

การพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติต้นทุนต่ำ

สมชาย ชุมสาย¹ และ อ.คัมภีร์ ชีระเวช²

¹คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

²อาจารย์ วิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

Email: somchai8579@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ ต้นทุนต่ำ เหมาะสำหรับหน่วยงานหรือผู้ที่ต้องการใช้งานในการ สร้างแบบจำลองสามมิติ และผู้ที่ต้องการนำไปพัฒนาต่อ ซึ่งอุปกรณ์ที่สำคัญจะประกอบด้วย ไดรฟ์สแกนเนอร์ รุ่น RPLidar 360, จานหมุน, เซอร์โว รุ่น Tower Pro MG945 และ ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน (Arduino) รุ่น UNO R3 สำหรับ การศึกษานี้ผู้วิจัยได้ใช้คอมพิวเตอร์ในการส่งคำสั่งให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน และอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงาน จากนั้นจึง ทดสอบการทำงาน โดยการสแกนวัตถุและส่งค่าการสแกน กลับมายังคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม CloudCompare จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการ วิเคราะห์สองแบบ คือ การปรับความถูกต้องแบบอัตโนมัติด้วย อัลกอริทึมไอซีพี (iterative closest point : ICP) และการตรึง ด้วยมือ สำหรับการวิเคราะห์แบบไอซีพี พบว่าข้อมูลบางชุดยัง เกิดการผิดพลาดไม่สามารถต่อกันได้เนื่องจากขั้นตอนการจับคู่ จุดที่อยู่ใกล้ที่สุดอาจจะได้คู่ของจุดที่ไม่เหมาะสมกัน แต่การ วิเคราะห์ด้วยวิธีการตรึงด้วยมือพบว่าข้อมูลมีความแม่นยำ มากกว่า แต่ใช้เวลาในการจับคู่นานกว่า วิธีแบบไอซีพี เนื่องจากการมองหาจุดที่จะตรึงให้ตรงกันด้วยสายตานั้นทำได้ค่อนข้าง ยาก

ABSTRACT

The objective of this study is to develop a low-cost 3D laser scanner. The laser scanner used in this study is the RPLidar 360, which is a 2D laser scanner. The main microcontroller is an Arduino UNO that is used to control the horizontal orientation of the scanner to complete 3 D scanning directions. The result 3 D pointcloud is exported as an ascii file. Multiple pointcloud datasets are registered using two techniques, which are manual and iterative closest point (ICP) techniques. Finally, the accuracy of these two registration techniques are evaluated.

คำสำคัญ-- ไดรฟ์; สแกนเนอร์สามมิติ; แบบจำลองสามมิติ

1. บทนำ

ปัจจุบันแผนที่สามมิติมีความสำคัญต่อการทำงานทั้งภาครัฐและ เอกชน ซึ่งการที่จะได้แผนที่สามมิติมาใช้งานนั้น จะต้องใช้เครื่อง สแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติเฉพาะรุ่น เพราะแต่ละรุ่นนำมาใช้งาน แตกต่างกัน เช่น GLS1500 [1] ซึ่งมีราคา 1.5 ล้านบาทบาท (รวม ภาษี) โดยการทำงานจะนำไปสแกนตัวอาคารหรือใช้ในการ สำรวจ ช่วงระยะเวลาสแกนไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ และรุ่น Trimble FX 3D Laser Scanner [2] ที่มีความสามารถในการ สแกนสูงกว่ารุ่น GLS1500 ความสามารถในการทำงานจะไม่ ต่างกันมากนัก ราคาประมาณ 3.5 ล้านบาทบาท (รวมภาษี)

ผู้จัดทำจึงได้ศึกษาวิธีการพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์ สามมิติต้นทุนต่ำ เพื่อเหมาะสมกับหน่วยงานหรือผู้ที่ต้องการใช้ งานในการสร้างแผนที่สามมิติ, โมเดล และอื่น ๆ อีกทั้งผู้ที่ ต้องการนำไปพัฒนาต่อตามความต้องการ

2. วัตถุประสงค์

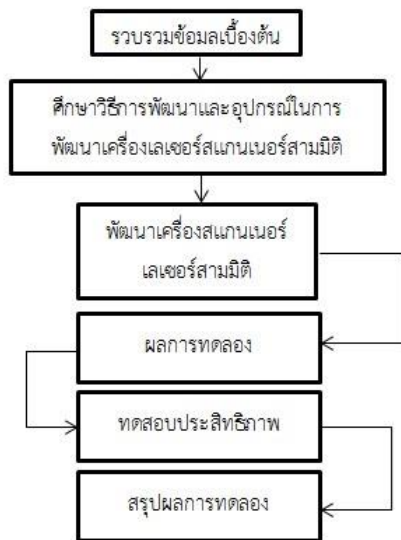
1. เพื่อพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ ด้วยงบประมาณ ต้นทุนต่ำ
2. ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สาม มิติ

3. ขอบเขตการศึกษา

- 3.1 การพัฒนาเครื่องมือการสร้างแผนที่ 3 มิติ ด้วยเทคโนโลยี สแกนเนอร์เลเซอร์ 2 มิติ
- 3.2 การเก็บข้อมูลในการสแกนจะอยู่ระยะ 0.2 - 6 เมตร
- 3.3 ผู้วิจัยได้ใช้พื้นที่ภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียนในการ เก็บข้อมูล
- 3.4 ต้นทุนในการพัฒนาที่ได้ตั้งไว้ประมาณ 20,000 บาท

4. วิธีการศึกษา

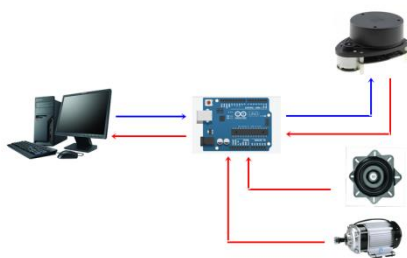
การศึกษาโดยการพัฒนาเครื่องเลเซอร์สแกนเนอร์สามมิติต้นทุนต่ำ ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลวิธีการทำและอุปกรณ์ จากนั้นจึงพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ โดยขั้นตอนต่อไปจึงนำไปสแกนเพื่อเก็บข้อมูลพอยต์คลาวด์และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติแล้วนำมาสรุปผลดังรูปที่ 1



รูปที่ 1. กรอบแนวความคิด

4.1 เครื่องมือวิธีการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษามีอุปกรณ์สำคัญประกอบด้วยดังนี้ 1) ไส้ดาร์สแกนเนอร์ รุ่น RPLidar 360 [3] เป็นการสแกนแนวราบแบบสองมิติ ระยะการสแกนตั้งแต่ 0.2-6 เมตร ราคา 15,000 (รวมภาษี) 2) ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ ออกแบบมาให้ใช้งานง่ายแถมยังมีราคาถูก ราคาประมาณ 300 บาท 3) เซอร์โว รุ่น Tower Pro MG945 ใช้ 2 ตัวในการพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ ราคา 280 บาท 4) งานหมุน ราคา 50 บาท 5) โน้ตบุ๊ก รุ่น Acer Aspire 4752g ดังรูปที่ 2

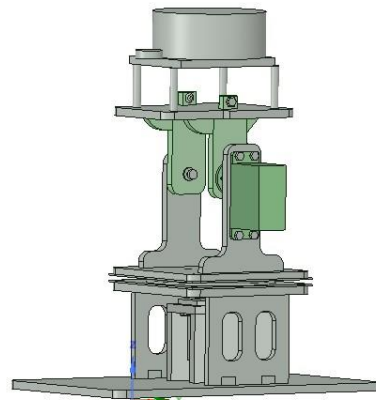


รูปที่ 2. อุปกรณ์สำคัญ

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเขียนคำสั่ง ด้วยโปรแกรม Arduino เพื่อที่จะส่งคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ทำงาน จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่จะส่งคำสั่งที่ได้รับไปให้เซอร์โว รุ่น Tower Pro MG945 และไลดาร์สแกนเนอร์ รุ่น RPLidar 360 ทำงาน เมื่อได้รับคำสั่งไลดาร์สแกนเนอร์จะสแกนวัตถุและส่งข้อมูลกลับมาแสดงผลในโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษา C++ และ Matlab

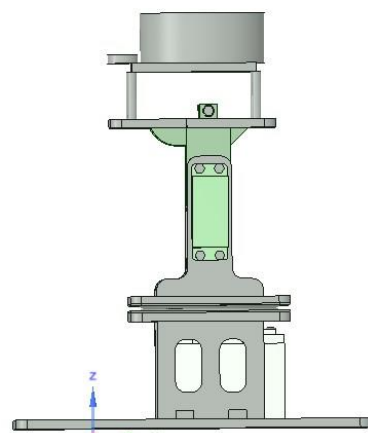
4.2 วิธีการพัฒนาและการทดลอง

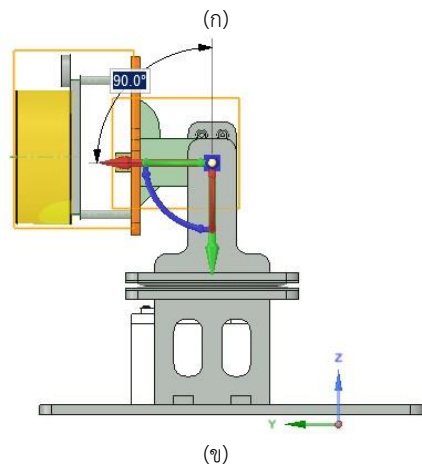
ผู้วิจัยได้ออกแบบจำลองเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติด้วยโปรแกรม DesignSpark Mechanical 2.0 ซึ่งในการพัฒนาแบบจำลองขนาดของข้อต่อและช่องใส่อุปกรณ์จะต้องมีความกว้าง, ความยาว และความสูงที่เหมาะสมกัน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3. แบบจำลองเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ

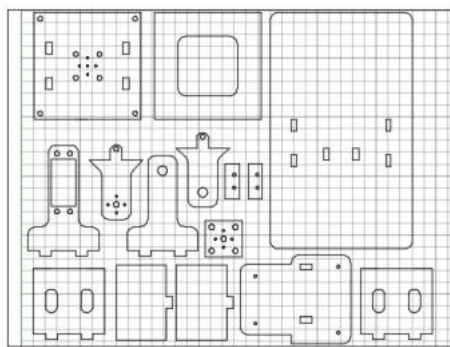
ขั้นตอนที่สองทำการทดสอบการทำงานวิธีการการหมุนของแบบจำลอง รูปที่ 4 (ก) ก่อนจะทำการหมุนแบบจำลองเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติเครื่องจะอยู่ที่มุม 0 องศา รูปที่ 4 (ข) เมื่อกำหนดให้แบบจำลองทำมุม 90 องศา เพื่อที่จะตรวจสอบระยะห่างระหว่างฐานบนและฐานกลางไม่ให้ติดกันเกินไป เมื่อผู้วิจัยได้ตรวจสอบแล้วไม่พบความผิดพลาดใด ๆ





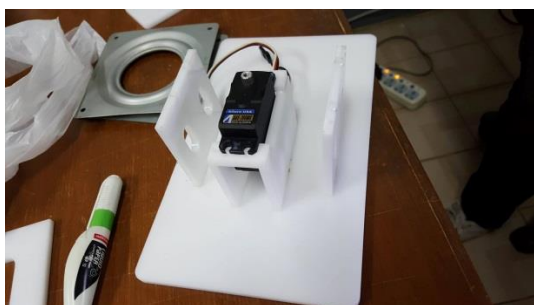
รูปที่ 4. การทดลองหมุน (ก) ก่อนหมุน (ข) หลังหมุน

ขั้นตอนที่สามจะเป็นการเขียนแบบแปลนเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ โดยยึดแบบจำลองเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติเป็นหลัก ดังรูปที่4-5



รูปที่ 5. แบบแปลนเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ

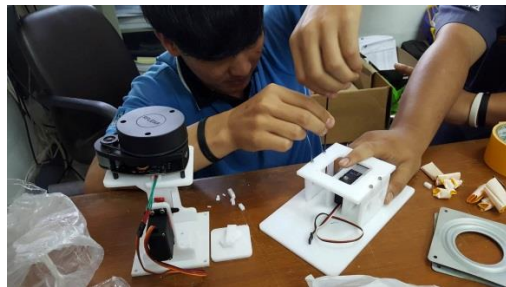
ขั้นตอนที่สี่นำแบบแปลนส่งให้ทางร้านตัดบ้านแว่นบ้านเพื่อที่ร้านจะได้นำแผ่นอะคริลิกที่มีขนาด 5 มิลลิเมตร มาตัดตามแบบแปลนด้วยเลเซอร์ เมื่อตัดเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำมาประกอบตามแบบจำลองเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 6 (ก), (ข), (ค) และ (ง) จะเป็นการพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 6. การพัฒนาตามแบบจำลอง

(ก) ประกอบตามแบบจำลอง (ข) ประกอบตามแบบจำลอง

(ค) ประกอบตามแบบจำลอง (ง) ประกอบตามแบบจำลอง

5. ผลการทดลอง

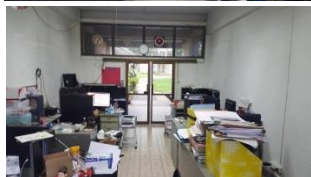
การเก็บข้อมูลภายในห้องและนอกห้องเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี ดังรูปที่ 7 (ก) และ (ข) สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษา C++ และ Matlab จะใช้ในการแสดงผลข้อมูลที่ได้จากการสแกนและบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสแกน ซึ่งในการสแกนข้อมูลแต่ละครั้งใช้เวลาการสแกนครั้งละ 30 นาที ถึงจะได้ 1 ข้อมูล โดยข้อมูลภายในห้องเรียนที่ได้ทำการสแกนมีทั้งหมด 4 ข้อมูล และภายนอกห้องเรียนอีก 4 ข้อมูล สำหรับภายนอกห้องเรียนที่ทำการสแกนในแต่ละจุดจะขยับ 1 เมตร ต่อการสแกน 1 ครั้ง

ส่วนภายในห้องเรียนจะทำการเปลี่ยนมุมทุก ๆ 45 องศา ในการสแกน 1 ครั้ง นามสกุลไฟล์ที่สแกนได้จะเป็นแฟ้มข้อความชนิด .asc เมื่อนำผลจากการสแกนวัตถุทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนไปวิเคราะห์ตรวจสอบความละเอียดของข้อมูลเพื่อดูประสิทธิภาพของข้อมูลต้องใช้โปรแกรม CloudCompare [6] ดังรูปที่ 5 (ก) ข้อมูลภายในห้องเรียนที่ได้จากการสแกน เมื่อสังเกตจะเห็นความต่างของข้อมูล อาจเป็นเพราะวัตถุที่มีผิวเรียบ

เกินไปหรือการเปลี่ยนมุมในการสแกน รูปที่ 5 (ข) ข้อมูลทั้ง 4 ข้อมูล ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน เป็นเพราะระยะการสแกนของเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติส่งไปไม่ถึง สำหรับเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติสามารถสแกนได้ในระยะ 0.2-6 เมตร แต่ระยะในการสแกนจริงได้แค่ 5 เมตร



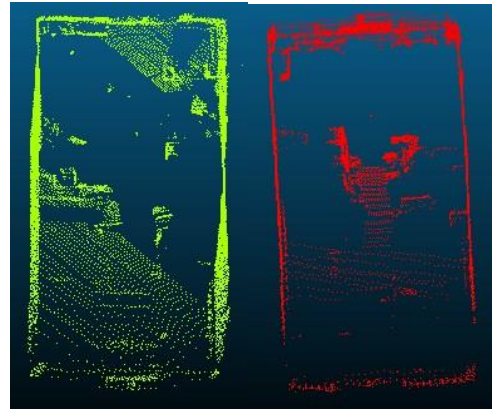
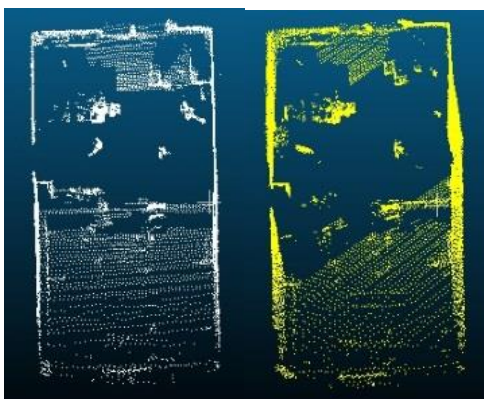
(ก)



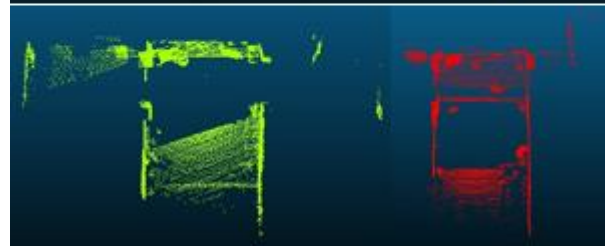
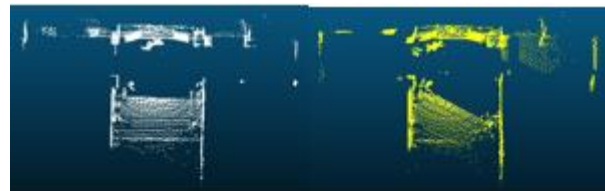
(ข)

รูปที่ 7 พื้นที่ในการเก็บข้อมูล

(ก) ภายนอกห้องเรียน (ข) ภายในห้องเรียน



(ก)

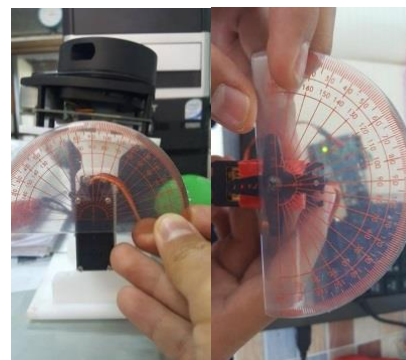


(ข)

รูปที่ 5. ข้อมูลการสแกน (ก) ในห้องเรียน (ข) นอกห้องเรียน

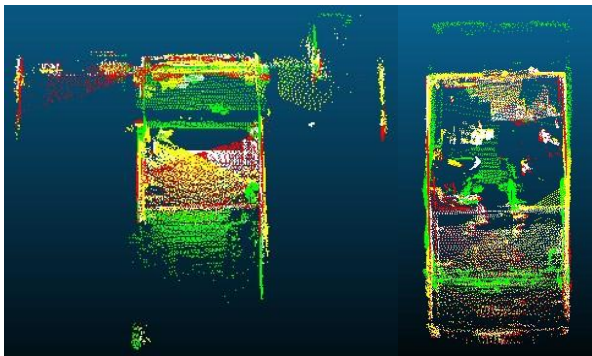
6. ทดสอบประสิทธิภาพ

ในการทดสอบประสิทธิภาพการหมุนของเซอร์โว รุ่น Tower Pro MG945 เพื่อหาข้อจำกัดในการหมุนได้ตรวจสอบการหมุนสามารถหมุนได้ตั้งแต่ 10-170 องศา เมื่อนำมาติดตั้งเข้ากับเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติและได้ทำการทดสอบ 10 ครั้ง สำหรับในการหามุมการหมุนนั้น จำเป็นจะต้องใช้ไม้บรรทัดวัดการหมุนของเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติ ซึ่งสามารถหมุนได้ตั้งแต่มุม 30 -160 องศา ดังรูปที่ 6

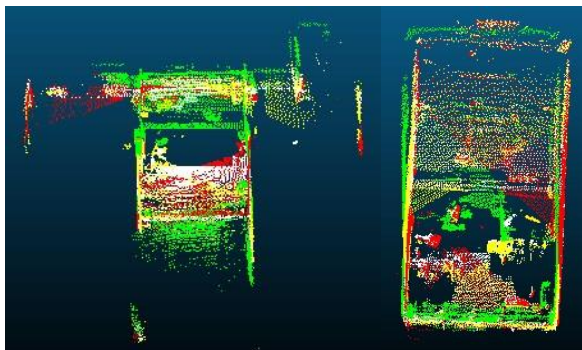


รูปที่ 6 การหามุม

สำหรับการทดสอบ 10 ครั้ง โดยใช้วิธีการตั้งและวิธีแบบไอซีพี วิธีการทำงานแบบไอซีพีจะเป็นการจับคู่ที่ใกล้เคียงที่สุด (P.J. Best and N.D. McKay, 1992) ซึ่งผลจากการปรับความถูกต้องด้วยวิธีไอซีพี พบว่าข้อมูลยังเกิดความผิดพลาดไม่สามารถต่อกันได้ เนื่องจากขั้นตอนการจับคู่จุดที่อยู่ใกล้เคียงอาจจะมีได้คู่ของจุดที่ไม่เหมาะสมสำหรับ ผลจากการปรับความถูกต้องด้วยมือ พบว่าข้อมูลทุกข้อมูลสามารถต่อกันและมีความแม่นยำมากกว่าวิธีไอซีพี แต่ใช้เวลาในการจับคู่นานกว่า วิธีแบบไอซีพี เนื่องจากการมองหาจุดที่จะตรงให้ตรงกันด้วยสายตานั้นทำได้ค่อนข้างยากแสดงดังรูปที่ 7



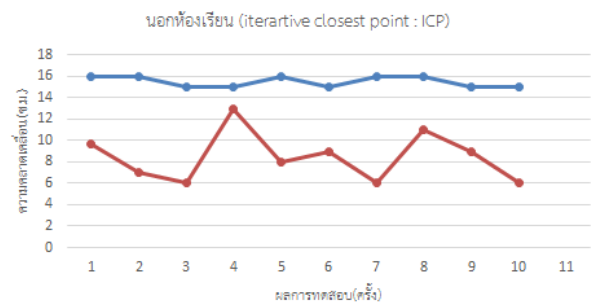
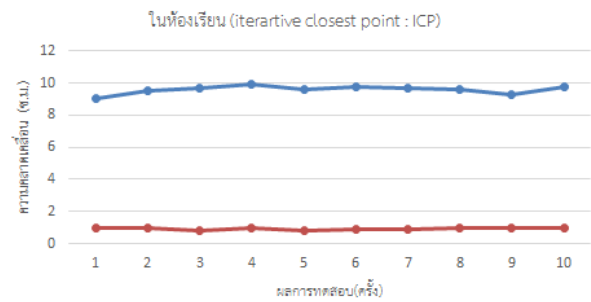
(ก)



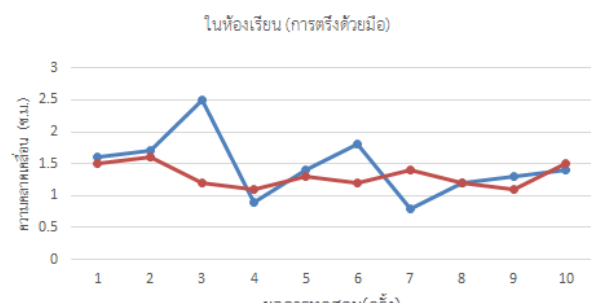
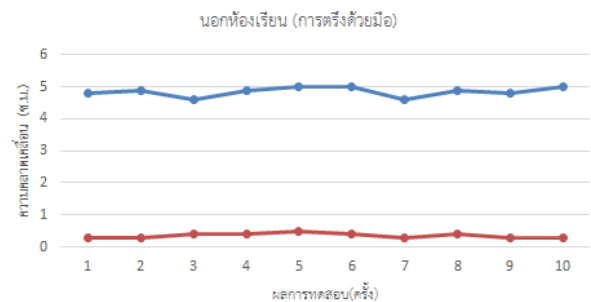
(ข)

รูปที่ 7. ผลการทดลอง (ก) วิธีแบบไอซีพี (ข) วิธีตั้งด้วยมือ

จากนั้นผู้วิจัยจึงได้แสดงผลออกมาให้เป็นในรูปแบบของกราฟ เพื่อที่จะเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภายในห้องเรียนและภายนอกห้องเรียนให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยเส้นสีแดง คือ กำแพง และเส้นสีน้ำเงิน คือ ประตู จะแสดงข้อมูลกราฟเส้นดังภาพที่ 8 ที่บอกถึงค่าความห่าง ด้วยวิธีตั้งมือ และวิธีแบบไอซีพี โดยที่ (ก) เป็นแบบวิธีการตั้งมือ และส่วน (ข) เป็นวิธีแบบไอซีพี



(ก)



(ข)

รูปที่ 8 กราฟค่าความห่าง (ก) วิธีตั้งด้วยมือ (ข) วิธีแบบไอซีพี

7. อภิปรายผล

สำหรับผลข้อมูลของภายในห้องเรียนและภายนอกห้องเรียนที่ได้จากการสแกนวัตถุ ซึ่งการใช้วิธีแบบการตั้งด้วยมือให้ความ

แม่นยำมากกว่า โดยที่ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลภายในห้องเรียนตรงประตูมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 1.46 เซนติเมตร และกำแพงมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 1.16 เซนติเมตร ส่วนข้อมูลภายนอกห้องเรียนตรงประตูอยู่ประมาณ 4.85 เซนติเมตร และกำแพงมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.36 เซนติเมตร ซึ่งการใช้วิธีวิเคราะห์แบบไอซีพี จะได้ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนสูง เช่น ข้อมูลภายในห้องเรียนมีความคลาดเคลื่อนตรงประตูประมาณ 9.59 เซนติเมตร และกำแพงมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.84 เซนติเมตร ส่วนข้อมูลภายนอกห้องเรียนมีความคลาดเคลื่อนตรงประตูประมาณ 15.5 เซนติเมตร และกำแพงมีความคลาดเคลื่อนประมาณ 8.47 เซนติเมตร

8. สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติต้นทุนต่ำ โดยใช้งบประมาณไป 20,000 บาท (รวมอุปกรณ์ต่าง ๆ) เพื่อให้เห็นถึงความสามารถจึงได้ทดสอบการทำงาน 10 ครั้ง ด้วยการวิเคราะห์ทั้งสองวิธี จึงทำให้ทราบว่าวิธีการตั้งด้วยมือให้ความแม่นยำกว่าวิธีแบบไอซีพี อีกทั้งระยะการสแกนของเครื่องสแกนเนอร์เลเซอร์สามมิติอยู่ประมาณ 0.2–6 เมตร โดยเมื่อนำไปสแกนพื้นที่จริงพบว่าสแกนได้แค่ระยะ 5 เมตร จึงทำให้ข้อมูลบางจุดขาดหายไป ดังรูปที่ 5

เอกสารอ้างอิง

- [1] Topcon. “GLS-1500”, (2017), [Online]. Available at <http://www.directsurveystore.com/products.php?product=Topcon-GLS%252d1500-3D-Laser-Scanner-With-ScanMaster-Office-Software>
- [2] directsurveystore. “Trimble FX 3D Laser Scanner”, (2017). [Online]. Available at <http://www.Directsurveystore.com/products.php?product=Trimble-FX-3D-Laser-Scanner>
- [3] Robotshop. “ไลดาร์สแกนเนอร์ รุ่น RPLidar 360”, (2015). [Online]. Available at <http://www.robotshop.com/en/rplidar-360-laser-scanner.html>
- [4] J. Paul, besl, and N. D. Mckay “A Method for Registration of 3-D Shapes”, (1992). IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society. 14 (2): 239–256.

- [5] J. Paul, besl, and N. D. “Mckay A Method for Registration of 3-D Shapes”, (1992). [Online]. Available at https://en.wikipedia.org/wiki/Iterative_closest_point
- [6] D. Girardeau-Montaut, M. Roux, R. Marc and G. Thibault. “Change Detection on Points Cloud Data acquired with a Ground Laser Scanner”, (2005). the Netherlands, September 12–14, 2005.
- [7] M. Kazhdan, M. Bolitho and H. Hoppe. “Symposium on Geometry Processing”, (1992). [Online]. Available at <https://en.wikipedia.org/wiki/CloudCompare>