด์จะเป็นตัวกำหนด

ลักษณะการทำงานจะเป็นไปตามบล็อกไดอะแกรม โดยซีพียูส่งข้อมูลเอาต์พุตที่มีขนาด 8 บิต ออกมาเป็นแบบขนาน มายังชิฟต์รีจีสเตอร์ แล้วให้มีการเลื่อนบิตออกไป

2.5.5 บิตสตาร์ตและบิตสต็อป

การรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสจะต้องมีการบอกจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรม (frame)ข้อมูลเสมอ โดยปกติจะให้สภาวะไอเดิลเหมือนเช่นบิตสต็อป ดังนั้นส่วนของบิตสตาร์ตจะตรงข้ามกับไอเดิล โดยทั่วไปของการส่งข้อมูลจะใช้ 1 บิตเป็นตัวบอกสตาร์ต และใช้ลอจิก "0" เป็นตัวบอกบิตสตาร์ต ส่วนบิตสต็อปจะยาวกว่าที่กำหนดก็ได้ก่อนที่จะเริ่มต้นเฟรมใหม่

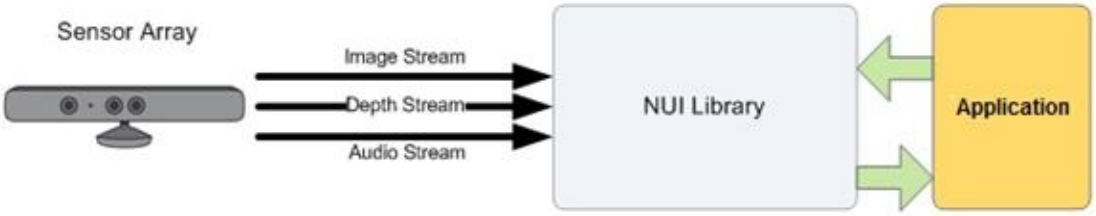
2.6 Kinect for Windows® Software Development Kit (SDK)

ภาพที่ 2.13 โลโก้ของ Kinect for Windows SDK

นักพัฒนาสามารถใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะเพิ่มเติมจาก Windows SDK ได้ และสามารถนำไปพัฒนาเพื่อเป็นแอพพลิเคชันที่ใช้ในเชิงพาณิชย์โดยใช้ร่วมกับ Kinect และระบบที่รันบนระบบปฏิบัติการ Windows ในเว็บไซต์ของ Microsoft (www.microsoft.com) จะมีส่วนของ Developer Downloads ไว้เพื่อให้นักพัฒนาสามารถดาวน์โหลด Kinect for Windows SDK ได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย นักพัฒนาสามารถใช้ภาษา C++, C# หรือ Visual Basic เพื่อที่จะสร้างแอพพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการจดจำท่าทางและเสียง ในขั้นตอนแรกจะต้องดาวน์โหลด Kinect for Windows SDK จะประกอบไปด้วยไดรฟ์เวอร์ที่ใช้ควบคุมเซนเซอร์ของ Kinect จากนั้นให้ทำการดาวน์โหลด Kinect for Windows Developer Toolkit ประกอบไปด้วย Kinect Fusion ซึ่งสามารถควบคุมการตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวง่ายๆและต่อเนื่อง จะมีข้อมูล เช่น ตัวอย่างของการใช้งานและ API ที่ช่วยให้ประหยัดเวลาการพัฒนา เป็นต้น

2.6.1 สถาปัตยกรรมการออกแบบ Kinect for Windows SDK

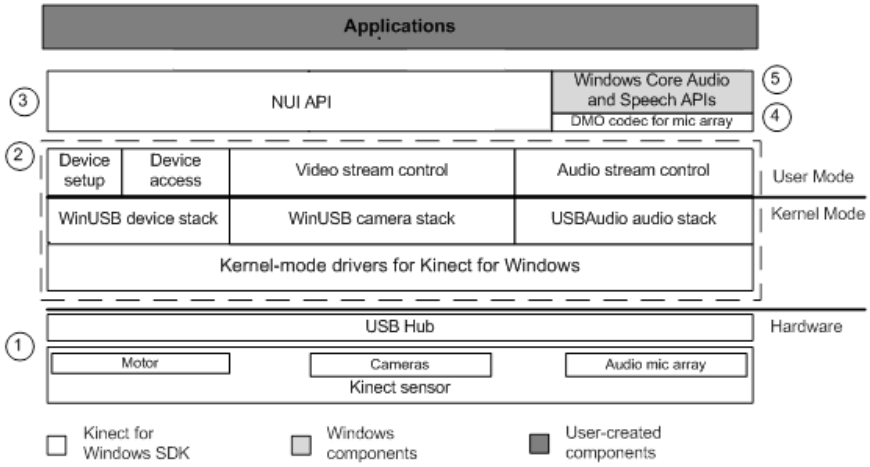
Kinect for Windows SDK มีซอฟต์แวร์ไลบรารี่และชุดเครื่องมือที่ช่วยให้นักพัฒนาสามารถดึงข้อมูลจาก Kinect มาใช้งานได้ ซึ่งข้อมูลที่ถูกนำมาใช้งานจะเป็นข้อมูลแบบเรียลไทม์ เซนเซอร์ของ Kinect และไลบรารี่ของซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องในการโต้ตอบระหว่างแอพพลิเคชันกับตัวผู้ใช้งานสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



ภาพที่ 2.14 ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องในการโต้ตอบระหว่างแอพพลิเคชันกับผู้ใช้งาน

2.6.2 องค์ประกอบของสถาปัตยกรรมการออกแบบ Kinect for Windows SDK

องค์ประกอบของสถาปัตยกรรมการออกแบบ Kinect for Windows SDK สามารถแยกองค์ประกอบได้ ดังรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 2.15 องค์ประกอบของสถาปัตยกรรมการออกแบบ Kinect for Windows SDK

1. Kinect Hardware : ส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์ในส่วนของเซนเซอร์ USB hub รวมไปถึงเซนเซอร์ที่ทำการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วย

2. Kinect Drivers : ไดรฟ์เวอร์สำหรับ Kinect ซึ่งได้ทำการติดตั้งไว้เป็นส่วนหนึ่งของ SDK Kinect Natural User interface (NUI) : ใช้ในการตรวจจับภาพสี ข้อมูลความลึก และเสียง

3. DirectX Media Object (DMO) : ส่วนขยายของ Multi-Array Microphone ใช้ในการส่งสัญญาณผ่านอากาศ และสามารถระบุตำแหน่งของต้นกำเนิดเสียงได้

4. Windows 7 Standard APIs : เสียง คำพูด และสื่อ API บน Windows 7

2.6.3 Natural User Interface for Kinect

Natural User interface (NUI) เป็นส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อ Kinect for Windows API เพื่อรองรับการประมวลผลภาพขั้นพื้นฐาน โดยมีการจัดการเพื่อใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

1. การเข้าถึงเซนเซอร์ของ Kinect ที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วยสตรีมเสียง สตรีมภาพ และสตรีมข้อมูลความลึก

2. ซอฟต์แวร์ที่สามารถจดจำและตรวจจับโครง Skeleton โดยการนำข้อมูลความลึกมาแปลงข้อมูลเป็นโครงร่างข้อต่อในร่างกายของมนุษย์ สามารถตรวจจับโครง Skeleton ได้สูงสุดสองโครงในเวลาเดียวกัน

3. ใช้งานร่วมกับ Microsoft Speech APIs เพื่อให้สามารถจดจำคำพูดและใช้คำสั่งเสียงได้

4. ใช้งานร่วมกับ Face Tracking SDK เพื่อให้สามารถตรวจจับโครงหน้าของมนุษย์ได้

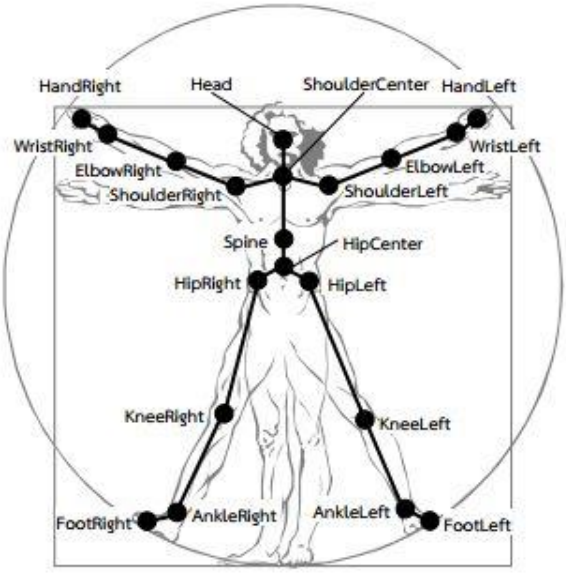
2.7 Skeleton Tracking

การทำ Skeleton Tracking คือการตรวจจับโครง Skeleton ของผู้ใช้งานสามารถนำไปประยุกต์กับแอพพลิเคชันได้หลากหลายรูปแบบ โดยกล้อง Kinect นั้นมี Natural User Interface (NUI) ที่สามารถเข้าจัดการซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับโครง Skeleton ดังนั้นจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการตรวจจับการเคลื่อนไหวของร่างกายแบบ Markerless Motion Capture ได้

2.7.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโครง Skeleton ที่ได้รับมาจากการตรวจจับ

ภาพที่ 2.16 แสดงแกน X, Y และ Z ของกล้อง Kinect

โครง Skeleton ที่ได้มาจากการตรวจจับของกล้อง Kinect ได้มีการให้ข้อมูลตำแหน่งของข้อต่อของผู้ที่ถูกตรวจจับได้โดยตำแหน่งของกล้องจะเป็นตำแหน่งจุดกำเนิดตามที่แสดงในรูป ซึ่งแกน Z จะเป็นทิศทางที่กล้องตรวจจับ และมีค่าเป็นบวกเสมอ ค่า X จะเป็นค่าแสดงระยะทางที่ห่างออกไปจากจุดกำเนิดตามแนวนอนที่กล้องตรวจจับ ค่า Y จะเป็นค่าแสดงระยะทางที่ห่างออกไปจากจุดกำเนิดตามแนวตั้งที่กล้องตรวจจับ



ภาพที่ 2.17 ตำแหน่งของข้อต่อที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของร่างกายมนุษย์

ตำแหน่งข้อต่อที่ตรวจจับได้จะสัมพันธ์กับตำแหน่งของร่างกายมนุษย์ 20 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งข้อต่อจะมีค่า X, Y และ Z ในหน่วยเมตรและแต่ละตำแหน่งข้อต่อจะมีฟิลด์ TrackingState แสดงสถานะการตรวจจับตำแหน่งข้อต่อนั้นๆโดยค่าที่ได้จะเป็นหนึ่งใน NotTracked (ไม่สามารถตรวจจับได้), Inferred (การตรวจจับโดยการประมาณ) และ Tracked (สามารถตรวจจับได้)

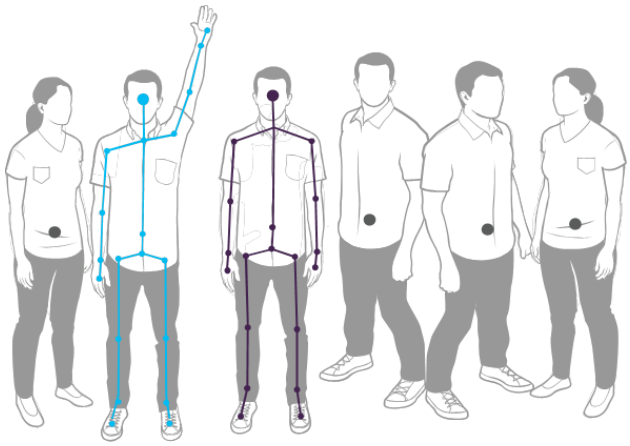
ในการตรวจจับตำแหน่งข้อต่อบนร่างกาย หากผู้ที่ถูกตรวจจับยืนหันหน้าเข้าหากล้องในระยะห่าง 1.2 – 3.5 เมตรค่า X, Y และ Z ของข้อต่อที่ถูกตรวจจับได้จะมีค่าใกล้เคียงกับการวัดจริง และฟิลด์ TrackingState จะมีค่า Tracked แต่หากมีบางข้อต่อที่กล้องไม่สามารถตรวจจับได้หรือถูกบดบังไป เช่น ยืนมือไพล่หลัง เป็นต้น ค่าตำแหน่งของข้อต่อนั้นจะเป็นค่าประมาณ และฟิลด์ TrackingState จะมีค่า NotTracked หรือ Inferred

2.7.2 ข้อกำหนดในการทำ Skeleton Tracking

การทำ Skeleton Tracking ด้วยการประมวลผลของกล้อง Kinect นั้นมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ข้อกำหนดในการทำ Skeleton Tracking

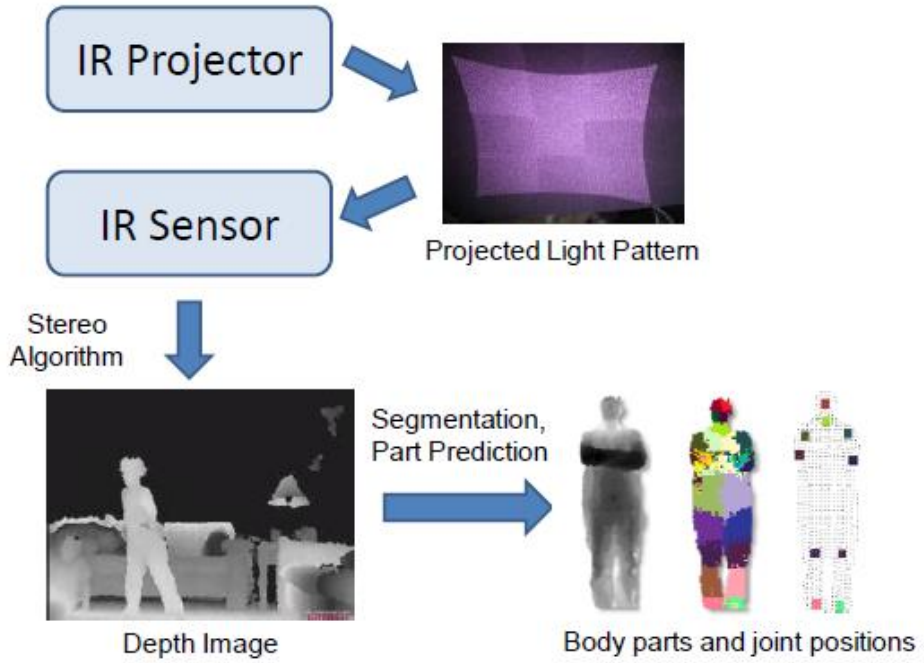
หัวข้อ	ข้อกำหนด
จำนวนคนที่สามารถตรวจจับได้	ตรวจจับได้สูงสุด 6 คน
จำนวนคนที่สามารถระบุรายละเอียดโครง Skeleton ได้	ระบุรายละเอียดได้สูงสุด 2 คน
ลักษณะคนที่กล้องสามารถตรวจจับได้	เซนเซอร์จะต้องสามารถตรวจจับส่วนของศีรษะและท่อนบนของร่างกายได้
ระยะห่างจากกล้องที่สามารถตรวจจับได้	0.8 เมตร ถึง 4.0 เมตร



ภาพที่ 2.18 ข้อกำหนดเรื่องจำนวนคนในการทำ Skeleton Tracking

2.7.3 ขั้นตอนการทำ Skeleton Tracking ด้วย Kinect

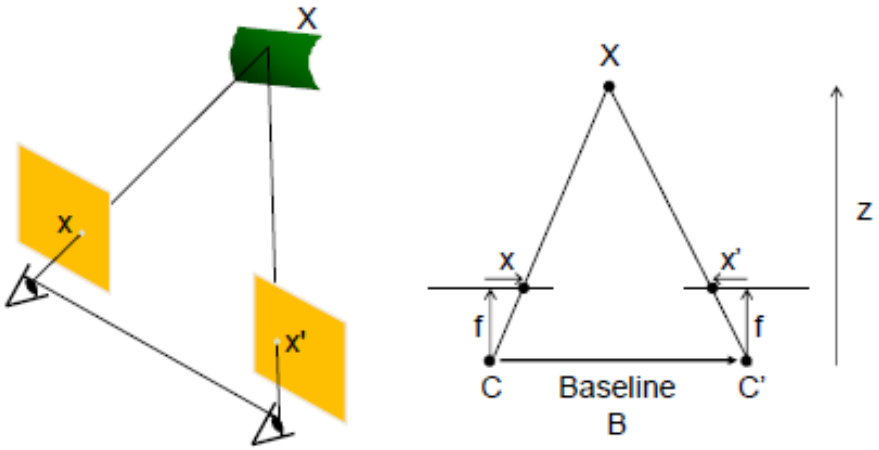
ในการทำ Skeleton Tracking นั้นมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้



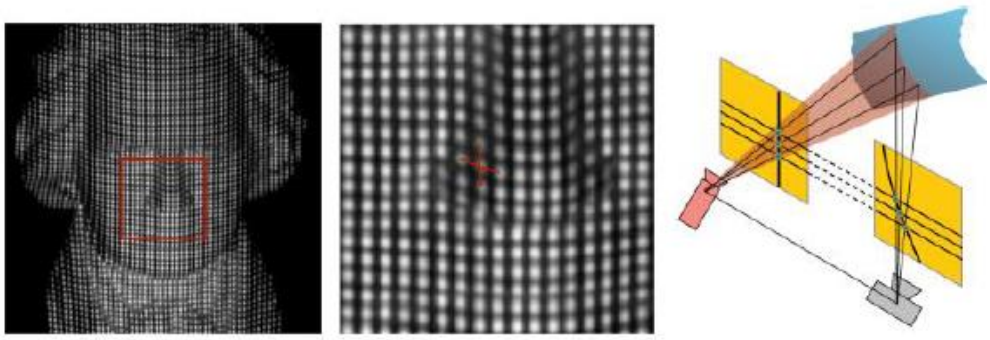
ภาพที่ 2.19 ภาพรวมขั้นตอนการทำ Skeleton Tracking

2.7.3.1 Stereo Algorithm ในประมวลผลเพื่อสร้าง Depth Image

องค์ประกอบในการประมวลผลเพื่อสร้าง Depth Image ของกล้อง Kinect นั้นประกอบไปด้วยส่วนของ IR Projector ซึ่งจะเป็นตัวฉายแสงไปยังวัตถุ จากนั้นกล้อง IR Sensor จะทำการพิจารณาแสงเหล่านั้น พร้อมทั้งส่งค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า Depth ต่อไป



ภาพที่ 2.20 Basic Stereo Matching Algorithm



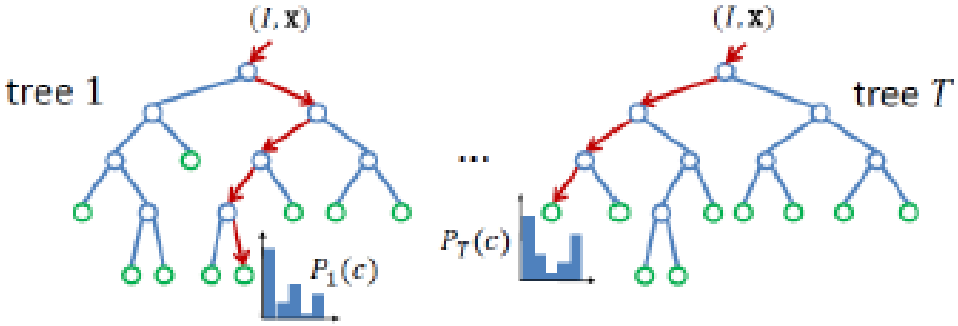
ภาพที่ 2.21 Structure Light Projection

2.7.3.2 แบ่งภาพเป็นส่วนต่างๆ ของร่างกายจาก Depth Image

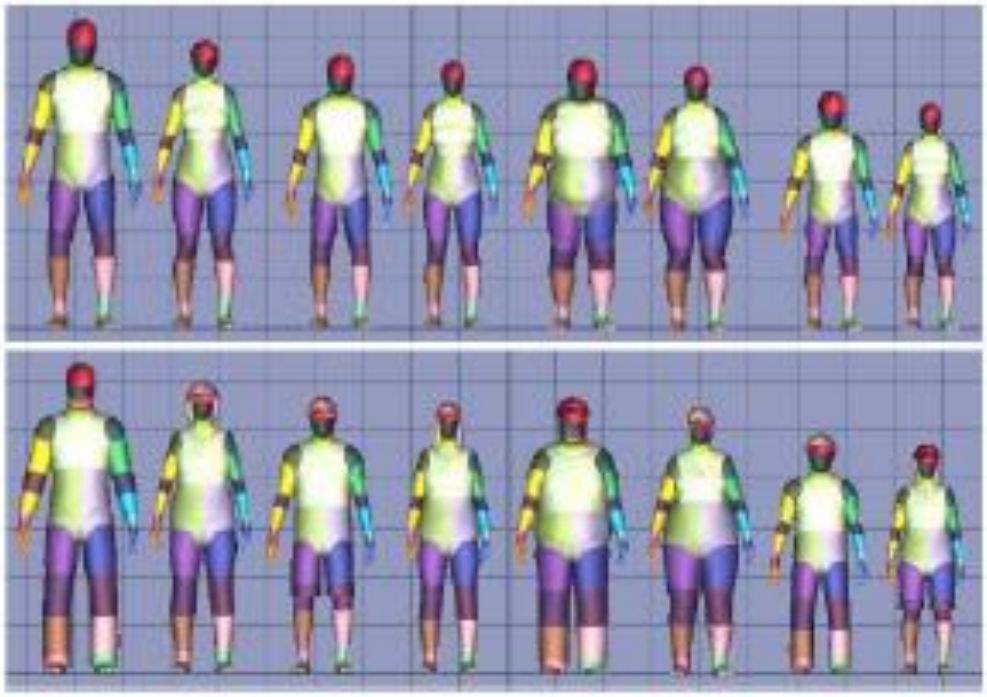
ภาพที่ 2.22 Extract Body Pixels by Thresholding Depth

เมื่อได้รับ Depth Image มาใช้งานแล้ว ในขั้นตอนถัดไปจะทำการแบ่งภาพออกเป็นส่วนต่างๆ ของร่างกายทั้งหมด 31 ส่วน ด้วยวิธีการ Random Decision Forests ซึ่งจะมีการนำกลุ่มตัวอย่างเป็นบุคคลที่มีขนาดและสัดส่วนของร่างกายที่แตกต่างกัน จากนั้นนำ Depth Image ที่ได้มาจากกลุ่มตัวอย่างนั้น มาทำการเรียนรู้เพื่อสร้าง tree สำหรับการแบ่งประเภทของกลุ่มตัวอย่าง มีข้อมูลรายละเอียดของการสร้าง tree ดังต่อไปนี้

1. มีทั้งหมด 3 tree ซึ่ง depth ของแต่ละ tree เท่ากับ 20
2. ใช้ Training image ทั้งหมด 300,000 ภาพ (เลือกแบบสุ่มจาก 1 ล้านภาพ)
3. Training image แต่ละภาพเลือกใช้ 2,000 พิกเซล
4. Feature (ค่า Depth ของแต่ละพิกเซล) ที่ใช้ในการเรียนรู้ทั้งหมด 2,000 รูปแบบ



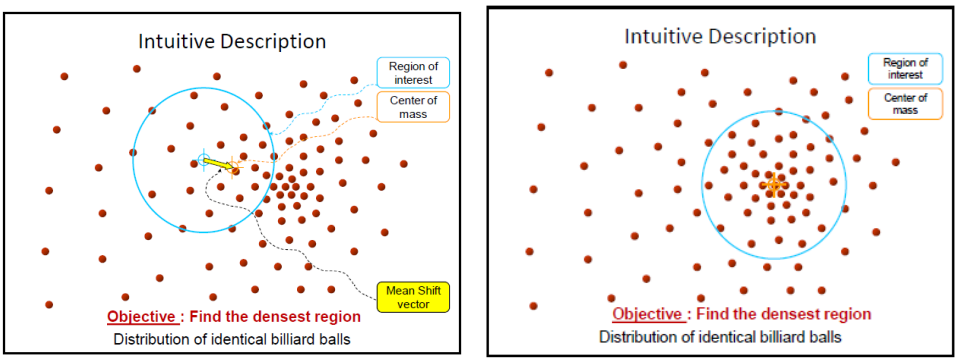
ภาพที่ 2.23 การเรียนรู้ด้วยวิธี Random Forests



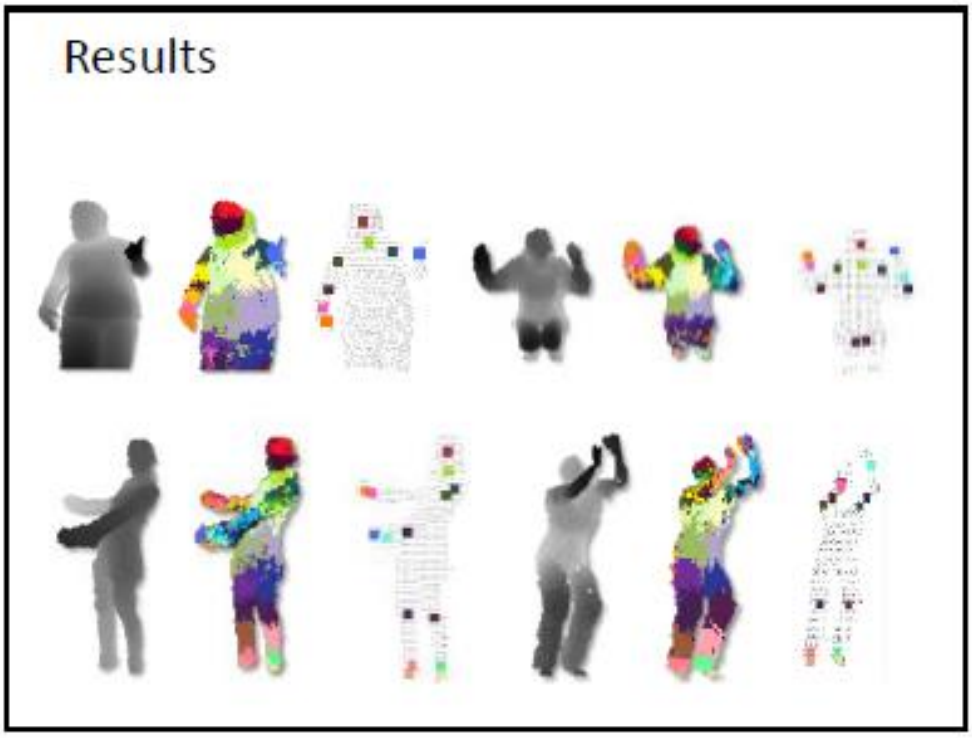
ภาพที่ 2.24 ใช้ Training Image จากกลุ่มตัวอย่างบุคคลหลากหลายขนาด

2.7.3.3 การประมาณตำแหน่งของข้อต่อ

เมื่อทำการแบ่งแยกภาพออกเป็นส่วนของร่างกายได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการประมาณตำแหน่งของข้อต่อด้วยวิธีการ Mean-Shift Clustering ซึ่งเป็นการสร้าง Window แล้วทำการค้นหาพื้นที่ของแต่ละส่วนของร่างกายว่าพื้นที่ส่วนใดที่มีความหนาแน่นมากที่สุด



ภาพที่ 2.25 Mean-Shift Cluster เพื่อหา Densest Region



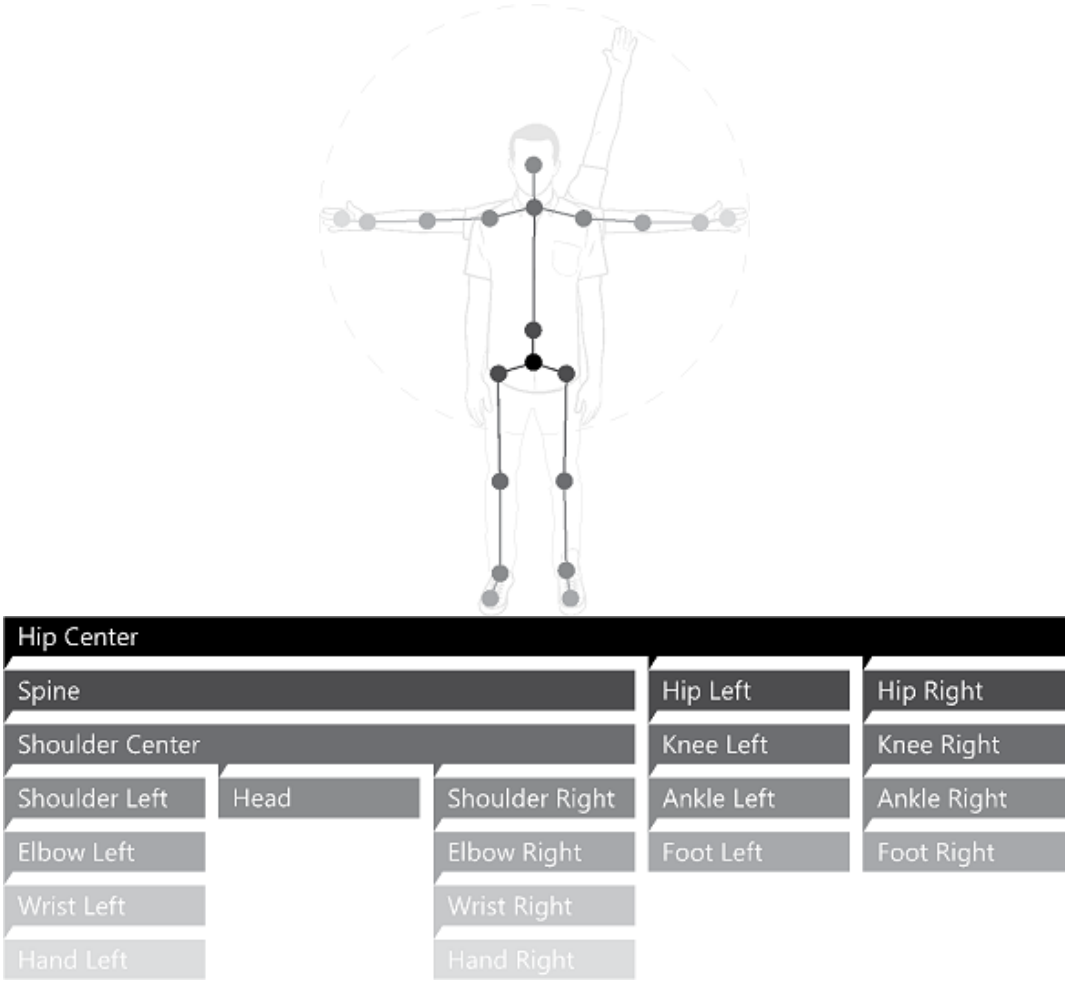
ภาพที่ 2.26 ผลลัพธ์ของการทำ Skeleton Tracking จาก Depth Image

2.7.4 การกำหนดตำแหน่งของข้อต่อ

การกำหนดตำแหน่งข้อต่อในโครง Skeleton ของ Kinect for Windows SDK นั้นจะทำการวางแนวของข้อมูลที่ได้รับมา โดยการวางโครงของ Skeleton จะถูกกำหนดไว้สองรูปแบบ คือ

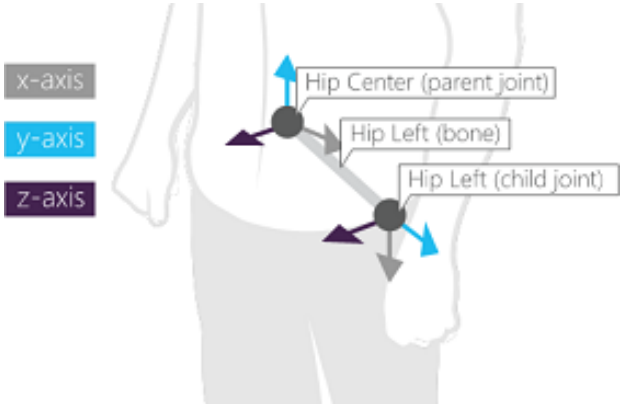
- การลำดับขั้นของข้อต่อตามความสัมพันธ์ของท่อนกระดูกในโครงสร้างของ Skeleton
- การกำหนดตำแหน่งในพิกัดของกล้อง Kinect

ในส่วนของการลำดับขั้นความสัมพันธ์ของท่อนกระดูก (Bones Hierarchy) จะใช้ข้อต่อที่กำหนดโดย การทำเริ่มต้นที่ส่วนของกระดูกเชิงกราน (Hip Center Joint) แล้วค่อยๆ กระจายการ Tracking ไปยังข้อต่ออื่นๆ จนสิ้นสุดที่ส่วนของเท้า มือ และศีรษะ ดังแสดงในรูปต่อไปนี้



ภาพที่ 2.27 ลำดับขั้นของข้อต่อความสัมพันธ์ของท่อนกระดูกของโครง Skeleton

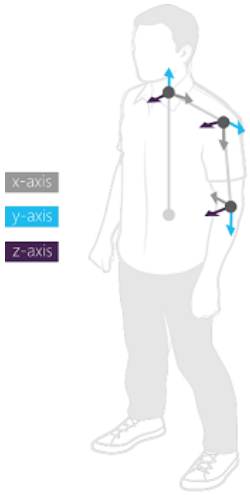
โดยแต่ละท่อนกระดูกจะถูกระบุเป็น Parent Joint และ Child Joint ตัวอย่างเช่น ส่วนของสะโพกซ้ายและสะโพกขวาเป็น Child Joint ของ ส่วนของกระดูกเชิงกรานที่เป็น Parent Joint



ภาพที่ 2.28 การระบุท่อนกระดูกในรูปแบบ Parent Joint และ Child Joint

2.7.5 การอ้างอิงแกนคาร์ทีเซียนในพื้นที่ 3 มิติ

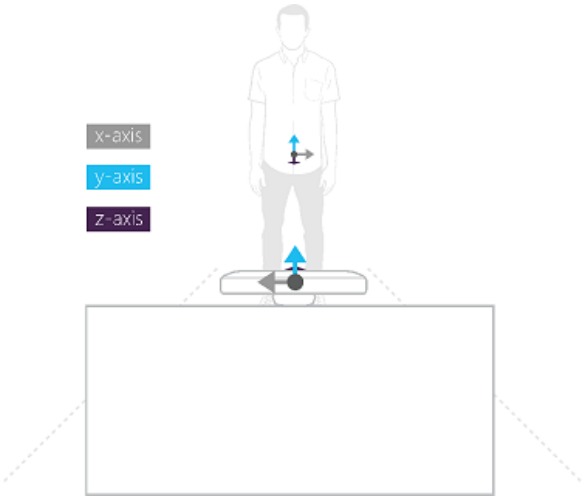
เมื่อทำการกำหนดตำแหน่งของข้อต่อทุกส่วนได้ครบถ้วน ก็จะเป็นเรื่องของการเคลื่อนที่ของข้อต่อต่างๆ ว่าถ้าหากหมุน Parent Joint แล้ว Child Joint จะต้องเคลื่อนที่ตามเป็นระยะเท่าใด ด้วยความสัมพันธ์นี้จึงเป็นตัวบอกว่าการอ้างอิงของพิกัดคาร์ทีเซียนในพื้นที่ 3 มิตินั้นวางตัวอย่างไร ซึ่งจะบอกได้ด้วยแกน y



ภาพที่ 2.29 การระบุแกนการหมุนของแต่ละจุดข้อต่อ

2.7.6 การกำหนดตำแหน่งของผู้ใช้งาน

การกำหนดตำแหน่งของผู้ใช้งานจะเริ่มต้นที่การระบุพิกัดคาร์ทีเซียนที่จุดของกระดูกเชิงกราน โดยอนุมานว่าจุดนี้เป็นตัวแทนของผู้ใช้งาน โดยมีแกน y เป็นแกนในแนวตั้ง แกน x ชี้ไปทางด้านซ้าย และแกน z ชี้เข้าหาตัวกล้อง จากนั้นจะทำการคำนวณตำแหน่งอื่นๆ ของแต่ละท่อนกระดูกต่อไปด้วยการคูณด้วยเมทริกซ์การเคลื่อนย้าย (The Rotation Matrix) ด้วยเมทริกซ์ที่ระบุตำแหน่งของ Parent Joint



ภาพที่ 2.30 กำหนดตำแหน่งของผู้เล่น โดยเริ่มที่จุดของกระดูกเชิงกราน

2.8 Microsoft Visual Studio

ภาพที่ 2.31 โลโก้ของ Microsoft Visual Studio 2012

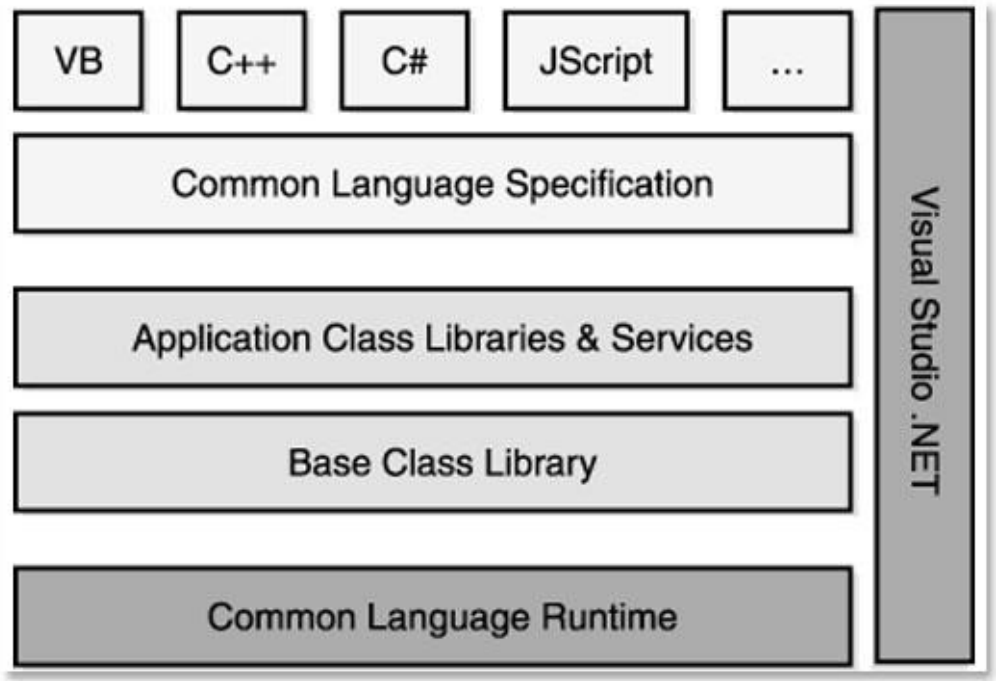
Microsoft Visual Studio เป็นโปรแกรม Integrated Development Environment (IDE) พัฒนาโดย Microsoft ใช้เพื่อการพัฒนาคอนโซลและออกแบบ GUI ร่วมกับการใช้งาน Windows Form (WPF) เว็บไซต์และเว็บเซอร์วิส โดยรองรับแพลตฟอร์มของ Microsoft ทั้งหมด แก่ Microsoft Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, .NET Compact Framework อีกทั้งยังสนับสนุนการเขียนโปรแกรมในภาษาที่แตกต่างกัน โดยวิธีการให้บริการภาษาต่างๆ เช่น C/C++, VB.NET, C#, Python, Ruby เป็นต้น

ปัจจุบัน Microsoft Visual Studio 2012 จะแตกต่างจากรุ่นก่อน คือ Visual Studio Express รุ่นก่อน ๆ จะแยก VB C# และ C++ ออกเป็นคนละโปรแกรม แต่มาเวอร์ชันนี้เป็น All-in-one แบบเวอร์ชันที่ต้องเสียเงินแล้ว แต่ก็ยังจำกัดการสร้าง Project ไว้แค่ Windows Form App, WPF App, Console App, Class Library และ Empty Project เหมือนเดิม แต่ยังคงกำหนด Target framework ย้อนกลับไปได้ถึง 2.0 เหมือนเดิม

2.9 NET Framework

.NET Technology และ .NET Framework คือ รูปแบบการพัฒนาโปรแกรมแบบใหม่ ที่ไมโครซอฟท์ได้พัฒนาออกมาแล้วระยะหนึ่ง โดยมีจุดประสงค์สำคัญคือสามารถใช้งานในสภาวะของฮาร์ดแวร์หรือระบบปฏิบัติการ ที่แตกต่างกันได้อย่างไม่มีปัญหา (เช่น เครื่องพีซีกับเครื่องแมคหรือระบบปฏิบัติการวินโดว์กับลินุกซ์) และสามารถพัฒนาโปรแกรมใหม่ๆ ได้ด้วยภาษาอะไรก็ได้ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ (เช่น ภาษา C กับ Java เป็นต้น) รวมถึงเป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมต่างๆ ของไมโครซอฟท์ได้โดยง่าย ซึ่งก็รวมไปถึงการทำงานภายในของระบบปฏิบัติการวินโดว์เองด้วย ผู้พัฒนาจึงสามารถพัฒนาโปรแกรมใหม่ๆ ได้โดยง่าย และรวดเร็ว ไม่ติดข้อจำกัดต่างๆ อย่างเช่นการพัฒนาโปรแกรมในสมัยก่อนอีกต่อไป

.NET Framework เป็นแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ที่รองรับภาษาดอตเน็ตมากกว่า 40 ภาษา ซึ่งมี Library เป็นจำนวนมากสำหรับการเขียนโปรแกรม รวมถึงบริหารการดำเนินการของโปรแกรมบน .NET Framework โดย Library นั้นได้รวมส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ การเชื่อมต่อฐานข้อมูล วิทยาการเข้ารหัส อัลกอริทึม การเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน โดย .NET Framework มีส่วนประกอบ ภายในแบ่งออกเป็น 3 ชั้นหลัก ได้แก่



ภาพที่ 2.32 ส่วนประกอบภายในของ .NET Framework

1. Programming Language : เป็นรูปแบบของ ภาษา ที่ ออกแบบ มาเพื่อให้สามารถทำงานในสภาวะที่เป็น .NET ได้โดยที่ทาง Microsoft ได้เปิดตัว ภาษาหลัก ๆที่จะใช้ใน การพัฒนา บน .NET นี้ 3 ภาษา

- C# เป็น ภาษา ใหม่ที่ Microsoft พัฒนา มาจาก C++ กับ JAVA เป็นหลัก
- VB.NET เป็น ภาษา ที่ พัฒนา มาจาก Visual Basic ในเวอร์ชั่น 6.0
- JScript.net เป็นภาษาที่เป็น JavaScript ใน เวอร์ชั่น ของ Microsoft

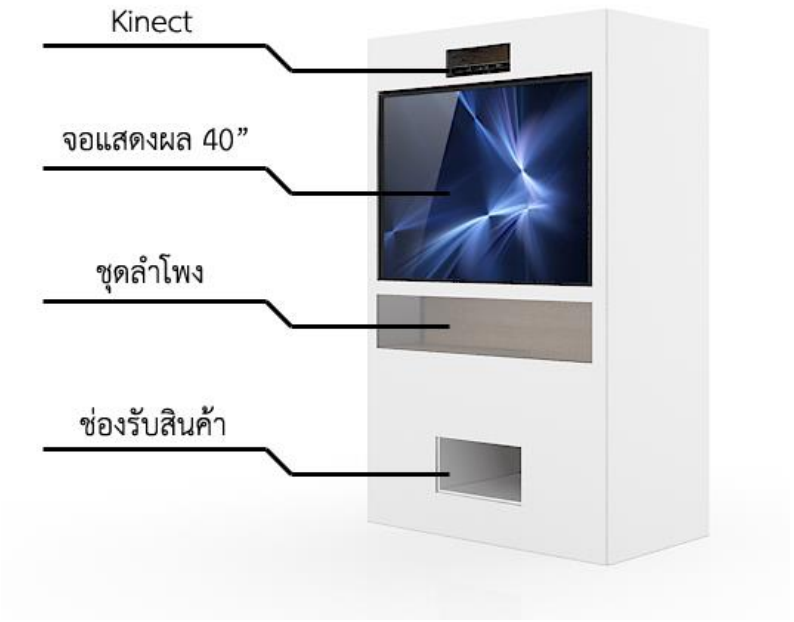
2. Base Classes Library : Library นั้นเปรียบเสมือน ชุดคำสั่งสำเร็จรูป ย่อยๆที่เพิ่มเข้ามา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น ชุดคำสั่ง ที่ต้องใช้งานอยู่เป็นประจำ ดังนั้นจึงมีผู้คิดค้น เครื่องอำนวยความสะดวก ในการเขียนโปรแกรม ซึ่ง Library ใน ภาษา ต่างๆส่วนใหญ่จะอยู่ใน รูปแบบไฟล์ incould แต่ถ้าเป็น ASP สิ่งที่เป็น library ก็คือ component ต่างๆนั่นเอง ซึ่งภายในระบบ .NET จะสร้างสิ่งที่เรียกว่าเป็น Library พื้นฐานขึ้น ทำให้ไม่ว่าจะใช้ ภาษา ใดในการพัฒนา โปรแกรม ก็สามารถที่จะเรียกใช้ Library ที่เป็นตัวเดียวกันได้หมด

3. Common Language Runtime (CLR) : นับเป็น สิ่งสำคัญ แทบจะที่สุดของระบบ .NET นี้ก็ว่าได้ เพราะ CLR ที่ว่านี้มีหน้าที่ทำให้ โปรแกรม ที่เขียนขึ้นมาด้วย ภาษา ต่างๆกัน กลายเป็น ภาษา รูปแบบ มาตรฐาน เดียวกัน ทั้งหมดเรียก ภาษา ที่ว่านี้ว่า Intermediate language (IL) ซึ่งเมื่อต้องการที่จะรัน โปรแกรม ใด CLR ที่ว่านี้จะ ตรวจสอบ เครื่องที่รันว่ามี สภาวะแวดล้อม การทำงาน เช่นใดหลังจากนั้นก็จะ คอมไพล์ เป็น โปรแกรม ที่เหมาะสมต่อ การทำงาน ของเครื่องนั้น ทำให้สามารถใช้งาน โปรแกรมต่างๆได้อย่างมี ประสิทธิภาพสูงสุด ในแต่ละเครื่อง

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

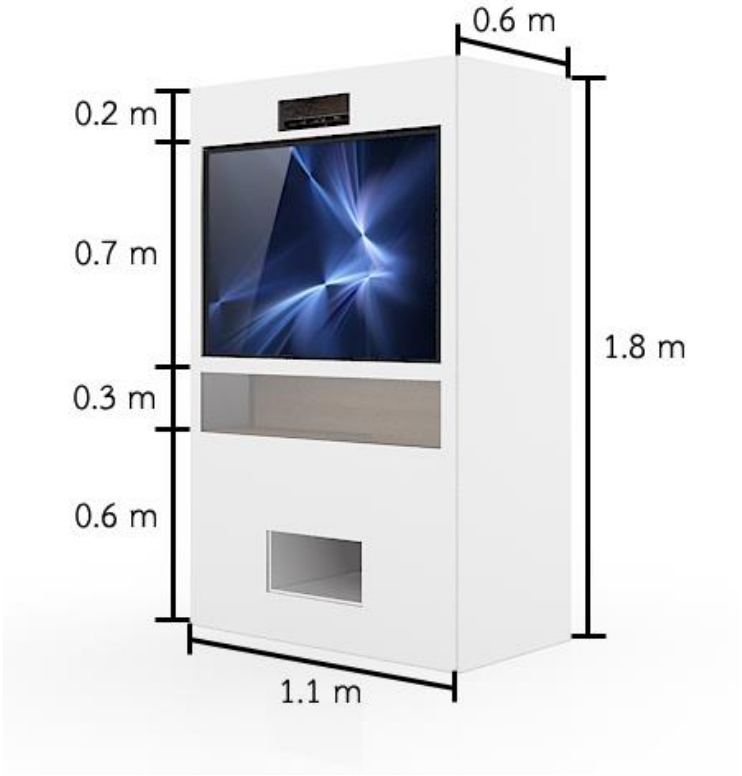
เครื่องประชาสัมพันธ์ผ่านการเต้น เป็นการนำเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ และ Kinect มาพัฒนาให้ทำงานร่วมกัน โดยประมวลผลผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดเป็นเครื่องประชาสัมพันธ์ที่สะดุดตาแก่ผู้คนทั่วไป ดังนั้นในการออกแบบเครื่องจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ตัวเครื่องต้องมีความน่าสนใจ และสามารถดึงดูดให้ผู้ที่พบเห็นอยากจะเข้ามาร่วมกิจกรรมกับเครื่องได้ ทางผู้พัฒนาจึงออกแบบให้ระบบมีความสามารถในการทำงาน ดังต่อไปนี้

- สามารถตรวจหาผู้ที่ต้องการร่วมกิจกรรมบนจุดที่กำหนดได้
- สามารถตรวจสอบท่าเต้นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมกับตำแหน่งที่กำหนดได้
- สามารถส่งข้อมูลจากหน่วยประมวลผลไปยังบอร์ดควบคุมของเครื่องจ่ายของอัตโนมัติเพื่อทำการควบคุมการปล่อยสินค้าได้
- ส่วนของมอเตอร์สามารถรองรับขนาดและน้ำหนักของสินค้าได้
- ส่วนของตัวเครื่องที่ออกแบบไว้สามารถรองรับน้ำหนักของอุปกรณ์ทั้งหมดได้
- ผู้ใช้งานสามารถควบคุมเครื่องประชาสัมพันธ์ผ่านการเต้นนี้ได้ด้วยตนเอง



ภาพที่ 3.1 ภาพจำลองของเครื่องที่ออกแบบ

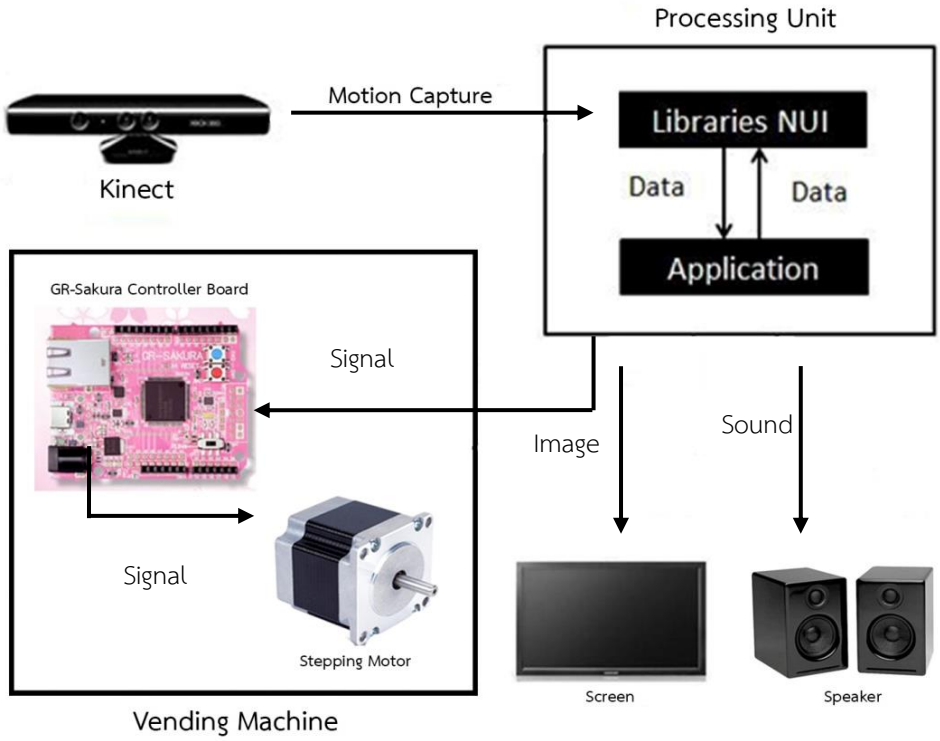
ทางผู้พัฒนาได้ออกแบบเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้นให้มีความสูง 1.80 เมตร กว้าง 1.10 เมตร และลึก 0.60 เมตร มีการติดตั้งหน้าจอแสดงผลขนาด 40 นิ้ว ชุดลำโพง และอุปกรณ์ Kinect ไว้บริเวณด้านหน้าของเครื่อง ในส่วนด้านหลังของเครื่องจะเป็นพื้นที่สำหรับเก็บสินค้าของเครื่องจ่ายของ และพื้นที่สำหรับวางคอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่อง รวมไปถึงวงจรควบคุมอื่นๆ



ภาพที่ 3.2 ขนาดของเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่ได้จากการออกแบบ

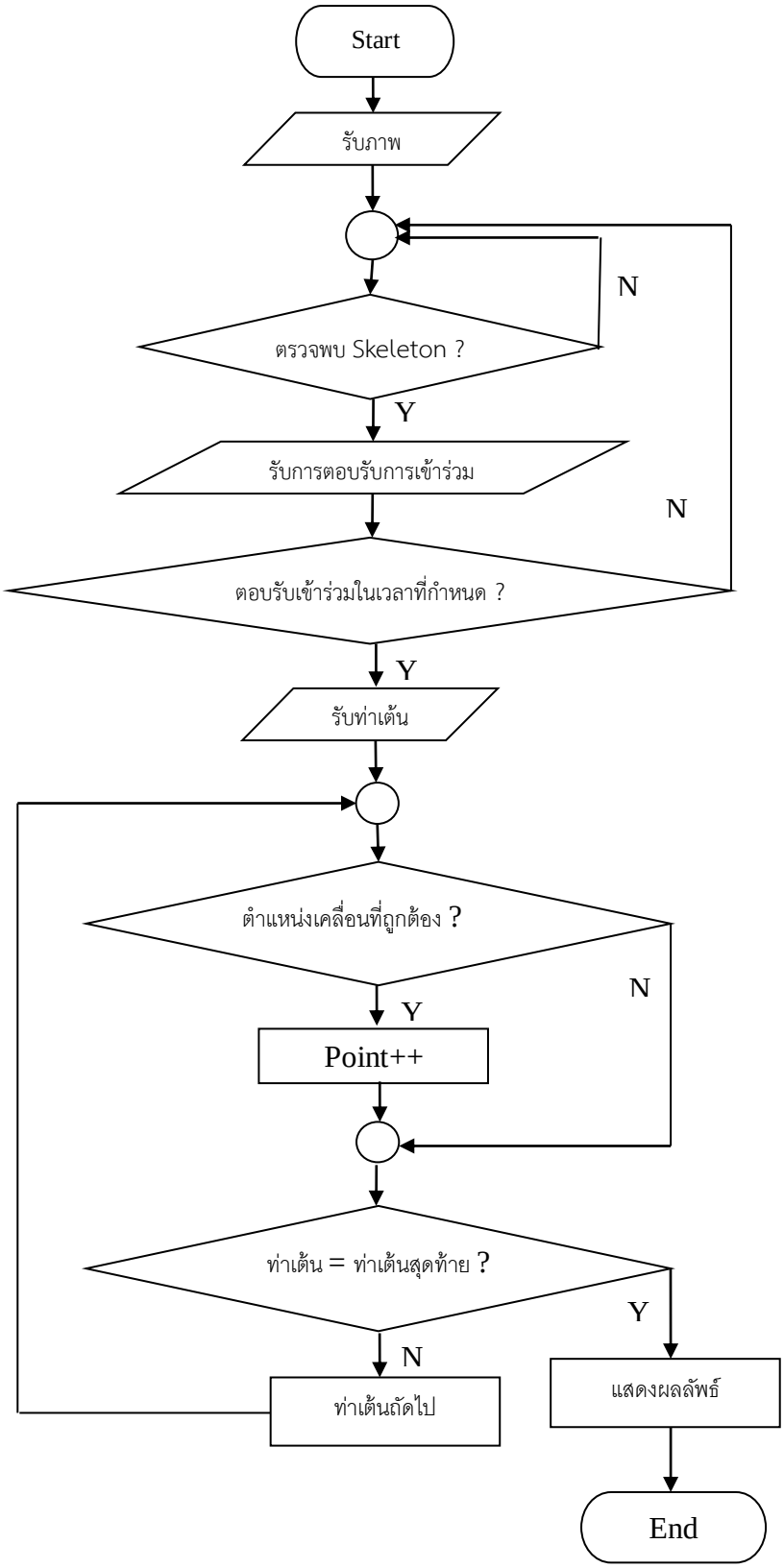
การทำงานโดยภาพรวมของเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้นนี้ สามารถแบ่งการออกแบบได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. ส่วนเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ
2. ส่วนการประมวลผล
3. ส่วนการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์



ภาพที่ 3.3 ภาพรวมของระบบ

ระบบของเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้นให้ทำงานโดย เริ่มแรกหากมีผู้สนใจร่วมกิจกรรมให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมายืนในตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ และให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทำการยืนยันเพื่อที่จะเล่นเกม จากนั้นผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะต้องเต้นตามท่าทางที่ปรากฏบนจอแสดงผล ระบบจะทำการคำนวณคะแนนตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ แล้วพิจารณาเงื่อนไขที่จะได้รับของรางวัล หากคะแนนถึงเกณฑ์ที่กำหนดเครื่องจ่ายของอัตโนมัติจะจ่ายสินค้าออกมาให้เป็นของรางวัล การทำงานของระบบสามารถอธิบายเป็นแผนภาพได้ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.4 การทำงานของระบบโดยรวม

3.1 ส่วนเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ

ในส่วนของเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ ทางผู้พัฒนาได้ออกแบบให้เครื่องมีความสูง 1.80 เมตร ซึ่งเป็นความสูงของเครื่องจ่ายของอัตโนมัติที่พบเห็นได้ทั่วไป มีหน้ากว้าง 1.10 เมตร เนื่องจากเป็นขนาดที่สามารถบรรจุอุปกรณ์แสดงผลได้พอดี และลึก 0.60 เมตร ทำให้มีพื้นที่ในการเก็บของได้พอสมควร โดยตัวเครื่องใช้เหล็กเป็นโครงสร้างภายใน ส่วนภายนอกใช้แผ่นอะคริลิคปิดทับไว้ เพื่อความแข็งแรง ทนทาน และภายในเครื่องส่วนที่เป็นรางสำหรับปล่อยของผู้พัฒนาเลือกใช้ไม้อัด เนื่องจากมีน้ำหนักเบา และราคาถูก นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งกับเครื่อง คือ Kinect จอแสดงผล ชุดลำโพง และชุดควบคุมการปล่อยของ

ภาพที่ 3.5 ภาพรวมภายในส่วนหน้าของเครื่อง

3.1.1 Kinect

อุปกรณ์ Kinect เป็นอุปกรณ์สำคัญเพื่อใช้ในการตรวจจับท่าทางของผู้เข้าร่วมกิจกรรม ผู้พัฒนาเลือกติดตั้งอุปกรณ์ไว้สูงจากพื้น 1.60 เมตร เนื่องจากทดลองในบทที่ 4 แสดงให้เห็นว่าติดตั้ง Kinect ไว้ส่วนบนของเครื่อง ทำให้สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ดีกว่าติดตั้งไว้ที่ส่วนกลางของเครื่อง และวางสูงกว่านี้ไม่ได้เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องความสูงของเครื่องที่ได้ออกแบบไว้

3.1.2 จอแสดงผลขนาด 40 นิ้ว

สาเหตุที่ผู้พัฒนาเลือกใช้จอแสดงผลขนาด 40 นิ้ว เนื่องจากเครื่องนี้ต้องการจอแสดงผลขนาดใหญ่เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ที่ผ่านไปมา แต่ก็ต้องขนย้ายได้สะดวกในการนำไปใช้ประชาสัมพันธ์ในที่ต่างๆ จอขนาด 40 นิ้วจึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสม อีกทั้งระยะห่างที่เหมาะสมในการรับชมจอขนาดนี้ยังอยู่ในขอบเขตที่ไม่ไกลจากตัวเครื่องมากจนเกินไป คือประมาณ 1.50 – 3.00 เมตร ซึ่งถ้าหากเราใช้จอแสดงผลที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ จะทำให้การขนย้ายลำบากมากขึ้น เพราะเครื่องจะต้องมีขนาดหน้ากว้างมากขึ้นตามไปด้วย และระยะการรับชมที่เหมาะสมก็ต้องห่างออกไปด้วย ผู้พัฒนาเลือกติดตั้งจอแสดงผลไว้สูงจากพื้น 0.90 เมตร

3.1.3 ชุดลำโพง

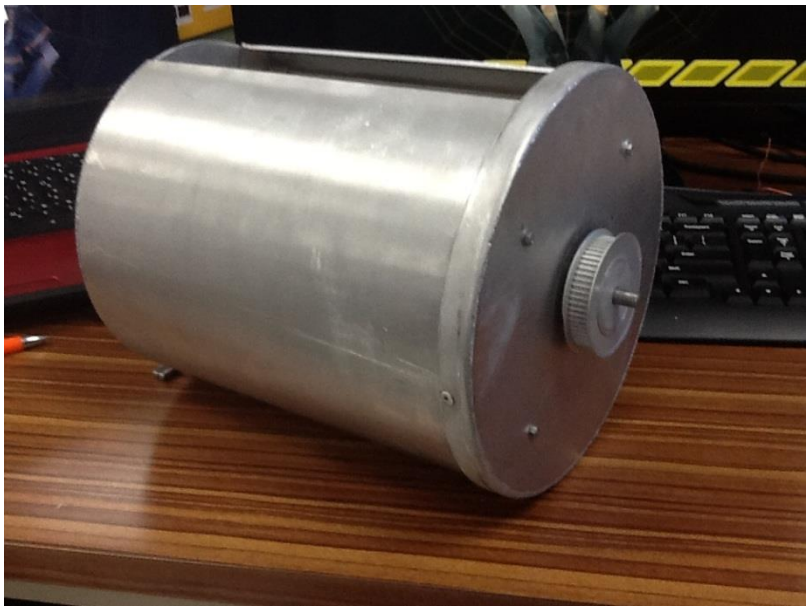
มีการติดตั้งชุดลำโพงที่เครื่องจ่ายของนี้ด้วย เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของเครื่อง ให้สามารถเล่นไฟล์เสียงได้ด้วย ผู้พัฒนาเลือกติดตั้งชุดลำโพงไว้สูงจากพื้น 0.60 เมตร

ภาพที่ 3.6 ภาพรวมภายในส่วนหลังของเครื่อง

3.1.4 ชุดควบคุมการปล่อยของ

ชุดควบคุมการปล่อยของ ประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผล และส่งข้อมูลไปที่บอร์ดควบคุมเพื่อควบคุมการปล่อยของ ซึ่งในส่วนนี้เป็นการทำงานเบื้องหลัง ไม่จำเป็นต้องให้ผู้ใช้มองเห็น ผู้พัฒนาจึงเลือกติดตั้งไว้ด้านหลังของตัวเครื่อง ลักษณะของตัวเครื่องที่ออกแบบไว้เป็นดังนี้

ภาพที่ 3.7 เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าที่ถูกดำเนินการตามการออกแบบ



ภาพที่ 3.8 กระบอกรับสินค้าที่ถูกดำเนินการตามการออกแบบ

ภาพที่ 3.9 การจัดวางสินค้าทางด้านหลังของเครื่อง

3.2 ส่วนการรับและประมวลผล

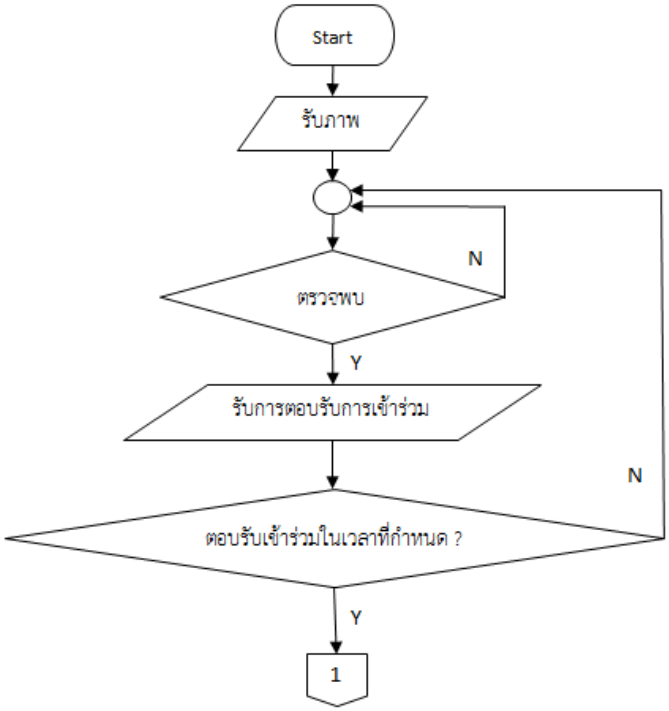
ระบบจะทำการเก็บข้อมูลภาพที่ได้รับมาจากกล้อง Kinect มาทำการประมวลผลเพื่อการทำ Skeleton Tracking โดยสามารถอธิบายรายละเอียดของการทำงานของกล้อง Kinect ได้ดังนี้

1. Enable Data Streaming : เปิดการใช้งานสตรีมข้อมูลภาพ
2. Send Streaming to Computer : ส่งสตรีมข้อมูลจากกล้อง Kinect ไปยังคอมพิวเตอร์
3. Create Frame Ready Event : สร้าง Event แจ้งแอพพลิเคชันว่าเฟรมพร้อมทำงาน
4. Create Event Handler : สร้างตัวควบคุมในการจัดการกับ Event
5. Allocate Storage : จัดเตรียมพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล

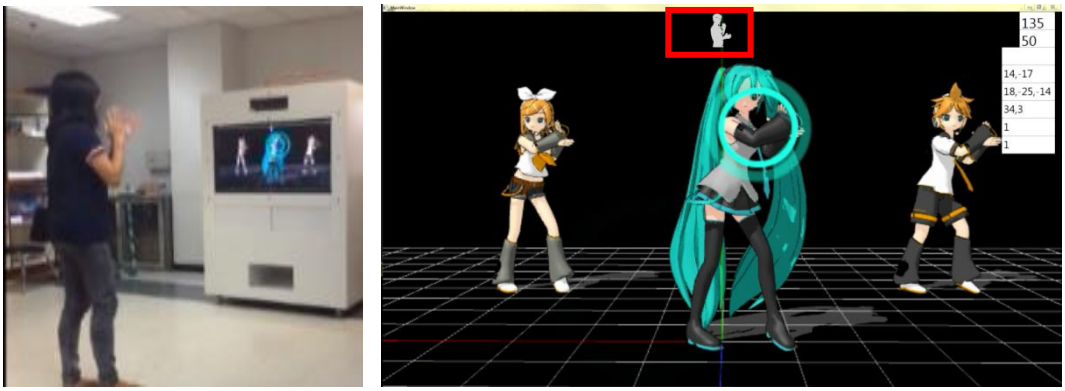
ในส่วนของการรับและประมวลผลของโครงงานนี้ได้ถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ดังต่อไปนี้

3.2.1 ส่วนการตรวจจับผู้เข้าร่วมกิจกรรม

ทำการรับภาพและทำ Skeleton Tracking ว่ามีผู้เข้ามาร่วมกิจกรรมหรือไม่ ซึ่งในโครงงานนี้จะอนุญาตให้ผู้เล่นที่เข้ามาร่วมกิจกรรมคนแรกใช้งานได้เพียงคนเดียว และจะมีการนับเวลาเมื่อผู้เข้าร่วมกิจกรรมคนก่อนหน้านั้นหลุดออกจากกิจกรรม เพื่อรับผู้เข้าร่วมกิจกรรมคนใหม่เข้ามา



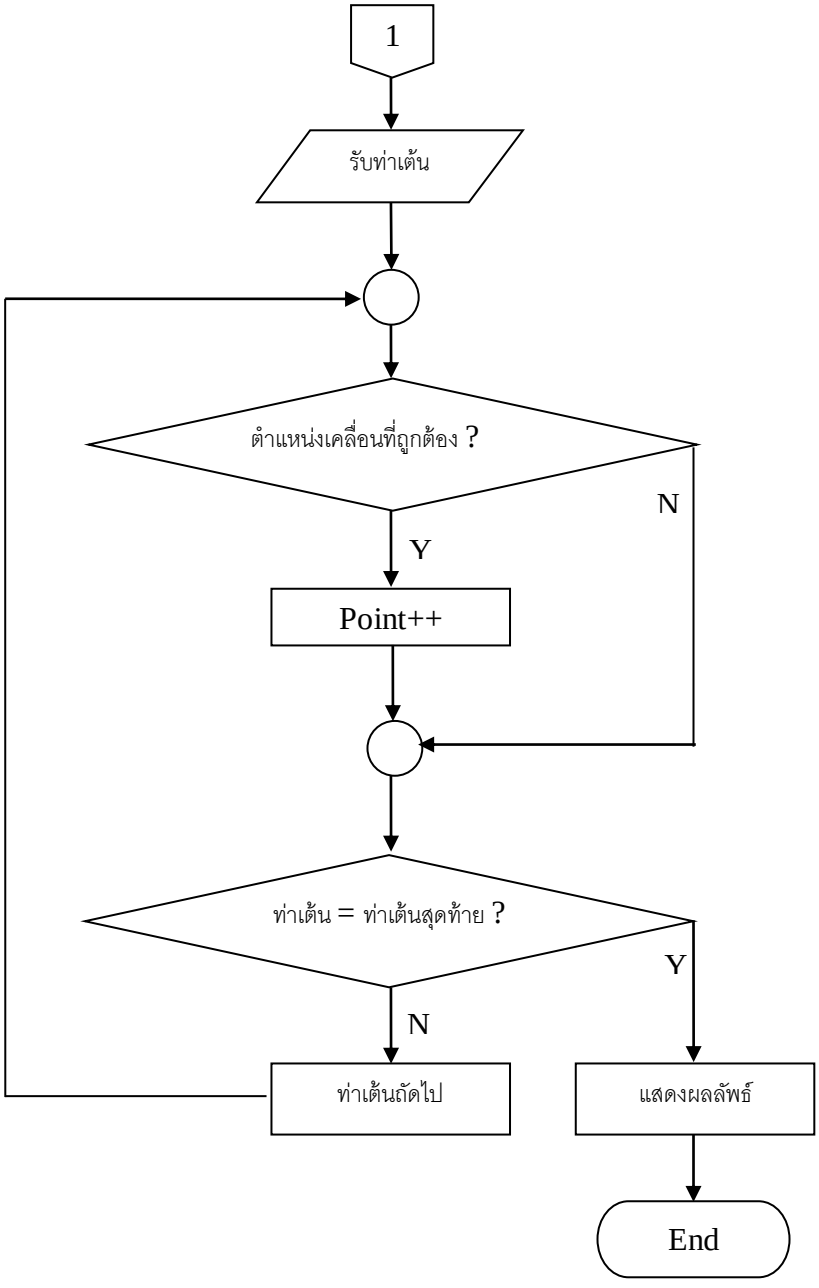
ภาพที่ 3.10 ผังการทำงานของระบบเมื่อทำการรับภาพผู้เล่นที่เข้าร่วมกิจกรรม



ภาพที่ 3.11 หน้าจออินเตอร์เฟสเมื่อมีผู้เข้ามาร่วมกิจกรรม

3.2.2 ส่วนการตรวจจับและเปรียบเทียบท่าเต้น

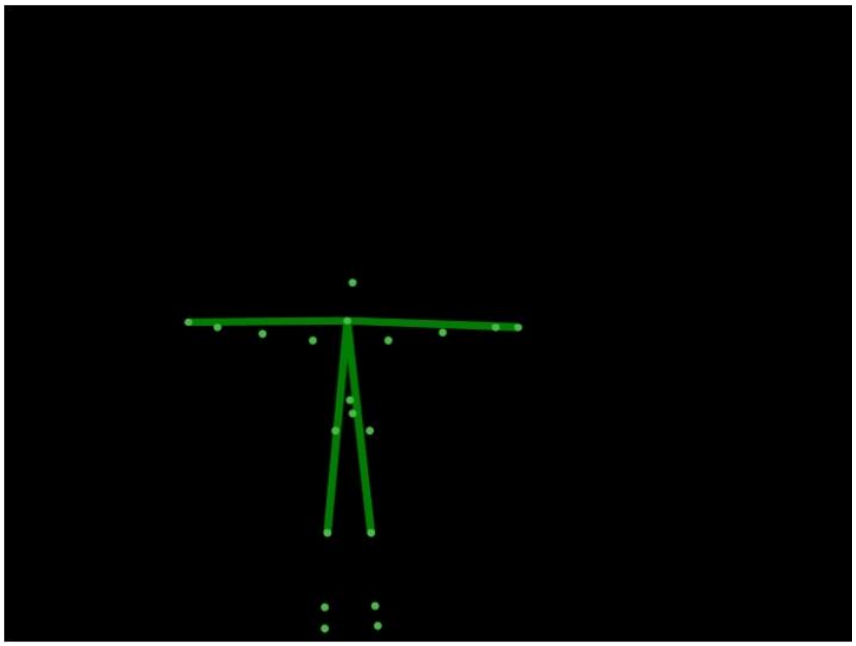
ทำการประมวลผลการเปรียบเทียบโครง Skeleton ที่ได้รับมาจากการทำ Skeleton Tracking ท่าเต้นจากตัวผู้ร่วมกิจกรรมว่าตรงกับท่าเต้นที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ โดยจะดูแค่บางจุดของข้อต่อและทำการกำหนดพื้นที่ ณ วินาทีของภาพนั้น หากตรงจะนับคะแนนเพิ่ม แต่หากไม่ตรงจะไม่นับคะแนน



ภาพที่ 3.12 ผังการทำงานของระบบเมื่อทำการตรวจจับและเปรียบเทียบท่าเต้น

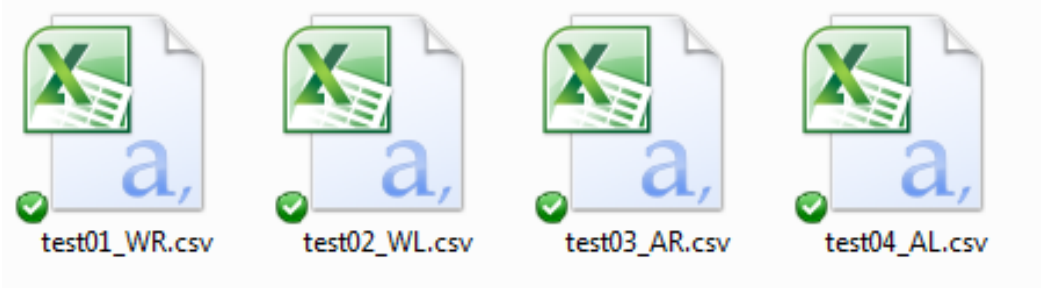
3.2.2.1 การบันทึกค่าตำแหน่งตามพิกัด X,Y,Z ลงบนไฟล์ Excel

หลังจากที่กล้อง Kinect ประมวลผลภาพจนกระทั่งได้ข้อมูล Skeleton มาใช้งาน ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ พิกัดตำแหน่งของข้อต่อต่างๆ ในทิศของแกน X, Y, Z ในขั้นตอนแรกจะทำการอัดท่าเต้นที่จะนำมาเป็นท่าเต้นต้นแบบมาจัดเก็บไว้ในไฟล์ Excel ทางผู้พัฒนาได้เลือกตำแหน่งของข้อต่อที่สนใจประกอบด้วย 4 จุดคือ ข้อมือขวา (WristRight) ข้อมือซ้าย (WristLeft) ข้อเท้าขวา (AnkleRight) ข้อเท้าซ้าย (AnkleLeft) โดยมีตำแหน่งข้อต่อที่ Shoulder Center เป็นจุดอ้างอิง



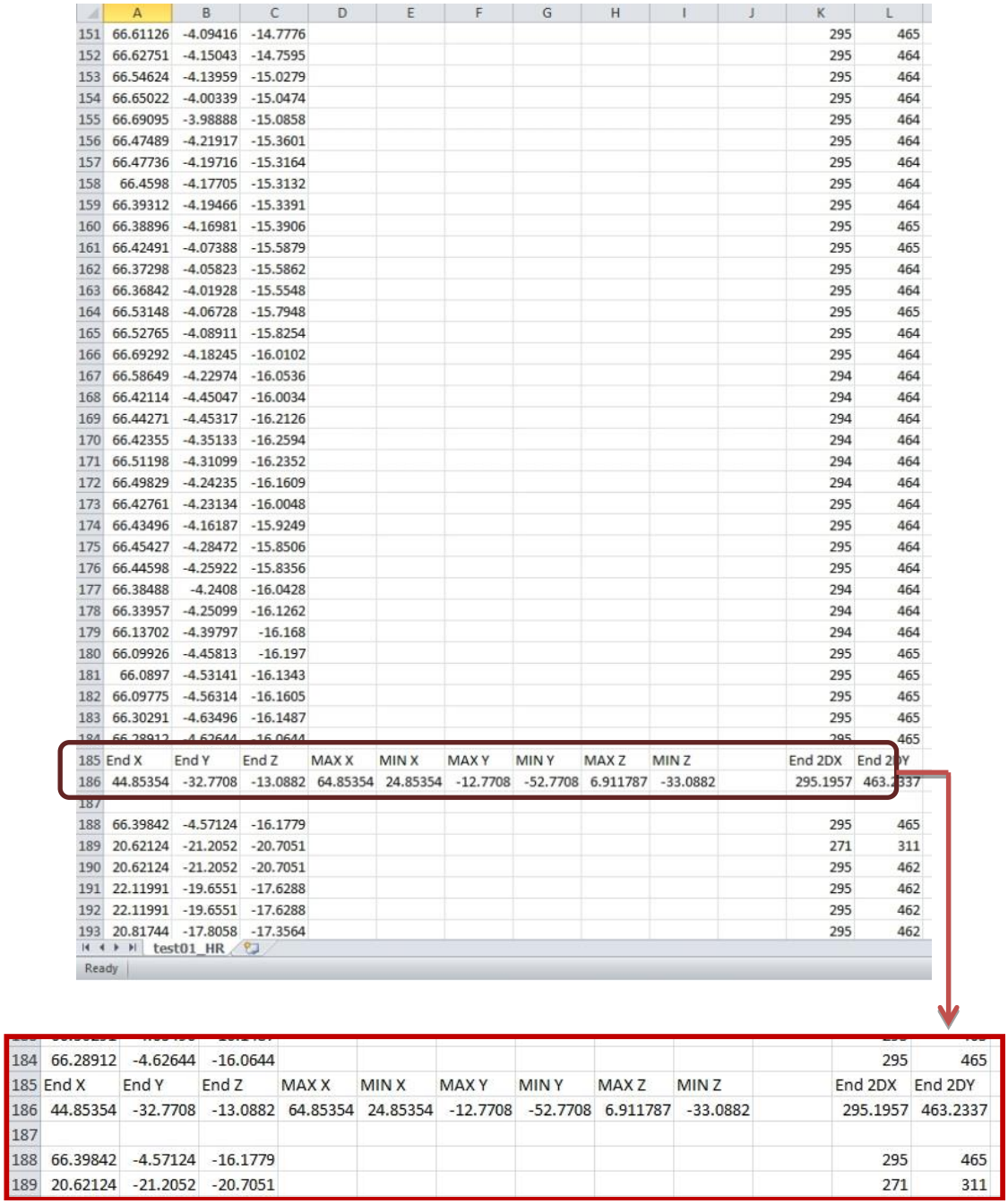
ภาพที่ 3.13 การทดลองเก็บค่าตำแหน่งตามพิกัด X,Y,Z ของข้อต่อที่สนใจ

เมื่อทำการบันทึกบันทึกตำแหน่งข้อต่อของท่าเต้นที่ต้องการเสร็จแล้ว จะได้ไฟล์ Excel ที่แยกเก็บของแต่ละข้อต่อ คือ WR (WristRight) WL (WristLeft) AR (AnkleRight) AL (AnkleLeft)



ภาพที่ 3.14 ไฟล์ Excel ที่ได้มาจากการบันทึกตำแหน่งข้อต่อของท่าเต้นที่ต้องการ

ในแต่ละไฟล์จะได้ค่าตำแหน่งของข้อต่อในทิศของแกน X, Y, Z พร้อมทั้งคำนวณค่าเฉลี่ยและช่วงความคลาดเคลื่อนที่ผู้เล่นจะสามารถทำคะแนนได้



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
151	66.61126	-4.09416	-14.7776								295	465
152	66.62751	-4.15043	-14.7595								295	464
153	66.54624	-4.13959	-15.0279								295	464
154	66.65022	-4.00339	-15.0474								295	464
155	66.69095	-3.98888	-15.0858								295	464
156	66.47489	-4.21917	-15.3601								295	464
157	66.47736	-4.19716	-15.3164								295	464
158	66.4598	-4.17705	-15.3132								295	464
159	66.39312	-4.19466	-15.3391								295	464
160	66.38896	-4.16981	-15.3906								295	465
161	66.42491	-4.07388	-15.5879								295	465
162	66.37298	-4.05823	-15.5862								295	464
163	66.36842	-4.01928	-15.5548								295	464
164	66.53148	-4.06728	-15.7948								295	465
165	66.52765	-4.08911	-15.8254								295	464
166	66.69292	-4.18245	-16.0102								295	464
167	66.58649	-4.22974	-16.0536								294	464
168	66.42114	-4.45047	-16.0034								294	464
169	66.44271	-4.45317	-16.2126								294	464
170	66.42355	-4.35133	-16.2594								294	464
171	66.51198	-4.31099	-16.2352								294	464
172	66.49829	-4.24235	-16.1609								294	464
173	66.42761	-4.23134	-16.0048								295	464
174	66.43496	-4.16187	-15.9249								295	464
175	66.45427	-4.28472	-15.8506								295	464
176	66.44598	-4.25922	-15.8356								295	464
177	66.38488	-4.2408	-16.0428								294	464
178	66.33957	-4.25099	-16.1262								294	464
179	66.13702	-4.39797	-16.168								294	464
180	66.09926	-4.45813	-16.197								295	465
181	66.0897	-4.53141	-16.1343								295	465
182	66.09775	-4.56314	-16.1605								295	465
183	66.30291	-4.63496	-16.1487								295	465
184	66.28912	-4.62644	-16.0644								295	465
185	End X	End Y	End Z	MAX X	MIN X	MAX Y	MIN Y	MAX Z	MIN Z		End 2DX	End 2DY
186	44.85354	-32.7708	-13.0882	64.85354	24.85354	-12.7708	-52.7708	6.911787	-33.0882		295.1957	463.2337
187												
188	66.39842	-4.57124	-16.1779								295	465
189	20.62124	-21.2052	-20.7051								271	311
190	20.62124	-21.2052	-20.7051								295	462
191	22.11991	-19.6551	-17.6288								295	462
192	22.11991	-19.6551	-17.6288								295	462
193	20.81744	-17.8058	-17.3564								295	462

test01_HR

Ready

ภาพที่ 3.15 ข้อมูลที่บันทึกลงบนไฟล์ Excel

3.2.2.2 การอ่านค่าจุดพิกัดของตำแหน่งข้อต่อจากไฟล์ Excel

เมื่อได้ข้อมูลจากการบันทึกของแต่ละท่าเต้นมาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำท่าเต้นทุกท่ามารวมกันเป็นไฟล์ Excel ของเพลงหนึ่งเพลง เพื่อใช้เป็นตัวกำหนดท่าเต้นและคะแนนของผู้เล่น

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Second	JointName	Real(X)	Real(Y)	Real(Z)	Max(X)	Max(Y)	Max(Z)	Min(X)	Min(Y)	Min(Z)	2D (X)	2D (Y)
2	55	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
3	63	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
4	72	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
5	80	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
6	88	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
7	96	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
8	105	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
9	113	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
10	121	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
11	130	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
12	139	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
13	147	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
14	156	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
15	164	WristLeft	23.80226	-7.44678	-5.73636	33.80226	2.553217	4.263636	13.80226	-17.4468	-15.7364	1085	323
16	173	WristRight	25.56274	12.18926	-18.4504	35.56274	22.18926	-8.45044	15.56274	2.189256	-28.4504	1075	235
17	192	AnkleRight	38.2863	-115.229	-9.97144	48.2863	-105.229	0.028558	28.2863	-125.229	-19.9714	1203	780
18	200	AnkleLeft	-46.382	-111.831	-11.0165	-36.382	-101.831	-1.01649	-56.382	-121.831	-21.0165	760	792
19	209	AnkleRight	38.2863	-115.229	-9.97144	48.2863	-105.229	0.028558	28.2863	-125.229	-19.9714	1203	780
20	217	AnkleLeft	-46.382	-111.831	-11.0165	-36.382	-101.831	-1.01649	-56.382	-121.831	-21.0165	760	792
21	226	AnkleRight	38.2863	-115.229	-9.97144	48.2863	-105.229	0.028558	28.2863	-125.229	-19.9714	1203	780
22	235	AnkleLeft	-46.382	-111.831	-11.0165	-36.382	-101.831	-1.01649	-56.382	-121.831	-21.0165	760	792
23	242	AnkleRight	38.2863	-115.229	-9.97144	48.2863	-105.229	0.028558	28.2863	-125.229	-19.9714	1203	780
24	251	AnkleLeft	-46.382	-111.831	-11.0165	-36.382	-101.831	-1.01649	-56.382	-121.831	-21.0165	760	792
25	260	AnkleRight	38.2863	-115.229	-9.97144	48.2863	-105.229	0.028558	28.2863	-125.229	-19.9714	1203	780
26	269	AnkleLeft	-46.382	-111.831	-11.0165	-36.382	-101.831	-1.01649	-56.382	-121.831	-21.0165	760	792

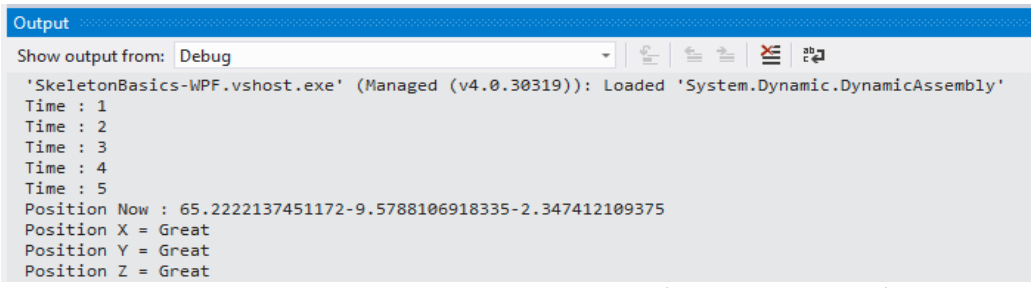
ภาพที่ 3.16 ไฟล์ Excel ที่ใช้สำหรับเก็บท่าเต้นของเพลงหนึ่งเพลง

ในไฟล์ Excel ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลท่าเต้นของเพลงหนึ่งเพลงนั้นประกอบด้วย

1. Second : เวลาที่จะใช้ตรวจสอบท่าเต้น
2. JointName : ชื่อของข้อต่อที่ทำการตรวจสอบ
3. Real (X), (Y), (Z) : พิกัด 3D ที่ได้จากการบันทึกท่าเต้นจริง
4. Max และ Min (X), (Y), (Z) : ช่วงของค่าพิกัด X, Y, Z ที่เป็นไปได้ในท่าเต้นนั้น
5. 2D (X), (Y) : พิกัด 2D ที่ใช้ระบุตำแหน่งการแสดงเอฟเฟคในเกม

Second	JointName	Real(X)	Real(Y)	Real(Z)	Max(X)	Max(Y)	Max(Z)	Min(X)	Min(Y)	Min(Z)
5	WristLeft	70.0000	0.0000	15.0000	80.0000	20.0000	35.0000	60.0000	-20.0000	-5.0000

ภาพที่ 3.17 ตัวอย่างค่าพิกัดที่ใช้ในการทดสอบการเปรียบเทียบกับท่าเต้นที่ได้รับเข้ามา



ภาพที่ 3.18 ผลลัพธ์จากการทดสอบการเปรียบเทียบค่าพิกัดที่กำหนดกับค่าพิกัดที่รับมาจากผู้เล่น

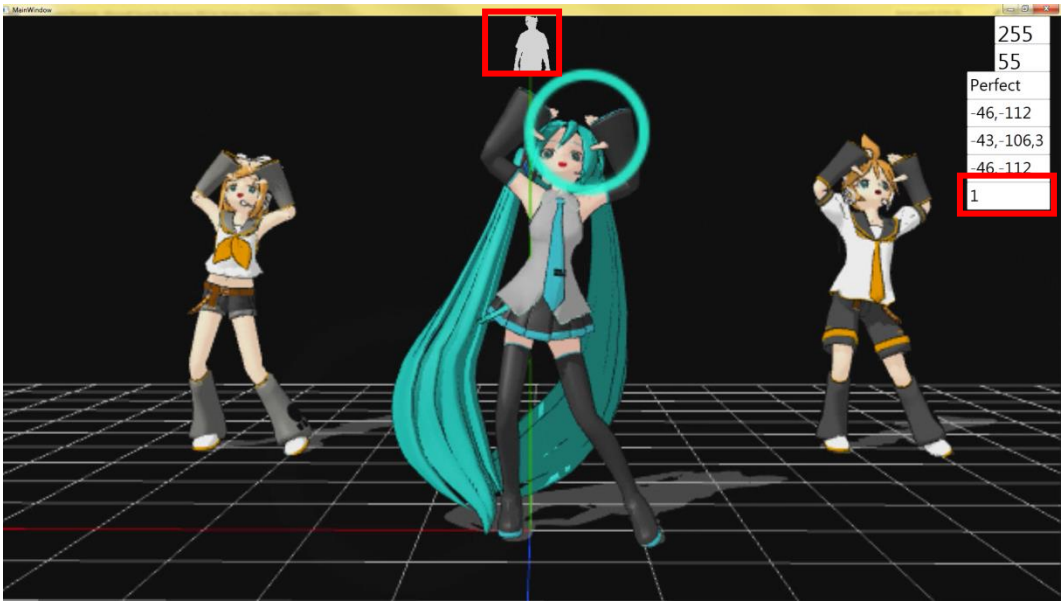
ภาพที่ 3.19 การอ่านค่าจุดพิกัดของตำแหน่งข้อต่อจากไฟล์ Excel และเกณฑ์การให้คะแนน

จากภาพที่ 3.19 จะมีแถบของค่าต่างๆ ขึ้นอยู่ทางด้านขวาของหน้าอินเตอร์เฟส โดยมีรายละเอียดของค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

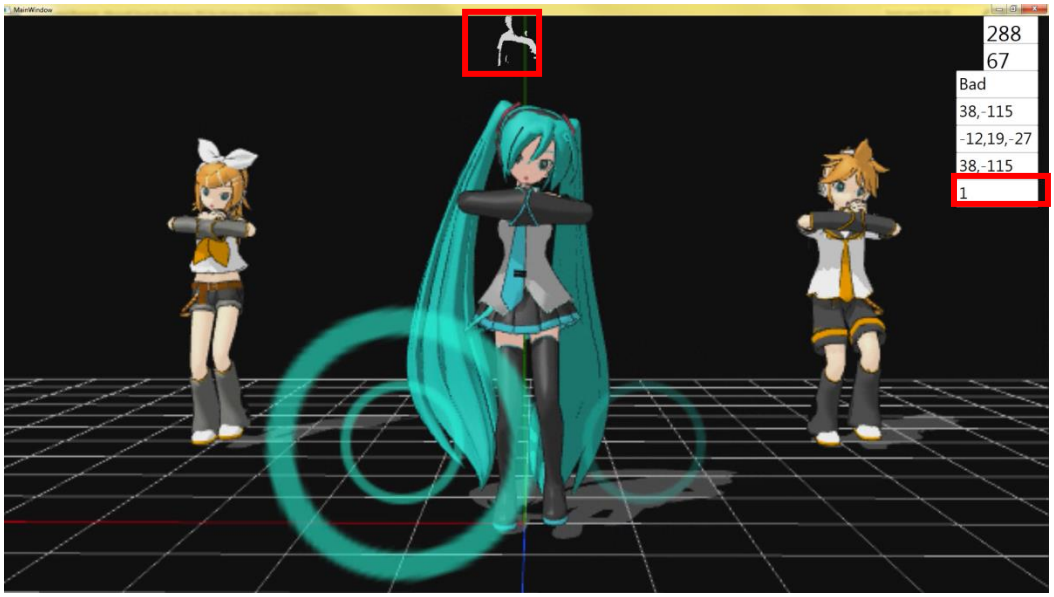
- แสดงเวลาที่ตรวจจับ : หน่วยเป็นเดซิวินาที (1/10 วินาที)
- แสดงคะแนนที่ทำได้ : แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้
  - Perfect - คะแนนเพิ่ม 10 คะแนน
  - Great - คะแนนเพิ่ม 5 คะแนน
  - Bad - คะแนนเพิ่ม 1 คะแนน
- แสดงเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน : แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้
  - Perfect - ตำแหน่งข้อต่ออยู่ในช่วงไม่เกิน ±10 ทั้งแกน x และแกน y
  - Great - ตำแหน่งข้อต่ออยู่ในช่วงไม่เกิน ±20 ทั้งแกน x และแกน y
  - Bad - ตำแหน่งข้อต่อไม่อยู่ในช่วงที่กำหนดทั้งแกน x และแกน y
- แสดงค่าต่ำสุดของช่วงที่รับได้ : ลบค่าออก 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลองในบทที่ 4 ออกจากค่าของแกนที่เก็บไว้
- แสดงค่าแกน x, y และ z ของผู้เล่น : แสดงค่าตำแหน่งข้อต่อของผู้เล่นขณะนั้น
- แสดงค่าสูงสุดของช่วงที่รับได้ : บวกค่าขึ้น 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลองในบทที่ 4 ออกจากค่าของแกนที่เก็บไว้
- แสดงเลข skeleton index : แสดงให้เห็นว่าขณะนี้โครงร่างที่ตรวจจับอยู่คือโครงร่างที่เท่าไร และมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

3.2.3 ส่วนการเลือกรับค่าจากผู้เล่นที่เข้าร่วมกิจกรรมคนแรก

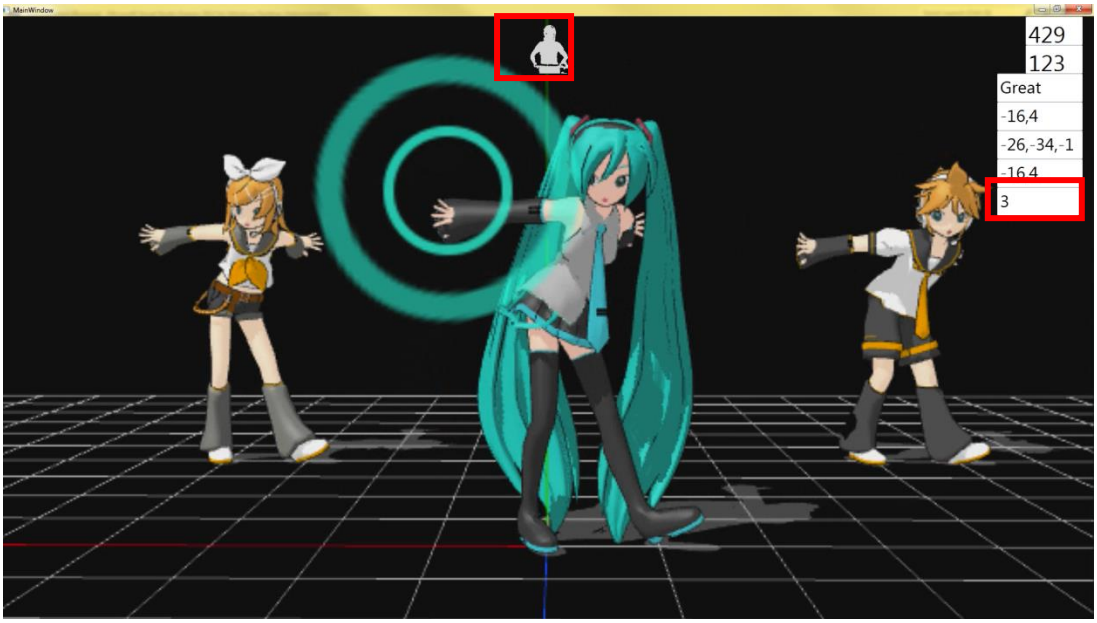
ในโครงงานนี้จะอนุญาตให้ผู้เล่นที่เข้ามาร่วมกิจกรรมคนแรกใช้งานได้เพียงคนเดียว หากมีผู้เดินผ่านอยู่ในระยะเดียวกัน Kinect จะทำการเลือกรับค่าเฉพาะผู้เล่นที่เข้าร่วมกิจกรรมเป็นคนแรกเท่านั้น และหากผู้เข้าร่วมกิจกรรมคนแรกนั้นเดินออกจากรัศมีการตรวจจับของ Kinect ไป ระบบจะทำการนับเวลาเพื่อออกจากเกม หรือรอรับค่าตำแหน่งผู้เล่นคนใหม่เข้ามาแทน



ภาพที่ 3.20 ผู้เล่นคนแรกทำการอ่านค่าจาก Skeleton หมายเลข 1



ภาพที่ 3.21 เมื่อมีคนเดินตัดผ่าน ให้ทำการอ่านค่าจาก Skeleton หมายเลข 1 เช่นเดิม



ภาพที่ 3.22 เมื่อผู้เล่นคนแรกเดินออกจากรัศมีการตรวจจับ ระบบจะรับค่าจากผู้เล่นคนใหม่แทน

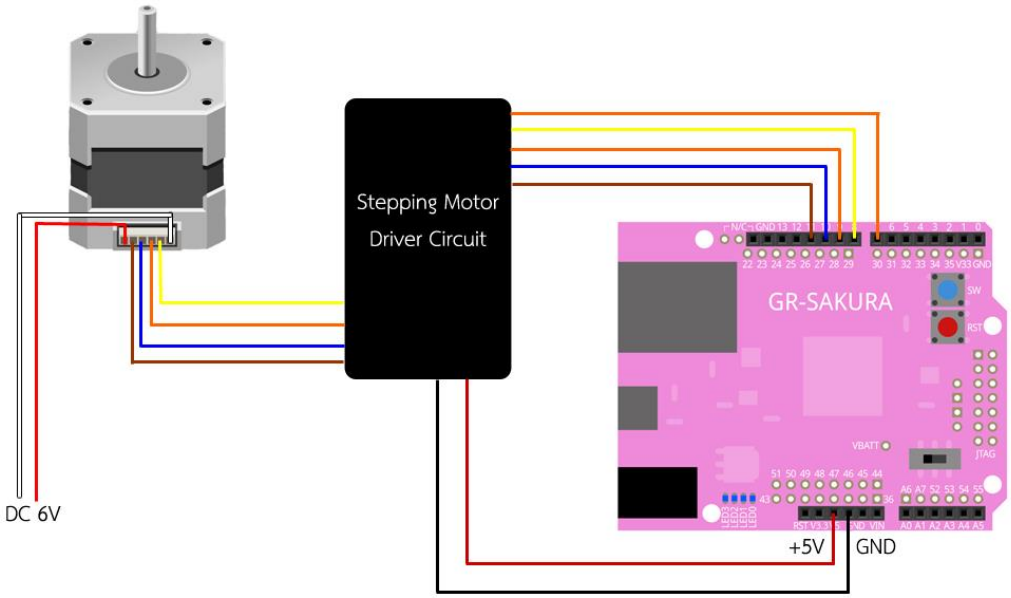
3.3 ส่วนการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์

ในส่วนของการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ทางผู้พัฒนาออกแบบให้การสื่อสารระหว่างส่วนประมวลผล คือ คอมพิวเตอร์ และส่วนเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ คือ GR-SAKURA Board และ สเตปปิ้งมอเตอร์ ใช้การสื่อสารแบบอนุกรม โดยผ่านทางUSB Port ของเครื่องคอมพิวเตอร์ และmini USB Connector ของ GR-SAKURA Board และ GR-SAKURA Board จะส่งบิตข้อมูลไปควบคุมการทำงานของสเตปปิ้งมอเตอร์ผ่านทางสายสัญญาณที่เชื่อมต่อกับมอเตอร์

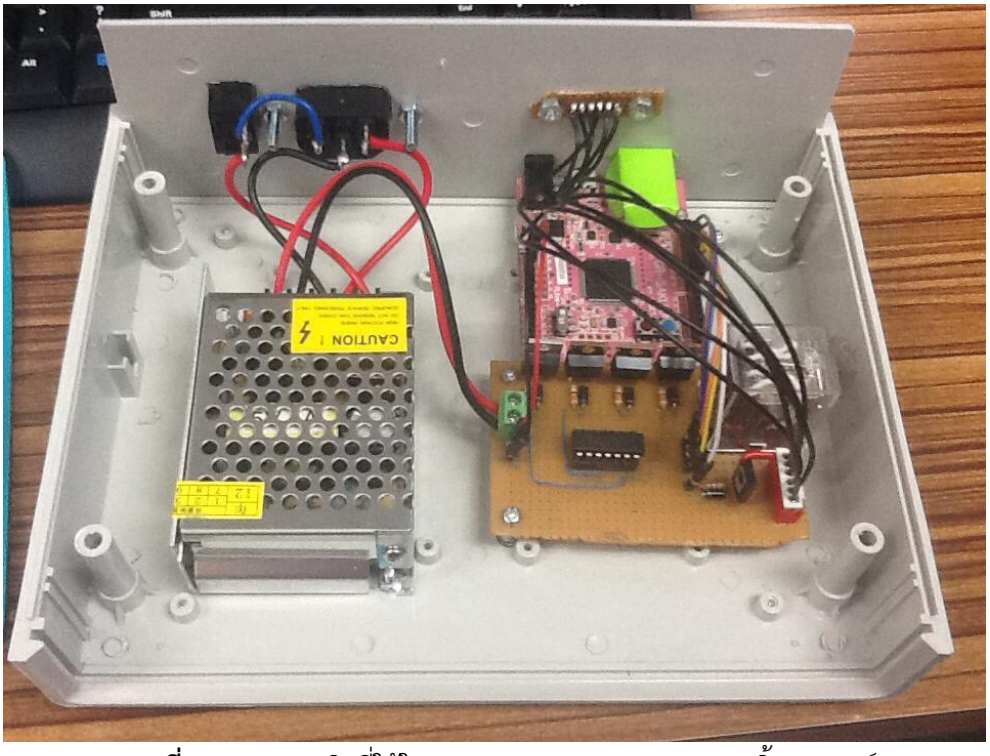
3.3.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ กับ GR-SAKURA Board

ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และ GR-SAKURA Board นั้น ทำหน้าที่ส่งบิตข้อมูลมาที่บอร์ดเพื่อให้บอร์ดควบคุมการหมุนของมอเตอร์ จึงออกแบบให้การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และ GR-SAKURA Board มีการสื่อสารแบบอนุกรม โดยใช้การสื่อสารผ่านทาง USB Port ของเครื่องคอมพิวเตอร์ และmini USB Connector ของ GR-SAKURA Board ผ่านสาย USB to mini USB ได้โดยตรง เพียงแค่นำ USB Virtual Com Port Driver ของบอร์ดมาติดตั้งไว้ที่คอมพิวเตอร์ และไม่ต้องเชื่อมต่ออุปกรณ์ใดๆ เพิ่ม

3.3.2 การเชื่อมต่อ GR-SAKURA Board กับ Stepping Motor



ภาพที่ 3.23 การเชื่อมต่อ GR-SAKURA Board กับ Stepping Motor



ภาพที่ 3.24 วงจรจริงที่ใช้ในการควบคุมการหมุนของสเตปปิ้งมอเตอร์

ในที่นี้สเตปปิ้งมอเตอร์ที่นำมาใช้เป็นแบบยูนิโพล่าร์ (Unipolar stepper motor) ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้จะมีขดลวดประกอบอยู่ด้วยกัน 4 ขด คือ ขดลวด A B C และ D ลักษณะภายนอกของมอเตอร์ชนิดนี้จะมีสายไฟฟ้าต่อออกมาภายนอกหลายเส้น โดยชนิดที่มีสายไฟฟ้า 6 เส้นจะเป็นสายไฟฟ้าของขดลวด 4 เส้น และเป็นสายคอมมอน (Common) ของขดลวดอีก 2 เส้น โดยการทำให้มอเตอร์ชนิดนี้หมุนจะใช้วิธีป้อนกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดตามลำดับ A / B / C / D เรียงต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ ซึ่งวิธีการนี้จะมีข้อดีคือเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน การเคลื่อนที่ของมอเตอร์ราบเรียบสม่ำเสมอ แต่ให้แรงบิดน้อย โดยวิธีการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบนี้เรียกว่า การควบคุมแบบฮาร์ฟไดร์ฟ (Half Drive) แต่ในบางครั้งก็เรียกชื่ออื่นที่ต่างออกไป เช่น เวฟไดร์ฟ (Wave Drive) หรือ one phase-on หรือ one-excitation ก็ได้

ในการเชื่อมต่อของ GR-SAKURA Board กับสเตปปิ้งมอเตอร์ที่มีสายไฟฟ้าอยู่ 6 เส้น คือ ไฟ 6 โวลต์ 2 เส้น และสายสัญญาณ 4 เส้น ในโครงงานของเรานั้นจะใช้สเตปปิ้งมอเตอร์ 1 ตัว โดยต่อไฟทั้ง 2 เส้นจากแหล่งจ่ายไฟขนาด 6 โวลต์ และต่อสายสัญญาณ 4 เส้นกับวงจรขับมอเตอร์ที่ถูกควบคุมการทำงานโดย GR-SAKURA Board

3.4 ส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

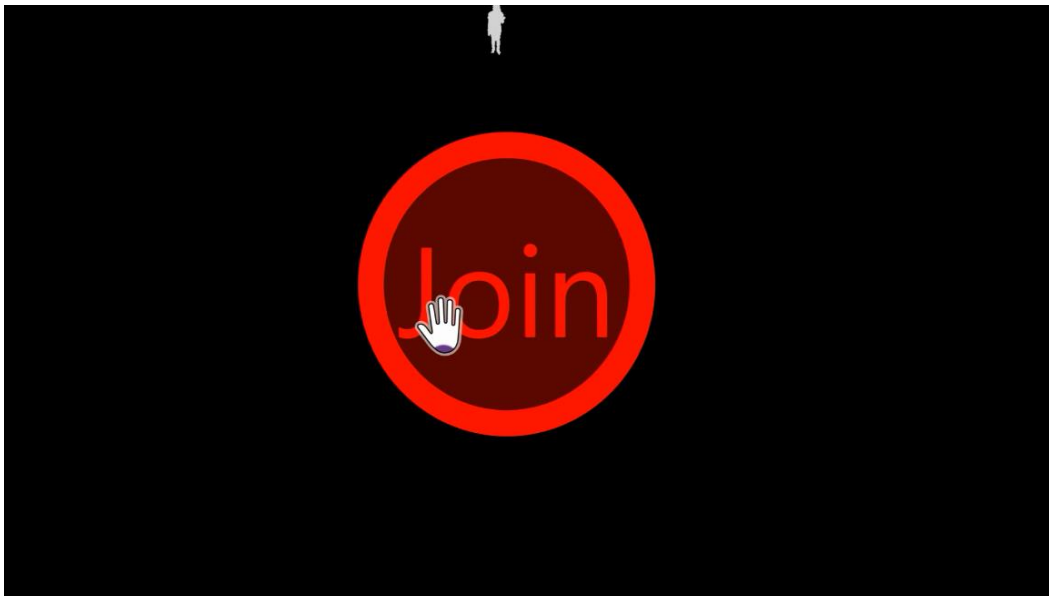
ทางผู้พัฒนาได้ทำการออกแบบส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งานที่มีลำดับการทำงานดังนี้

3.4.1 วีดีโอโฆษณา

ภาพที่ 3.25 วีดีโอโฆษณา

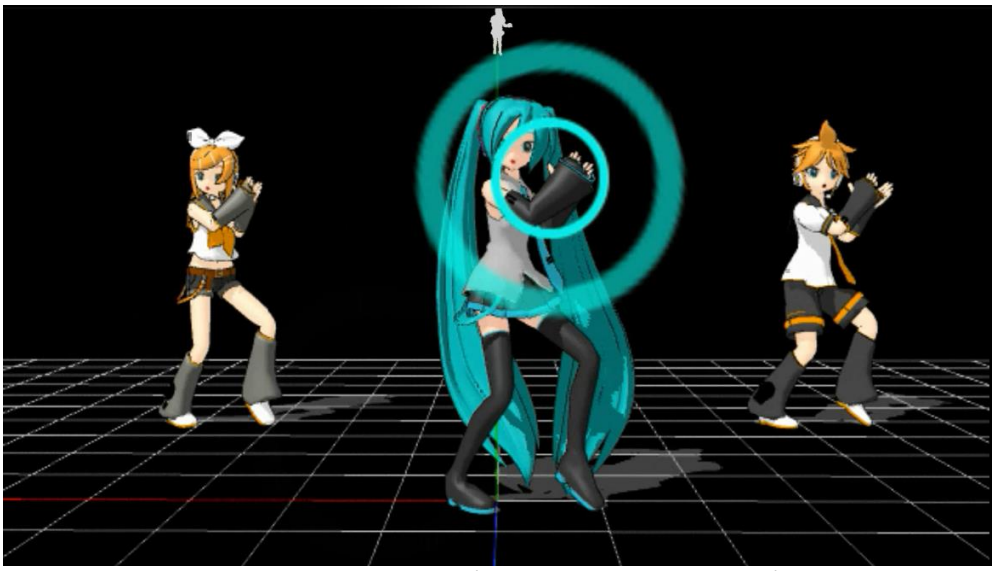
ภาพที่ 3.26 เมื่อมีการตรวจจับเจอ Skeleton จะมีเคอร์เซอร์รูปมือปรากฏขึ้น

วีดีโอที่ใช้ในการโฆษณาจะเล่นซ้ำไปเรื่อยๆ หากไม่สามารถตรวจจับเจอ Skeleton แต่ถ้าหากสามารถตรวจจับเจอ Skeleton จะปรากฏเคอร์เซอร์รูปมือ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับการทำงานของแอพพลิเคชันได้



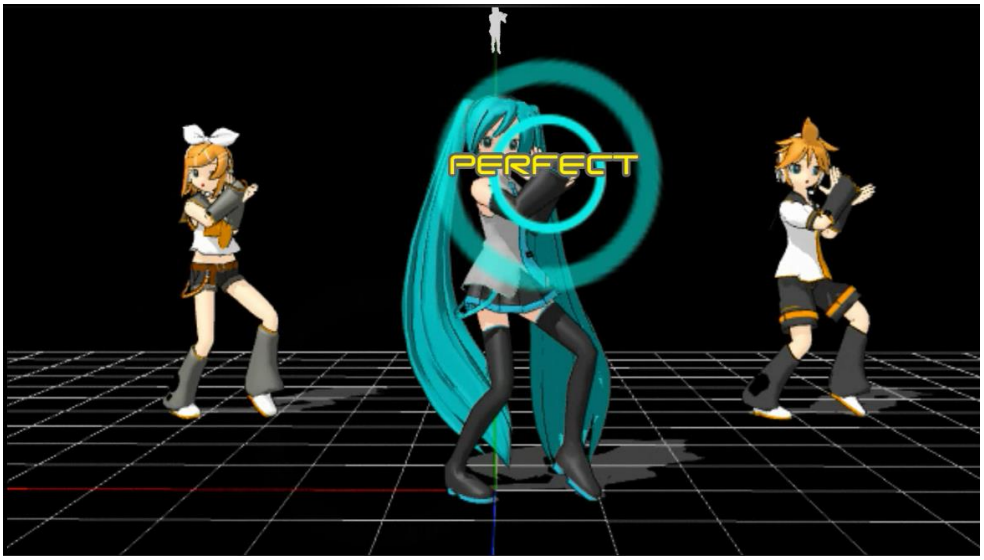
ภาพที่ 3.27 ผู้ใช้งานทำการกดปุ่มเพื่อตอบรับการเข้าร่วมกิจกรรม

3.4.2 กิจกรรมการเต้น



ภาพที่ 3.28 กิจกรรมการเต้นที่ให้ผู้ใช้งานเต้นตามท่าเต้นที่ปรากฏ

กิจกรรมการเต้นจะปรากฏขึ้นหลังจากที่ผู้ใช้งานได้ตอบรับการเข้าร่วมกิจกรรมเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยผู้ใช้งานจะต้องเต้นตามท่าเต้นที่ปรากฏขึ้นบนหน้าจอ จะมีวงกลมเป็นสัญญาณว่าจะตรวจสอบที่ข้อต่อใด หากผู้ใช้งานวางตำแหน่งข้อต่ออยู่ในช่วงไม่เกิน ±10 ทั้งแกน x และแกน y จะมีเอฟเฟคปรากฏบนหน้าจอว่า Perfect หากอยู่ในช่วงไม่เกิน ±20 ทั้งแกน x และแกน y มีผลลัพธ์เป็น Great และนอกเหนือจากนั้นจะมีผลลัพธ์เป็น Bad จากนั้นหน่วยประมวลผลจะทำการบวกคะแนนตามตำแหน่งความถูกต้อง



ภาพที่ 3.29 เอฟเฟคปรากฏตามความถูกต้องของตำแหน่งข้อต่อที่ตรวจสอบ

3.4.3 ผลลัพธ์จากการเข้าร่วมกิจกรรม

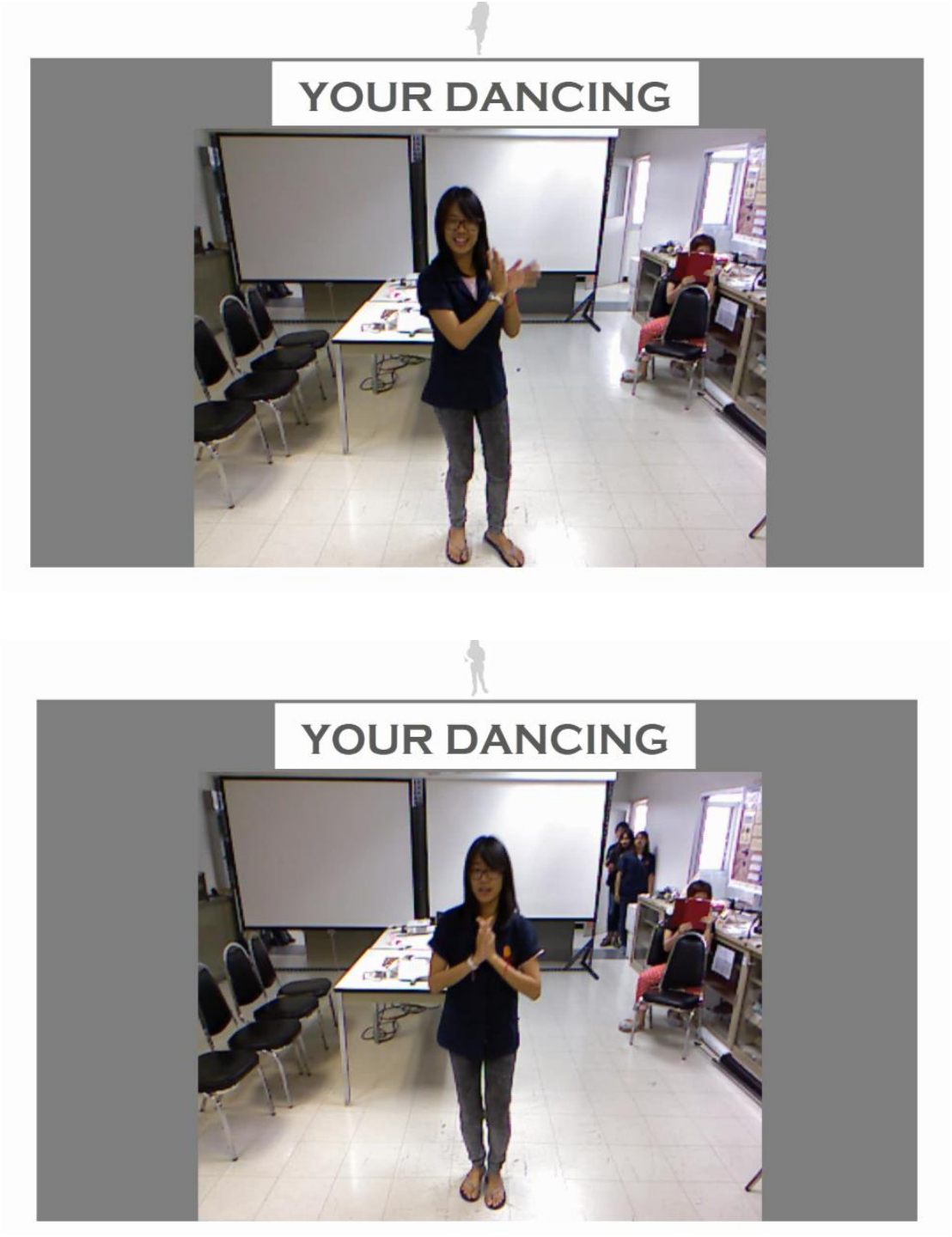
เมื่อกิจกรรมการเต้นได้เสร็จสิ้นแล้ว ระบบจะทำการเปรียบเทียบว่าคะแนนรวมที่ผู้ใช้งานได้รับนั้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าคะแนนสูงกว่าเกณฑ์จะปรากฏหน้าจอ Mission Complete และส่งข้อมูลไปยังบอร์ดควบคุมการหมุนของมอเตอร์เพื่อทำการจ่ายของ แต่ถ้าหากต่ำกว่าเกณฑ์จะปรากฏหน้าจอ Mission Failed และไม่มีการจ่ายของออกมา

ภาพที่ 3.30 หน้าจอแสดงผลลัพธ์หากผู้ใช้งานทำคะแนนได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ภาพที่ 3.31 หน้าจอแสดงผลลัพธ์หากผู้ใช้งานทำคะแนนได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3.4.4 การแสดงภาพเมื่อเข้าร่วมกิจกรรม

หลังจากที่เสร็จสิ้นกิจกรรม แจ้งผลลัพธ์ และแจกสินค้าแล้ว จะมีการแสดงภาพถ่ายขณะที่ผู้ใช้งานเข้าร่วมกิจกรรมการเต้น ก่อนที่จะวนกลับไปยังหน้าโฆษณาดังเดิม



ภาพที่ 3.32 ภาพถ่ายขณะที่ผู้ใช้งานเข้าร่วมกิจกรรมการเต้น

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุด ในการวางกล้อง Kinect (1)

การทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect จะทำการเปรียบเทียบตำแหน่งการวางกล้องระหว่างตำแหน่งส่วนกลางของเครื่อง คือ ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 0.80 เมตร และตำแหน่งส่วนบนของเครื่อง คือ ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 1.60 เมตร โดยทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ครั้ง ดังนี้

- <u>การทดลองครั้งที่ 1</u> : วางกล้อง Kinect สูงจากพื้นเป็นระยะ 0.80 เมตร และ 1.60 เมตร โดยแบ่งระยะที่ผู้ทดลองยืนห่างจากกล้องเป็น 1.50, 2.00, 2.50 และ 3.00 เมตร และปรับมุมของกล้องทุก 9 องศา เนื่องจากมุมของกล้องสามารถปรับได้ตั้งแต่มุม -27 ถึง 27 องศา ดังนั้นที่ตำแหน่งวางกล้อง 0.80 เมตร จะปรับตั้งแต่มุม -27, -18, -9, 0, 9, 18 และ 27 องศา และที่ตำแหน่ง 1.60 เมตร จะปรับมุมมองของกล้องเฉพาะที่เป็นมุมก้ม คือ ตั้งแต่มุม 0, -9, -18 และ -27 องศา
- <u>การทดลองครั้งที่ 2</u> : วางกล้อง Kinect สูงจากพื้นเป็นระยะ 0.80 เมตร และ 1.60 เมตร จากนั้นทำการเลือกระยะที่ผู้ทดลองยืนห่างจากกล้องและช่วงมุมของกล้องที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 โดยนำมุมที่เลือกมาทำการแบ่งมุมของกล้องทุก 3 องศา

4.1.1 จุดประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อหาตำแหน่งที่ดีที่สุดสำหรับการติดตั้ง Kinect บนเครื่อง
2. เพื่อหาระยะที่ดีที่สุดที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ถูกต้อง
3. เพื่อหามุมที่ดีที่สุดที่สามารถตรวจับการเคลื่อนไหวได้ถูกต้อง

4.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Kinect for Xbox 360
2. Microsoft Visual Studio 2012
3. Kinect for Windows SDK version 1.7
4. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows

4.1.3 วิธีการทดลอง

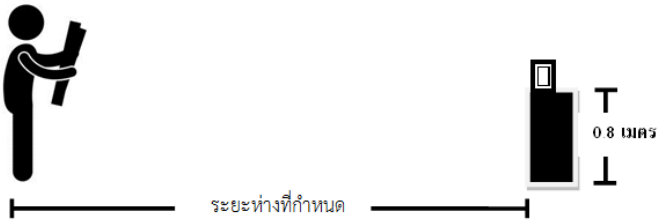
<u>การทดลองครั้งที่ 1</u>

- ตั้งกล้อง Kinect บนพื้นผิวเรียบ มีระยะสูงจากพื้น 0.80 เมตร

1. ให้ผู้ทดลองยืนอยู่ในระยะ 1.50 เมตร จากนั้นปรับมุมของกล้องทุก 9 องศา โดยปรับตั้งแต่มุม -27, -18, -9, 0, 9, 18 และ 27 องศา

2. ทำซ้ำในข้อ 1 แต่เปลี่ยนระยะการยืนเป็น 2.00, 2.50 และ 3.00 เมตร ตามลำดับ

3. บันทึกผลการตรวจจับที่ได้จาก Kinect



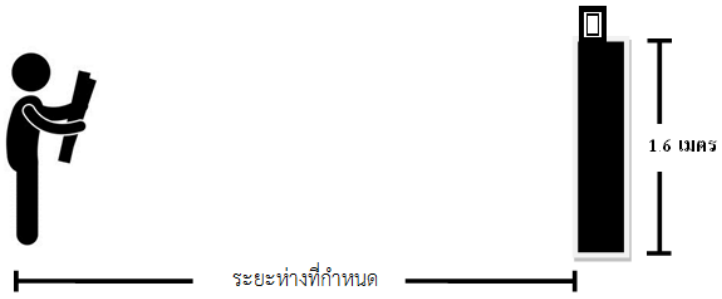
ภาพที่ 4.1 ภาพจำลองการทดลอง โดยตั้งกล้อง Kinect ที่ระยะสูงจากพื้น 0.80 เมตร

- ตั้งกล้อง Kinect บนพื้นผิวเรียบ มีระยะสูงจากพื้น 1.60 เมตร

1. ให้ผู้ทดลองยืนอยู่ในระยะ 1.50 เมตร จากนั้นปรับมุมของกล้องทุก 9 องศา โดยปรับตั้งแต่มุม 0, -9, -18 และ -27 องศา

2. ทำซ้ำในข้อ 1 แต่เปลี่ยนระยะการยืนเป็น 2.00, 2.50 และ 3.00 เมตร ตามลำดับ

3. บันทึกผลการตรวจจับที่ได้จาก Kinect



ภาพที่ 4.2 ภาพจำลองการทดลอง โดยตั้งกล้อง Kinect ที่ระยะสูงจากพื้น 1.60 เมตร

นำผลจากการทดลองการตั้งกล้องที่ระยะความสูงจากพื้น 0.80 เมตร และ 1.60 เมตร มาวิเคราะห์หาช่วงของระยะห่างและมุมที่สามารถตรวจจับได้ดีที่สุด จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทำการทดลองครั้งที่ 2 ต่อไป

การทดลองครั้งที่ 2

- ตั้งกล้อง Kinect บนพื้นผิวเรียบ มีระยะสูงจากพื้น 0.80 เมตร

1. ให้ผู้ทดลองยืนอยู่ในระยะที่เลือกมาจากการทดลองที่ 1 และนำช่วงของมุมที่เลือกมาจากการทดลองครั้งที่ 1 มาปรับมุมของกล้องทุก 3 องศา

2. บันทึกผลการตรวจจับที่ได้จาก Kinect

- ตั้งกล้อง Kinect บนพื้นผิวเรียบ มีระยะสูงจากพื้น 1.60 เมตร

1. ให้ผู้ทดลองยืนอยู่ในระยะที่เลือกมาจากการทดลองที่ 1 และนำช่วงของมุมที่เลือกมาจากการทดลองครั้งที่ 1 มาปรับมุมของกล้องทุก 3 องศา

2. บันทึกผลการตรวจจับที่ได้จาก Kinect

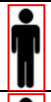
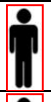
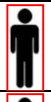
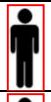
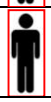
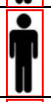
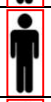
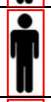
นำผลจากการทดลองการตั้งกล้องที่ระยะสูงจากพื้น 0.80 เมตร และ 1.60 เมตร มาวิเคราะห์หาช่วงของระยะทางและมุมที่สามารถตรวจจับได้ดีที่สุด และสรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองครั้งที่ 1

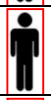
กำหนดให้ : = ตรวจจับได้เต็มตัว = ตรวจจับได้ครึ่งท่อนบน

 = ตรวจจับไม่ได้ = ตรวจจับได้ครึ่งท่อนล่าง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมในการวางกล้อง Kinect ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 0.80 เมตร

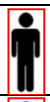
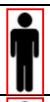
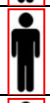
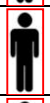
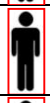
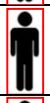
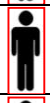
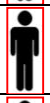
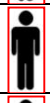
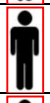
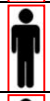
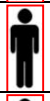
มุม	ระยะทาง (เมตร)			
	1.50	2.00	2.50	3.00
27 °				
18 °				
9 °				
0 °				
-9 °				
-18 °				
-27 °				

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมในการวางกล้อง Kinect ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 1.60 เมตร

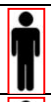
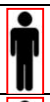
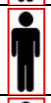
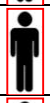
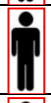
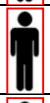
มุม	ระยะทาง (เมตร)			
	1.50	2.00	2.50	3.00
0 °	✖			
-9 °				
-18 °				✖
-27 °				✖

ผลการทดลองครั้งที่ 2

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมในการวางกล้อง Kinect ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 0.80 เมตร (แบ่งมุมที่เลือกทุก 3 องศา)

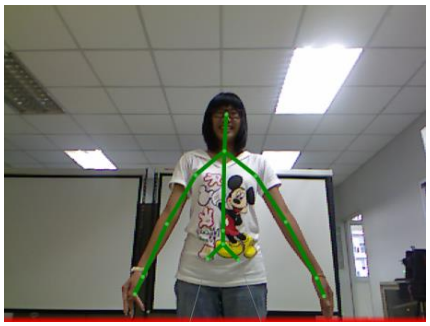
มุม	ระยะทาง (เมตร)	
	2.00	2.50
9 °		
6 °		
3 °		
0 °		
-3 °		
-6 °		
-9 °		

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมในการวางกล้อง Kinect ที่ตำแหน่งสูงจากพื้น 1.60 เมตร (แบ่งมุมที่เลือกทุก 3 องศา)

มุม	ระยะทาง (เมตร)	
	2.00	2.50
-18 °		
-21 °		
-24 °		
-27 °		

(ก)

(ข)



(ค)

(ง)

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างภาพจากการบันทึกผลการทดลอง

(ก) สามารถตรวจจับได้เต็มตัว

(ข) ไม่สามาระตรวจจับได้

(ค) สามารถตรวจจับได้เพียงครึ่งท่อนบน

(ง) สามารถตรวจจับได้เพียงครึ่งท่อนล่าง

4.1.4 ปัญหาและอุปสรรค

1. ได้ช่วงระยะการยืนและมุมที่ดีที่สุดของแต่ละตำแหน่งการตั้งกล้องมา แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าตั้งกล้อง Kinect ที่ส่วนบนหรือส่วนกลางของเครื่อง จึงจะสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ดีกว่ากัน

2. ไม่แน่ใจว่าตำแหน่งที่วางกล้องจะสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้ที่มีความสูงค่อนข้างมากได้หรือไม่

4.1.5 การแก้ไข

ทำการทดลองเพิ่มเติม โดยนำคนที่มีความสูงค่อนข้างมากมาทำการทดลอง และนำผลที่ได้จากตำแหน่งการวางกล้องมา (การทดลอง 4.2 การทดลองการหาตำแหน่งในการวางกล้อง Kinect และมุมที่ดีที่สุด (2))

4.1.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect พบว่าระยะที่ดีที่สุดที่กล้อง Kinect สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้อยู่ในช่วง 2.00 - 2.50 เมตร และพบว่าการทำมุมของกล้อง Kinect ที่จะทำให้สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ดีที่สุดอยู่ที่ 0 องศา ถ้าหากวางกล้องในตำแหน่งที่สูงจากพื้น 0.80 เมตร และอยู่ที่ -21 องศาและ -24 องศา ถ้าหากวางกล้องในตำแหน่งสูงจากพื้น 1.60 เมตร

4.2 การทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุด ในการวางกล้อง Kinect (2)

การทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect (2) จะทำการนำช่วงระยะห่างจากกล้องและมุมที่เลือกมาจากการทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect (1) โดยทำการทดลองกับคนที่มีความสูงค่อนข้างมาก เพื่อหาตำแหน่งที่ดีที่สุด เนื่องจากถ้าความสูงอยู่ไม่มากนัก ตำแหน่งและมุมของกล้อง Kinect ที่ได้จากการทดลองครั้งก่อนมีความสามารถจับการเคลื่อนไหวได้เท่าๆกัน ในการทดลองครั้งนี้เราจึงเลือกใช้คนที่มีความสูงมากมาตัดสินว่าตำแหน่งไหนที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจจับของกล้อง Kinect

4.2.1 จุดประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อหาตำแหน่งที่ดีที่สุดสำหรับการติดตั้ง Kinect บนเครื่อง
2. เพื่อหาระยะที่ดีที่สุดที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ถูกต้อง
3. เพื่อหามุมที่ดีที่สุดที่สามารถตรวจับการเคลื่อนไหวได้ถูกต้อง

4.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Kinect for Xbox 360
2. Microsoft Visual Studio 2012
3. Kinect for Windows SDK version 1.7
4. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows

4.2.3 วิธีการทดลอง

- ตั้งกล้อง Kinect บนพื้นผิวเรียบ มีระยะสูงจากพื้น 0.80 เมตร

1. ให้ผู้ทดลองยืนอยู่ในระยะ 2.00 เมตร แล้วปรับมุมของกล้องไปที่ 0 องศา ซึ่งเป็นระยะและมุมที่ทำการเลือกจากการทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect(1) โดยให้ผู้ทดลองยกมือขึ้น เพื่อตรวจสอบว่าถ้าหากยกมือขึ้นแล้ว กล้องยังสามารถตรวจจับข้อต่อที่บริเวณข้อมือได้หรือไม่
2. ทำซ้ำในข้อ 1 โดยเปลี่ยนระยะการยืนเป็น 2.50 เมตร
3. บันทึกผลการตรวจจับที่ได้จาก Kinect

- ตั้งกล้อง Kinect บนพื้นผิวเรียบ มีระยะสูงจากพื้น 1.60 เมตร

1. ให้ผู้ทดลองยืนอยู่ในระยะ 2.00 เมตร แล้วปรับมุมของกล้องไปที่ -21 และ -24 องศา ตามลำดับ ซึ่งเป็นระยะและมุมที่ทำการเลือกจากการทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวาง

กล้อง Kinect (1) โดยให้ผู้ทดลองยกมือขึ้น เพื่อตรวจสอบว่าถ้าหากยกมือขึ้นแล้ว กล้องยังสามารถตรวจจับข้อต่อที่บริเวณข้อมือได้หรือไม่

2. ทำซ้ำในข้อ 1 โดยเปลี่ยนระยะการยืนเป็น 2.50 เมตร

3. บันทึกผลการตรวจจับที่ได้จาก Kinect

นำผลจากการทดลองการตั้งกล้องมีระยะสูงจากพื้น 0.80 เมตร และ 1.60 เมตร มาวิเคราะห์หาช่วงของระยะทางและมุมที่สามารถตรวจจับได้ดีที่สุด และสรุปผลการทดลอง

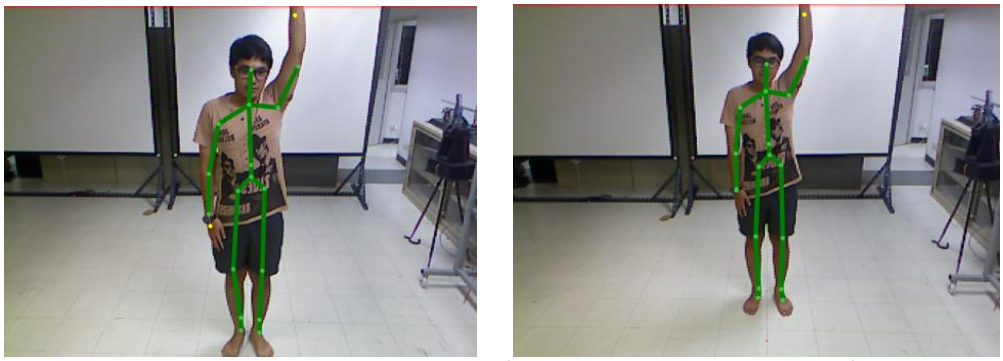
ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect โดยให้ผู้ทดลองยกมือ แล้วตรวจสอบว่ากล้องสามารถตรวจจับข้อต่อที่บริเวณข้อมือได้หรือไม่

ตำแหน่ง / มุม (เมตร) / (°)	**ระยะทาง (เมตร)**	
	2.00	**2.50**
0.80 / 0 °	✖	☺
1.60 / -21 °	☺	☺
1.60 / -24 °	✖	✖

กำหนดให้ : ☺ = ตรวจจับข้อต่อบริเวณข้อมือได้

✖ = ตรวจจับข้อต่อบริเวณข้อมือไม่ได้



ภาพที่ 4.4 ภาพจากการบันทึกผลการทดลองตั้งกล้อง Kinect ที่ระยะสูงจากพื้น 1.60 เมตร และทำมุม -21 องศา ที่ระยะห่าง 2.00 เมตร และ 2.50 เมตร

4.2.4 ปัญหาและอุปสรรค

ไม่แน่ใจว่าตำแหน่งที่วางกล้องจะสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้ที่มีความสูงมากกว่านี้ได้หรือไม่ หากมีการยกแขนขึ้นจนสุด ตำแหน่งข้อต่อบริเวณบริเวณข้อมืออาจจะไม่สามารถตรวจจับได้

4.2.5 การแก้ไข

ต้องเพิ่มระยะการยืนให้ถอยหลังออกไปมากกว่า 2.50 เมตรจึงจะสามารถจับตำแหน่งข้อต่อได้ครบทุกจุด

4.2.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect ที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวที่อยู่ในระยะ 2.00 - 2.50 เมตรได้ พบว่าตำแหน่งที่วางกล้อง Kinect สูงจากพื้น 1.60 เมตร และกล้องทำมุม 21 องศา เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถจับการเคลื่อนไหวของคนได้ครบถ้วนทุกตำแหน่งข้อต่อ

4.3 การทดลองการหาช่วงของตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดจากจุดที่กำหนด

การทดลองการหาช่วงของตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดจากจุดที่กำหนด จะทำการเปรียบเทียบช่วงของตำแหน่งทั้งหมด 5 ช่วง คือ คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งที่กำหนดได้ 5, 10, 15, 20 และ 25 เซนติเมตร ทำการทดสอบด้วยท่าทางทั้งหมด 2 ท่าทาง คือ กางแขนให้สุด, กางแขนพร้อมงอข้อศอกให้ตั้งฉากกัน เพื่อตรวจสอบว่าช่วงของตำแหน่งใดที่สามารถแยกท่าทางออกจากกันได้ชัดเจนที่สุด

4.3.1 จุดประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อให้ได้ช่วงของตำแหน่งที่สามารถแยกท่าทางได้ดีที่สุดจากจุดที่กำหนด
2. เพื่อให้ได้ช่วงของตำแหน่งที่เหมาะสมกับความสูงหลายระดับ (149 – 183 เซนติเมตร)

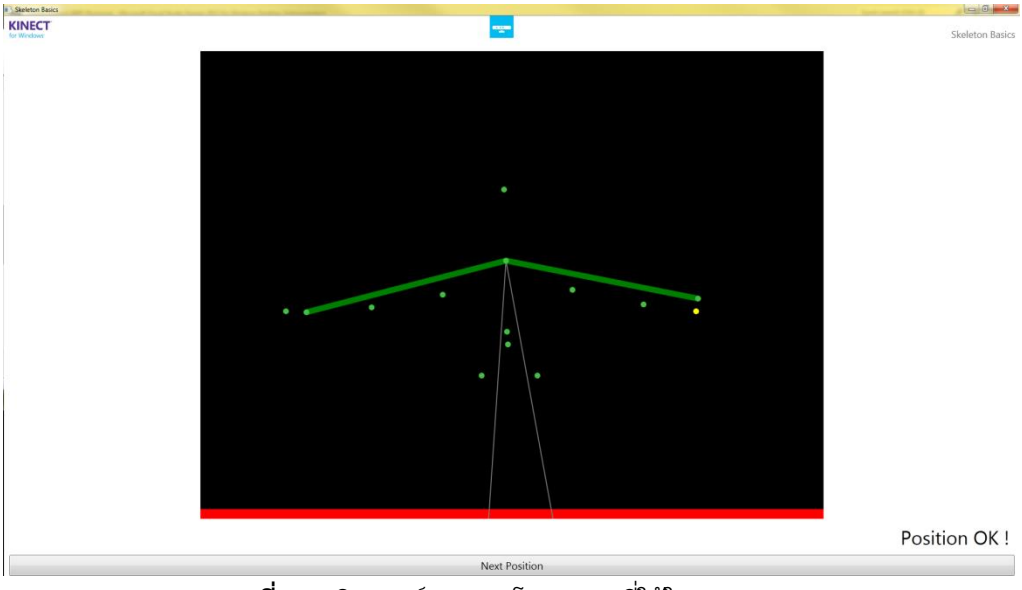
4.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Kinect for Xbox 360
2. Microsoft Visual Studio 2012
3. Kinect for Windows SDK version 1.7
4. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows

4.3.3 วิธีการทดลอง

1. อัดท่าทางและตำแหน่งที่กำหนด ซึ่งในที่นี้คือท่ากางแขน แล้วบันทึกลงในไฟล์ Excel
2. เขียนโปรแกรมให้อ่านค่าจากไฟล์ที่บันทึกค่าเพื่อเปรียบเทียบกับท่าทางของผู้ทดลอง
3. ผู้ทดลองทำท่าทางสองท่า คือ ท่ากางแขน และ ท่ากางแขนพร้อมงอข้อศอกให้ตั้งฉาก
4. ดูผลลัพธ์จากอินเตอร์เฟส หากตำแหน่งที่ตรวจจับของผู้ทดลองตรงกับท่าทางที่กำหนด จะขึ้นผลลัพธ์ว่า Position OK ! และบันทึกผลการทดลองจากผลลัพธ์ที่ได้
5. คลิกที่ปุ่ม Next Position เพื่อทำการเปลี่ยนช่วงของตำแหน่งเป็น 10, 15, 20 และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับ

ภาพที่ 4.5 ท่าทางที่ผู้ทดลองทำเมื่อทำการทดลองทั้งหมดสองท่าทาง



ภาพที่ 4.6 อินเตอร์เฟสของโปรแกรมที่ใช้ในการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการช่วงของตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดจากจุดที่กำหนดจากผู้ทดลองที่มีความสูงหลายระดับ (149 – 183 เซนติเมตร)

	ช่วงระยะบวกลบความคลาดเคลื่อน (เซนติเมตร)				
ท่าทางที่ทำ	5	10	15	20	25
กางแขน	✗	✓	✓	✓	✓
ยกมือ	✗	✗	✓	✓	✓

กำหนดให้ : ✓ = ตำแหน่งอยู่ในช่วงที่กำหนด

✗ = ตำแหน่งไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด

4.3.4 ปัญหาและอุปสรรค

ท่าทางการยกมือของแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ทำให้ไม่สามารถควบคุมให้ระยะห่างนั้นคงที่ได้

4.3.5 การแก้ไข

ต้องให้ผู้ทดลองพยายามให้ส่วนของข้อศอกกับแขนตั้งฉากกัน เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

4.3.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการหาช่วงของตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดจากจุดที่กำหนด พบว่าช่วงที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถแยกท่าทางออกจากกันได้ชัดเจน และเหมาะสมกับระดับความสูงหลายระดับได้ดีที่สุดคือช่วงความแตกต่างที่มีระยะบวกลบความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10 เซนติเมตร เนื่องจากระยะอื่นๆ ไม่สามารถแยกความแตกต่างของท่าทางที่กำหนดได้

4.4 การทดลองเพื่อหาความถูกต้องในการควบคุมการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์

การทดลองเพื่อหาความถูกต้องในการควบคุมการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์ จะทำการวัดมุมที่สเตปปิ้งมอเตอร์หมุนไปว่าเท่ากับ 180 องศาหรือไม่ โดยการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์ถูกควบคุมด้วยโปรแกรมที่เขียนลงบน GR-Sakura Board

4.4.1 จุดประสงค์ในการทดลอง

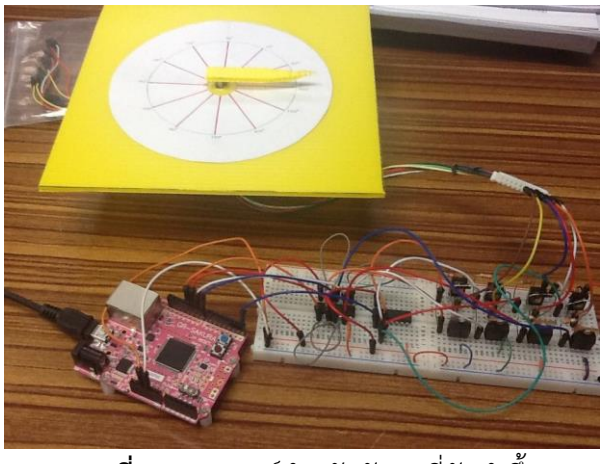
1. เพื่อหาความถูกต้องของการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์ในองศาที่ต้องการ
2. เพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

4.4.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Stepping Motor Unipolar
2. GR-Sakura Microcontroller Board
3. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows

4.4.3 วิธีการทดลอง

1. จัดทำอุปกรณ์สำหรับวัดมุม
2. นำอุปกรณ์วัดมุมที่จัดทำขึ้นมาประกอบเข้ากับสเตปปิ้งมอเตอร์
3. ทดลองส่งบิตข้อมูลเพื่อสั่งให้สเตปปิ้งมอเตอร์หมุน
4. ตรวจสอบความถูกต้องของการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์ โดยสังเกตมุมที่หมุนไป ว่าได้180 องศาตามที่ตั้งไว้หรือไม่

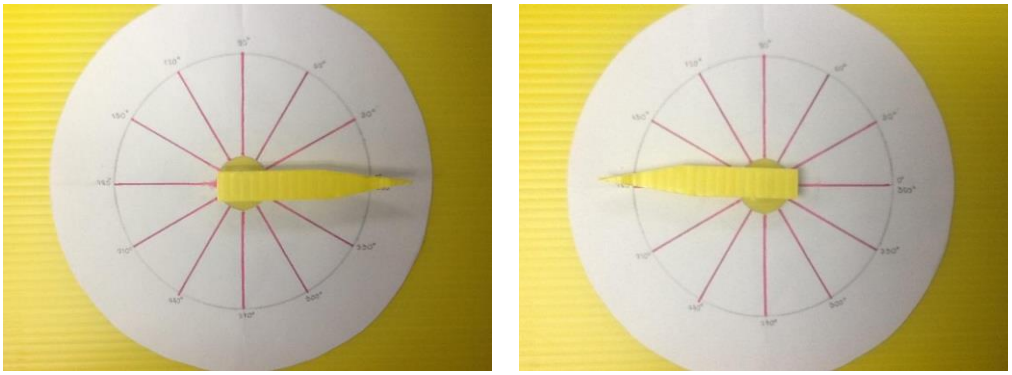


ภาพที่ 4.7 อุปกรณ์สำหรับวัดมุมที่จัดทำขึ้น

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.7 แสดงค่ามุมที่บันทึกได้จากการทดลอง โดยเริ่มต้นอยู่ที่ 0 องศา

การทดลองครั้งที่	**ค่ามุมที่บันทึกได้ (องศา)**
1	180
2	0
3	180
4	0
5	180



ภาพที่ 4.8 ผลจากการทดลองมอเตอร์หมุนไป180องศา

4.4.4 ปัญหาและอุปสรรค

จัดทำอุปกรณ์สำหรับวัดมุมไม่แข็งแรงพอ เมื่อนำไปติดตั้งไม่สามารถวัดมุมได้

4.4.5 การแก้ไข

ทำอุปกรณ์สำหรับวัดมุมใหม่

4.4.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองหาความถูกต้องในการควบคุมการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์ พบว่าอัลกอริทึมที่เขียนสามารถควบคุมองศาการหมุนของมอเตอร์ได้คงที่ตามที่ต้องการ คือ เมื่อมีการส่งบิตข้อมูลสั่งให้หมุนมอเตอร์หนึ่งครั้ง ทำให้มอเตอร์หมุนไป 180 องศา

4.5 การทดลองเพื่อทดสอบน้ำหนักของวัตถุที่สเตปปิ้งมอเตอร์สามารถรองรับได้

การทดลองเพื่อทดสอบน้ำหนักของวัตถุที่สเตปปิ้งมอเตอร์สามารถรองรับได้ จะทำการนำวัตถุขนาดต่างๆ มาทดสอบใส่ลงไปในกระบอกรับของที่ยึดติดกับสเตปปิ้งมอเตอร์ เพื่อสังเกตการหมุนของแกนว่า วัตถุน้ำหนักต่างๆกันมีผลทำให้การหมุนแกนของสเตปปิ้งมอเตอร์มีความผิดพลาดหรือไม่ และผิดพลาดไปมากน้อยเพียงใด

4.5.1 จุดประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อหาความถูกต้องของการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์ในกรณีที่น้ำหนักวัตถุต่างๆกันไป
2. เพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม
3. เพื่อหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่สเตปปิ้งมอเตอร์รับได้

4.5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Stepping Motor Unipolar
2. GR-Sakura Microcontroller Board
3. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows

4.5.3 วิธีการทดลอง

1. นำกระบอกรับของจ่ายของมาประกอบเข้ากับแกนหมุนของสเตปปิ้งมอเตอร์
2. นำวัตถุที่จะทำการทดสอบจะมาชั่งน้ำหนัก และบันทึกน้ำหนักไว้
3. นำวัตถุไปใส่ลงในแกนหมุน แล้วสั่งให้สเตปปิ้งมอเตอร์ทำการหมุนแกน
4. บันทึกผลที่ได้จากการสังเกตการหมุนแกนของสเตปปิ้งมอเตอร์

ภาพที่ 4.9 อุปกรณ์สำหรับทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบน้ำหนักวัตถุที่รับได้ของสเต็ปปิงมอเตอร์

วัตถุที่นำมาทดสอบ	น้ำหนัก (กรัม)	ผลการทดลอง
กระป๋องปลากระป๋อง	200	แกนสามารถหมุนได้ตามปกติ
กระป๋องน้ำอัดลม 245 ml	250	แกนสามารถหมุนได้ตามปกติ
adapter	300	แกนสามารถหมุนได้ตามปกติ
กระป๋องน้ำอัดลม 320 ml	400	แกนถูกน้ำหนักถ่วงลง ทำให้มุมที่หมุนเปลี่ยน

4.5.4 ปัญหาและอุปสรรค

1. เมื่อแกนหมุนลงทำให้วัตถุกลิ้งไปกระแทกอีกฝุ่งของแกนหมุน ทำให้แกนหมุนไปเกินองศาที่กำหนดไว้

2. เมื่อวัตถุหล่นลงมาที่แกนหมุน สเตปปิ้งมอเตอร์ไม่ล็อคแกนหมุนทำให้แกนหมุนหมุนตามแรงที่วัตถุตกลงมากระทบ

3. สเตปปิ้งมอเตอร์ที่ใช้ทำการหมุนเมื่อทำงานไปสักพักเกิดความร้อนขึ้น

4.5.5 การแก้ไข

1. เปลี่ยนไปใช้มอเตอร์ที่มีแรงบิดสูงขึ้น

2. แก้ไขอัลกอริทึมที่ใช้ควบคุมสเตปปิ้งมอเตอร์ โดยทำการจ่ายไฟเพื่อทำการล็อคแกนของสเตปปิ้งมอเตอร์

3. แก้ไขวงจรที่ใช้ขับสเตปปิ้งมอเตอร์

4.5.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อทดสอบน้ำหนักของวัตถุที่สเตปปิ้งมอเตอร์สามารถรองรับได้ พบว่ามอเตอร์สามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุดเพียง 300 กรัม ซึ่งน้อยมาก ทำให้ต้องทำการเปลี่ยนแปลงกลไกในการหมุนแกนให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากกว่านี้

4.6 การทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของมอเตอร์กับกระบอกรับของที่ออกแบบ

การทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของมอเตอร์กับกระบอกรับของที่ออกแบบ จะทำการนำขวดน้ำที่กำหนดขนาดและน้ำหนักมาเพื่อทดสอบการปล่อยสินค้า และสังเกตการหมุนของกระบอกรับของว่าสามารถทำการปล่อยสินค้าได้ตามต้องการหรือไม่

4.6.1 จุดประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อสังเกตการหมุนของกระบอกรับของว่ามอเตอร์สามารถควบคุมได้ตามต้องการหรือไม่
2. เพื่อวัดประสิทธิภาพการกลไกทำงานของเครื่องปล่อยสินค้าที่ได้ออกแบบไว้
3. เพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

4.6.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Stepping Motor Unipolar
2. วงจรควบคุมมอเตอร์
3. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows

4.6.3 วิธีการทดลอง

1. นำกระบอกรับของที่ออกแบบมาประกอบเข้ากับเครื่องปล่อยสินค้า
2. นำวัตถุเรียงไว้ตามแนวของสโลปที่ออกแบบ แล้วสั่งให้สเตปปิ้งมอเตอร์ทำการหมุนแกน
3. สังเกตการณ์ปล่อยสินค้าว่าสามารถปล่อยสินค้าได้อย่างปกติหรือไม่

ภาพที่ 4.10 รูปแบบการเรียงสินค้าและสินค้าที่ใช้ในการทดลอง

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบการทำงานของมอเตอร์กับกระบอกรับของ

	ผลการทดลอง
ขวดที่ 1	แกนสามารถหมุนและจ่ายของได้ตามปกติ
ขวดที่ 2	แกนสามารถหมุนและจ่ายของได้ตามปกติ
ขวดที่ 3	แกนสามารถหมุนและจ่ายของได้ตามปกติ
ขวดที่ 4	แกนสามารถหมุนและจ่ายของได้ตามปกติ
ขวดที่ 5	แกนสามารถหมุนและจ่ายของได้ตามปกติ

4.6.4 ปัญหาและอุปสรรค

1. ตู้ที่ออกแบบมาไม่แข็งแรงพอที่จะรองรับกระบอกรับของ ทำให้แกนหมุนหลุดออกจากแบริ่งที่ยึด
2. เมื่อมีการหมุนสินค้าเข้ากระบอกรับของ สินค้าที่อยู่ด้านบนไม่ไหลลงมาอย่างต่อเนื่อง
3. สินค้าไม่เข้าไปยังปากกระบอกรับของ จึงทำให้แกนหมุนติดขัด
4. เฟืองยึดกับมอเตอร์ไม่แน่น ทำให้ถึงแม้จะหมุนเฟือง แต่แกนมอเตอร์ไม่หมุนตามไปด้วย

4.6.5 การแก้ไข

1. ยึดไม้แผ่นที่ฝังแบริ่งไว้ให้แน่นขึ้น โดยนำเหล็กและน็อตมายึดเพิ่ม
2. ไม่ใส่สินค้าในเครื่องเยอะเกินไป เพื่อไม่ให้ชั้นด้านหลังของตู้รับน้ำหนักมากเกินไป
3. ขยายปากกระบอกรับของด้วยการเจาะและตะไบเหล็กออก และปรับแก้กลไกการไหลของสินค้าสู่ปากกระบอกรับสินค้าใหม่
4. ใช้กาวยึดน็อตระหว่างเฟืองกับมอเตอร์ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการยึด

4.6.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของมอเตอร์กับกระบอกรับของที่ออกแบบ สามารถทำการหมุนได้อย่างเป็นปกติ โดยสามารถปล่อยสินค้าออกมาได้ทีละหนึ่งชิ้น และสามารถกักตุนของไว้ด้านหลังของตู้ได้ในจำนวนหนึ่ง หากมีโอกาสควรจะปรับปรุงให้ตู้สามารถกักตุนสินค้าได้มากกว่าเดิม

4.7 การทดลองการทำงานของระบบเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น

การทดลองการทำงานของระบบเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น เป็นการทดสอบระบบทั้งหมดของเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของซอฟต์แวร์กิจกรรมและส่วนของฮาร์ดแวร์เครื่องจ่ายของ โดยทำการสังเกตองค์ประกอบต่างๆ ทั้งหมดจากผู้ทดลองใช้เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้นนี้ ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการหรือไม่

4.7.1 จุดประสงค์ในการทดลอง

1. เพื่อสังเกตการทำงานโดยรวมของระบบจากกลุ่มตัวอย่าง
2. เพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบเมื่อเปิดโปรแกรมติดต่อกันเป็นเวลานาน
3. เพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม

4.7.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น
2. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows

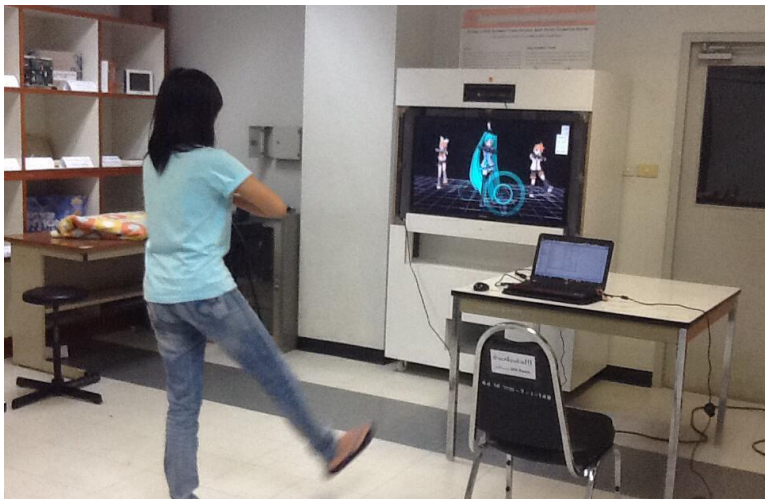
4.7.3 วิธีการทดลอง

1. ให้ผู้ทดลองใช้เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้นด้วยตนเอง และสังเกตผลการทำงานของระบบว่าเป็นอย่างไร
2. บันทึกผลการทำงานของระบบลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ภาพที่ 4.11 ผู้ทดลองมายืนหน้าเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น

ภาพที่ 4.12 ผู้ทดลองทำการเลื่อนเคอเซอร์

ภาพที่ 4.13 ผู้ทดลองทำการกดปุ่ม



ภาพที่ 4.14 ผู้ทดลองเต้นตามท่าเต้นที่ปรากฏ

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดสอบการทำงานของระบบเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น

ลำดับ	ส่วนสูงของผู้ทดลอง (cm)	ผลการร่วมกิจกรรม	ผลการทดลอง						
			Ads	Game	Button	Effect	Capture	Motor	Product
1	175	X	/	/	/	/	/	-	-
2	172	/	/	/	/	/	/	/	/
3	162	X	/	/	/	Delay	/	-	-
4	172	X	/	/	/	/	/	-	-
5	158	/	/	/	/	/	/	/	/
6	174	/	/	/	/	/	/	/	/
7	173	X	/	/	/	/	/	-	-
8	180	X	/	/	/	/	/	-	-
9	169	/	/	/	/	/	/	/	/
10	175	/	/	/	/	/	/	/	/
11	174	/	/	/	/	Delay	/	x	x
12	164	/	/	/	/	/	/	/	/

หมายเหตุ / คือ ผ่านการทดสอบ x คือ ไม่ผ่านการทดสอบ

Delay คือ มีการแสดงผลไม่ตรงตามที่ตั้งไว้ - คือ ส่วนที่ไม่ได้ทำงาน

สรุป

มีผู้ผ่านการร่วมกิจกรรม	58.33%
สามารถแสดงวิดีโอได้	100%
ปุ่มกดสามารถใช้งานได้	100%
เอฟเฟคเกมแสดงได้ตรง	83.33%
ถ่ายและแสดงภาพผู้เล่นได้	100%
มอเตอร์ควบคุมการจ่ายของได้	91.67%

4.7.4 ปัญหาและอุปสรรค

1. ขวดน้ำลงไปขัดปากกระบอกรับของ ทำให้ไม่สามารถจ่ายน้ำได้

2. เมื่อวนใช้งานติดต่อกันหลายๆครั้ง โปรแกรมมีการแสดงผลช้าไปบ้าง ไม่ตรงตามที่กำหนดไว้

3. ผู้ทดลองใช้ทราบวิธีการกดปุ่ม

4. บางครั้งภาพที่แสดงผลตอนสุดท้าย แสดงไม่ครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

4.7.5 การแก้ไข

1. แก้ไขกลไกการปล่อยของลงกระบอกรับของ

2. พักการใช้งานเครื่องเล็กน้อย

3. บอกวิธีการกดปุ่มให้แก่ผู้ทดลองใช้

4. แก้ไขอัลกอริทึมการเก็บและแสดงผลภาพใหม่

4.7.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการทำงานของระบบเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น จะเห็นได้ว่าแม้ผู้ทดลองใช้งานมีความสูงที่แตกต่างกันก็สามารถใช้งานเครื่องได้ปกติ ส่วนตัวโปรแกรมเองยังมีปัญหาอยู่บ้างเล็กน้อยหากใช้งานติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งจากการทดลองนี้ทำให้เห็นถึงปัญหาและสามารถแก้ไขได้ทันก่อนที่จะนำโปรแกรมไปใช้กับงานจริง

4.8 สรุปผลการทดลองที่ได้รับจากการทดลองทั้งหมด

จากการทดลองทั้งหมดในโครงงานเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้นนั้น สามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังต่อไปนี้

4.8.1 การทดลองหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect(1)

- ระยะที่ดีที่สุดที่กล้อง Kinect สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้อยู่ในช่วง 2.00 - 2.50 เมตร
- การทำมุมของกล้อง Kinect ที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ดีที่สุดอยู่ที่ 0 องศา หากวางกล้องในตำแหน่งที่สูงจากพื้น 0.80 เมตร
- การทำมุมของกล้อง Kinect ที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ดีที่สุดอยู่ที่ -21 และ -24 องศา หากวางกล้องในตำแหน่งที่สูงจากพื้น 1.60 เมตร

4.8.2 การทดลองหาตำแหน่งและมุมที่ดีที่สุดในการวางกล้อง Kinect(2)

- ระยะที่ดีที่สุดที่กล้อง Kinect สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้อยู่ในช่วง 2.00 - 2.50 เมตร
- ตำแหน่งที่วางกล้อง Kinect สูงจากพื้น 1.60 เมตร และกล้องทำมุม 21 องศา เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถจับการเคลื่อนไหวของคนได้ครบถ้วนทุกตำแหน่งข้อต่อ

4.8.3 การทดลองการหาช่วงของตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดจากจุดที่กำหนด

- พบว่าช่วงที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถแยกท่าทางออกจากกันได้ชัดเจน มีระยะบวกลบความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 10 เซนติเมตร เนื่องจากระยะอื่นๆ ไม่สามารถแยกความแตกต่างของท่าทางที่กำหนดได้

4.8.4 การทดลองหาความถูกต้องในการควบคุมการหมุนสเตปปิ้งมอเตอร์

- อัลกอริทึมที่เขียนสามารถควบคุมการหมุนของมอเตอร์ได้คงที่ตามที่ต้องการคือ 180 องศา

4.8.5 การทดลองเพื่อทดสอบน้ำหนักของวัตถุที่สเตปปิ้งมอเตอร์สามารถรองรับได้

- มอเตอร์สามารถรองรับน้ำหนักได้สูงสุดเพียง 300 กรัม ต้องทำการเปลี่ยนแปลงกลไกในการหมุนแกนให้สามารถรองรับน้ำหนักได้มากกว่านี้

4.8.6 การทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของมอเตอร์กับกระบอกรับของที่ออกแบบ

- สามารถทำการหมุนได้อย่างเป็นปกติ
- สามารถปล่อยสินค้าออกมาได้ทีละหนึ่งชิ้น
- สามารถกักตุนของไว้ด้านหลังของตู้ได้ 16 ขวด

4.8.7 การทดสอบการทำงานของระบบเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น

- ผู้ทดลองใช้งานมีความสูงที่แตกต่างกันสามารถใช้งานเครื่องได้ปกติ
- ตัวโปรแกรมมีปัญหาอยู่บ้างเล็กน้อยหากใช้งานติดต่อกันเป็นเวลานาน
- ทำให้เห็นถึงปัญหาและสามารถแก้ไขได้ทันก่อนที่จะนำโปรแกรมไปใช้กับงานจริง

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงงานเรื่อง เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้น เป็นการนำอุปกรณ์ Kinect มาประยุกต์เข้ากับเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ เพื่อพัฒนาให้เป็นเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้ารูปแบบใหม่ ที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้พบเห็นได้ โดยทางผู้พัฒนาได้ศึกษาการตรวจจับท่าทางผ่านอุปกรณ์ Kinect และสร้างโปรแกรมเกมเต้นขึ้นมาเพื่อเป็นกิจกรรมบนเครื่องประชาสัมพันธ์ โดยเลือกใช้ภาษา C# ในการพัฒนาโปรแกรม ในขั้นตอนแรก Kinect จะเริ่มรับข้อมูลการเคลื่อนไหวหากมีผู้ที่สนใจเข้ามายืนในตำแหน่งที่กำหนดไว้ คือยืนห่างจากเครื่องประมาณ 2.00 - 2.50 เมตร จากนั้นเมื่อผู้ใช้กดปุ่มตกลงเข้าร่วมกิจกรรม คอมพิวเตอร์จะประมวลผลให้เริ่มกิจกรรมและตรวจจับการเคลื่อนไหว เพื่อนำมาเปรียบเทียบว่าการเคลื่อนไหวที่ได้รับมานั้นตรงตามการเคลื่อนไหวที่ได้ทำการบันทึกไว้หรือไม่ โดยตรวจสอบจากตำแหน่งข้อต่อของผู้เข้าร่วมกิจกรรม หากข้อต่ออยู่ในรัศมีการเคลื่อนไหวที่กำหนดไว้จะบวกคะแนนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อจบกิจกรรมคอมพิวเตอร์จะประมวลผลว่าคะแนนนั้นถึงเกณฑ์ที่จะได้รับรางวัลหรือไม่ ถ้าหากผ่านเกณฑ์จะจ่ายของรางวัลออกมาทางเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ โดยในทุกขั้นตอนจะมีการแสดงผลข้อมูลภาพและเสียงผ่านทางจอแสดงผลแบบเรียลไทม์ เพื่อให้เครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าสามารถสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โครงงานนี้เหมาะสำหรับผู้ประกอบการทั่วไป ใช้เพื่อการประชาสัมพันธ์สินค้าให้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย สร้างความแปลกใหม่ให้แก่ผู้พบเห็นโดยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการประชาสัมพันธ์ เพื่อเพิ่มผลประกอบการให้แก่ธุรกิจ และสร้างผลสำเร็จทางด้านการโฆษณาและประชาสัมพันธ์ได้เป็นอย่างดี

5.1 บทสรุป

จากการพัฒนาเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้าผ่านการเต้นมาจนถึงปัจจุบัน สามารถพัฒนาเครื่องได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยทางผู้พัฒนาได้แบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

5.1.1 ส่วนเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ

1. สามารถจ่ายของทรงกระบอก ขนาดสูง 19 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 6 เซนติเมตรได้

2. สามารถควบคุมมอเตอร์จ่ายของได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

5.1.2 ส่วนการประมวลผล

1. สามารถตรวจจับผู้ใช้งานได้ทีละคน โดยเลือกจับคนแรกที่เข้ามาร่วมกิจกรรมกับเครื่องและจะจับคนนั้นคนเดียวจนกว่าจะเดินออกไปจากรัศมีของกล้อง

2 สามารถตรวจจับและระบุตำแหน่งข้อต่อบนร่างกายของผู้เล่นได้ โดยใช้จุด Shoulder Center เป็นจุดอ้างอิง

3. สามารถบันทึกตำแหน่งข้อต่อต่างๆบนร่างกายไว้เป็น Data file ได้

4. สามารถตรวจจับและเปรียบเทียบท่าเต้นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมและข้อมูลที่เก็บไว้ใน Data file ได้

5. สามารถประมวลผลได้แบบเรียลไทม์

6. สามารถคำนวณคะแนนได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

7. สามารถจับภาพของผู้เข้าร่วมกิจกรรมไว้ และนำมาแสดงในภายหลังได้

5.1.3 ส่วนการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์

1. สามารถเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Kinect และโปรแกรมได้ โดยผ่าน NUI

2. สามารถเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรม และ GR-SAKURA Board เพื่อใช้ในการควบคุมมอเตอร์ได้ โดยผ่านทางUSB Port ของเครื่องคอมพิวเตอร์ และmini USB Connector ของ GR-SAKURA Board

5.2 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข

1. การจับเวลาท่าเต้นแต่ละท่าไม่ตรงกับเวลาจริง เนื่องจากการหน่วงเวลาของเครื่องกับนาฬิกาจับเวลาไม่เท่ากัน จึงทำการบันทึกค่าใหม่อีกครั้ง โดยเขียนโปรแกรมเพื่อเก็บค่าหน่วงเวลาจากเครื่องเพื่อให้ได้ค่าเวลาที่แท้จริง

2. การตรวจจับโครงร่างของกล้อง Kinect มาจากการประมาณ ทำให้มีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ดังนั้นในการบันทึกตำแหน่งข้อต่อของท่าเต้นทางผู้พัฒนาจึงใช้การตรวจจับหลายๆครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาขยายเป็นช่วงเพื่อใช้ในการตรวจจับ

3. เนื่องจากจุดอ้างอิงของกล้อง Kinect อยู่บนตัวกล้อง ทำให้ระยะการยืนห่างจากกล้อง Kinect ส่งผลต่อตำแหน่งของข้อต่อบนร่างกาย เกิดความคลาดเคลื่อนสูงมาก ไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ จึงแก้ปัญหาโดยการเขียนโปรแกรมเพื่อย้ายจุดอ้างอิงมาอยู่บนตัวผู้เล่น คือที่ตำแหน่งข้อต่อ Shoulder Center เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบจากระยะการยืน และทำให้สามารถนำโครงร่างมาเปรียบเทียบกันได้

4. มอเตอร์เกิดอาการร้อนเมื่อพยายามล็อคแกนไม่ให้หมุนโดยการจ่ายไฟทิ้งไว้ตลอดเวลา จึงแก้ปัญหาโดยทำการช็อตวงจรลงกราวด์เมื่อต้องการหยุดมอเตอร์ แต่ในกรณีแบบนี้จะทำให้ไม่สามารถรับน้ำหนักมากๆได้ เพราะแกนหมุนไม่ได้ถูกล็อคจริงๆ

5. มอเตอร์ที่ใช้แรงบิดน้อยเกินไป ไม่สามารถรับน้ำหนักมากๆได้ จึงทำการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่

6. กระบอกรับของมีน้ำหนักค่อนข้างมาก เมื่อรวมกับตัวสินค้าที่จะจ่ายจึงทำให้แกนไม่สามารถรับน้ำหนักทั้งหมดได้ จึงพยายามที่จะดันแผ่นไม้ที่ยึดออก จึงทำการแก้ไขด้วยการยึดแผ่นไม้ให้แน่นมากขึ้น

7. กระบอกรับของที่ทำมามีช่องเปิดรับของใหญ่เกินไป ทำให้สินค้าหล่นลงมามากกว่า 1 ชิ้น และขัดการหมุนของแกน ทำให้แกนหมุนไม่สามารถหมุนไปได้ จึงแก้ด้วยการออกแบบกระบอกรับของใหม่ให้ช่องเปิดเพื่อรับสินค้าเข้าไปมีขนาดที่พอเหมาะกับสินค้านั้นๆ

8. การเรียงสินค้าข้างหลังเครื่องปริมาณมากๆ เมื่อขวดน้ำหล่นลงมาเรื่อยๆจะขัดกันเองและไม่สามารถหล่นลงมาได้ แก้ไขโดยนำไม้มาทำเป็นรางสำหรับให้ขวดหล่นลงมาได้ทีละขวด

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1. พัฒนาให้เครื่องประชาสัมพันธ์มีเพลงอื่นๆ ให้เลือกเพิ่มมากขึ้น
2. พัฒนาให้เครื่องประชาสัมพันธ์มีการเพิ่มระดับความยากง่ายของกิจกรรม
3. พัฒนาให้เครื่องประชาสัมพันธ์แจกของรางวัลในรูปแบบที่แตกต่างออกไปได้
4. พัฒนาให้มีเกมอื่นๆเพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับเครื่องประชาสัมพันธ์มากยิ่งขึ้น
5. นำเครื่องไปประยุกต์ใช้กับการประชาสัมพันธ์บริษัท หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ
6. นำไปใช้ในการสนับสนุนและพัฒนาต่อยอดในทางธุรกิจ เพื่อเพิ่มโอกาสทางการตลาด เช่น เพิ่มการเก็บสถิติผู้เล่น เพื่อนำไปวิเคราะห์แล้วนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ต่อไป
7. พัฒนาส่วนของ User Interface ให้น่าสนใจและใช้งานง่ายยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

Jarrett Webb, James Ashley. **Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK** : Apress, Inc. 2012.

D. Hoiem. **“Human Body Recognition and Tracking : How the Kinect Works.”** [Online]. Available : http://pages.cs.wisc.edu/~dyer/cs540/notes/17_kinect.pdf.

Wikipedia. **“Epipolar Geometry.”** [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Epipolar_geometry.

Microsoft Corporation. **“Kinect for Windows SDK.”** [Online]. Available : http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855347.aspx.

Microsoft Corporation. **“C# Samples.”** [Online]. Available : http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh855377.aspx.

Microsoft Corporation**. “Kinect for Windows SDK Quickstarts.”** [Online]. Available : http://channel9.msdn.com/Series/KinectSDKQuickstarts.

Renesas Electronics Corporation**. “GR-SAKURA.”** [Online]. Available : http://renesasrulz.com.

The BEAM PDF Library. **“Stepper Motor Basics.”** [Online]. Available : http://www.solarbotics.net/library/pdflib/pdf/motorbas.pdf.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เวลาที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินงาน	ระยะเวลา											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1.เขียน Requirement และใบเสนอโครงงาน	■											
2.จัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนา(เครื่องKinect จอ Digital Signage)	■											
3.หาข้อมูลการเขียนโปรแกรม Kinect	■	■										
4.หาข้อมูลของขั้นตอนการพัฒนาเครื่องจ่ายของอัตโนมัติ	■	■										
5.ศึกษาการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องจ่ายของกับคอมพิวเตอร์			■	■								
6.ศึกษาไลบารี่ต่างๆ และ framework ต่างๆของภาษา C#			■	■								
7.ทดลองเขียนโปรแกรมควบคุม Kinect				■								
8.ทดลองการรับส่งข้อมูลระหว่างKinectและคอมพิวเตอร์				■								
9.ออกแบบหน้าจอของเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้า					■	■						
10.ทดลองการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องจ่ายของ					■	■						
11.เขียนโปรแกรมให้ทำงานตามระบบที่วางไว้						■	■	■				
12.ทดสอบโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานในระบบ						■	■	■				
13.นำทั้งระบบมาเชื่อมต่อการทำงานเข้าด้วยกัน									■			

การดำเนินงาน	ระยะเวลา											
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
14.ทดสอบการทำงานทั้งหมดของเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้า									■	■		
15.แก้ไขข้อผิดพลาดของเครื่อง										■		
16.ทดสอบการทำงานของเครื่องประชาสัมพันธ์สินค้า											■	
17.ประเมินผลและทำสรุป											■	■
18.จัดทำเอกสาร				■	■						■	■

ภาคผนวก ข สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

รายการ	จำนวน	ราคา/ชิ้น(บาท)	รวม(บาท)
จอภาพแสดงผลขนาดใหญ่	1	81,000	81,000
แผงวงจรประมวลผลส่วนระบบจ่ายไฟ	1	10,000	10,000
กล้องไคเน็กส์ (Kinect)	1	5,000	5,000
ตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้า	1	2,500	2,500
บอร์ดประมวลผลขนาดเล็ก	1	6,500	6,500
ตู้ลำโพง	2	5,000	10,000
มอเตอร์ส่วนเครื่องจ่ายของ	1	1,000	1,000
สายสัญญาณสำหรับจอแสดงผล	1	3,000	3,000
แบตเตอรี่	6	1,000	6,000
ชุดหน่วยประมวลผลส่วนนำส่งข้อมูล	1	20,000	20,000
ตู้เชื่อมไฟฟ้า	1	21,000	21,000
สายสัญญาณ HDMI	2	1,300	2,600
สายลำโพง	2	3,300	6,600
แผ่นอะคริลิก	6	3,000	18,000
อื่นๆ			1,800
รวม			200,000

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) อ.สรยุทธ กลมกล่อม
   ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr.Sorayut Glomglome
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 5 1102 00028 02 2
3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์เล็กทรอนิกส์
   สถานที่ติดต่อ: สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   ถนน ฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
   โทรศัพท์: 08-5806-5529
4. ประวัติการศึกษา
   ระดับปริญญาตรี : วศ.บ. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
   ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   ระดับปริญญาโท : วศ.ม. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
   ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   กำลังศึกษา : ปริญญาเอก วิศวกรรมไฟฟ้า
   ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ
   ประวัติการทำงานด้านวิชาการ
   2554 บรรจุเป็นอาจารย์ สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   ประวัติการทำงานด้านบริการวิชาการและการวิจัย
   2553 – ปัจจุบัน ผู้ประสานงานโครงการ “ระบบฐานข้อมูลทะเบียนประวัติข้าราชการพลเรือนในสถาบันอุดมศึกษาเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์”
   2552 – ปัจจุบัน ผู้ช่วยหัวหน้าห้องปฏิบัติการวิจัย Hybrid Computing Research Laboratory (HCRL) สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิชาสอน

- Assembly Language Laboratory
- Digital Circuit Laboratory
- Computer Programming
- Computers and Programming

งานวิจัย

- Embedded System Design
- Microprocessor and Microcomputer Applications
- Optical Communications
- Optical/Quantum Computing

ผู้ร่วมวิจัย (1)

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวปภาวี คูชัยสิทธิ์

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Ms. Paphawee Kuchaisit

2. เลขหมายบัตรประจาตัวประชาชน 1 1037 00572 36 8

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์เล็กทรอนิกส์

   สถานที่ติดต่อ: สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   ถนน ฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

   โทรศัพท์: 08-3135-6848

   Email: p.kuchaisit@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

   ระดับมัธยม : โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จ.กรุงเทพมหานคร

   ระดับอุดมศึกษา : กำลังศึกษาชั้นปีที่ 4

   สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

   การฝึกงาน : YONAMINE Laboratory, Sendai National College of Technology ประเทศญี่ปุ่น

   ร่วมวิจัยหัวข้อ : Development of the Friendly Robot Car Project

ผู้ร่วมวิจัย (2)

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวศิวะพร วงศ์วรางคณา

   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Ms. Siwaporn Wongwarangkana

2. เลขหมายบัตรประจาตัวประชาชน 1 1020 01666 41 9

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์เล็กทรอนิกส์

   สถานที่ติดต่อ: สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

   ถนน ฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

   โทรศัพท์: 08-4433-0442

   Email: mim_anc@hotmail.com

4. ประวัติการศึกษา

   ระดับมัธยม : โรงเรียนสายปัญญา ในพระบรมราชินูปถัมภ์ จ.กรุงเทพมหานคร

   ระดับอุดมศึกษา : กำลังศึกษาชั้นปีที่ 4

   สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

   การฝึกงาน : บริษัท คอมเทรดดิ้ง จำกัด (CompTrading Company)

ผู้ร่วมวิจัย (3)

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น
   ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Assistant Professor Charoen Vongchumyen
2. เลขหมายบัตรประจาตัวประชาชน 5 5106 00024 15 2
3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์โทรสารและไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์
   สถานที่ติดต่อ: สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   ถนนฉลองกรุง ลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
   โทรศัพท์: 02-739-2400-3
   โทรศัพท์มือถือ: 08-1692-9530
4. ประวัติการศึกษา
   ระดับปริญญาตรี : ปีพ.ศ. 2541 วศบ .คอมพิวเตอร์ (เกียรตินิยมอันดับ 1)
   ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   ระดับปริญญาโท : ปีพ.ศ. 2544 วศม .ไฟฟ้า
   ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
   สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5. ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

ประวัติการทำงานด้านวิชาการ

2539 นักวิจัยห้องวิจัย ESL ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2542 อาจารย์ผู้ช่วยสอนสังกัดภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2546 บรรจุเป็นอาจารย์สังกัดภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิชาสอน

- Digital System Design
- Advance Digital System Design
- Microprocessor and Microcomputer Design
- Microprocessor Interfacing
- Computer Hardware Design
- Computer Hardware Development
- Data Communication and Computer Network
- Computer organization and Assembly language
- Managing software development
- Digital design automation
- Computer organization and architecture

งานวิจัย

- Embedded System Design
- Microprocessor and Microcomputer Applications
- Optical Communications
- Information Technology
- Microprocessor Design and Development
- PCB Design
- Microprocessor Interfacing

ประวัติการทำงานด้านบริหารและบริการวิชาการ

2541 ผู้บริหารโครงการ “รีโมทคอนโทรลระยะไกลเพื่อควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์”

2542 ผู้บริหารโครงการ “อุปกรณ์เลือกเส้นทางขนาดเล็ก”

2547 -2549 ผู้เชี่ยวชาญไจก้าประเทศที่สามโครงการร่วมมือสามฝ่าย(ลาว-ไทย-ญี่ปุ่น)
ประจำที่คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว
ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว(สปป.ลาว)

2548 ที่ปรึกษาโครงการศูนย์ปฏิบัติการการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
Business Application Company Limited Bangkok, Thailand.
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกระทรวงมหาดไทย

2548 ที่ปรึกษาโครงการศูนย์ปฏิบัติการภาครัฐ
Business Application Company Limited Bangkok, Thailand.
สำนักงานปลัดกระทรวงการคลังโครงการศูนย์ปฏิบัติการกระทรวงการคลัง

2548 ที่ปรึกษาโครงการศูนย์ปฏิบัติการภาครัฐ
Business Application Company Limited Bangkok, Thailand.
สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรมโครงการศูนย์ปฏิบัติการกระทรวงอุตสาหกรรม

2548 ที่ปรึกษาโครงการศูนย์ปฏิบัติการภาครัฐ
Business Application Company Limited Bangkok, Thailand.
สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อผู้บริหาร(EIS)

2549 ระบบ Business Intelligent “Cognos” สำหรับโครงการศูนย์ปฏิบัติการ
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2550 ผู้ช่วยผู้อานวยการสำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2549 หัวหน้าโครงการวิจัย “โครงสร้างพื้นฐานของเฮลิคอปเตอร์ที่มีระบบควบคุมการบิน
อัตโนมัติ” คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2549 ที่ปรึกษากรรมาธิการการแปรรูปรัฐวิสาหกิจวุฒิสภา

2549 - 2550 ที่ปรึกษากระทรวงสรรพสามิต

2548 - 2550 ที่ปรึกษาการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

2549 - 2551 ที่ปรึกษาการรถไฟแห่งประเทศไทย

2552 หัวหน้าโครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2553
“เป้าฝึกยิงปืนอัตโนมัติ (Automatic target for shooting training system)”
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2553 หัวหน้าโครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2554
“ระบบแสดงผลภาพและตัวอักษรด้วยสายน้ำ
(Advertisement on waterfall streaming)”
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2554 หัวหน้าโครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2555
“เป้าปืนและระบบฝึกซ้อมยิงปืนรณยุทธ์ (IPSC training system)”
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หนังสือ/ตำรา

อาจารย์เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น, “ออกแบบไอซีดิจิตอลด้วย FPGA และ CPLD ภาคปฏิบัติโดยใช้ภาษา VHDL”, ซีเอ็ด