



ระบบช่วยในการประกอบชิ้นงานเสมือนด้วยความจริงเสริม

Virtual Assembly Guidance System using Augmented Reality

สยาม เจริญเสียง (Siam Charoenseang)¹

ธาริณี ทองเกิด (Tarinee Tonggood)²

¹รองศาสตราจารย์ สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

Tel: 02-470-9715 E-mail: siam@fibo.kmutt.ac.th

²สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

Tel: 087-690-6544 E-mail: tarijang@hotmail.com

บทคัดย่อ : งานวิจัยนี้เสนอการนำความจริงเสริม(Augmented Reality) มาช่วยในการให้ข้อมูลแก่ผู้ปฏิบัติงานระหว่าง การทำงาน ในกระบวนการผลิตที่อาจมีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน ในระหว่างกระบวนการผลิตผู้ปฏิบัติงานอาจต้องการข้อมูลเสริมเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการทำงานรวมถึงลำดับของการประกอบชิ้นงาน ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคความจริงเสริม เพื่อแสดงข้อมูลแก่ผู้ปฏิบัติงาน โดยการสร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิกสามมิติขึ้นมาซ้อนทับภาพจริงของบริเวณพื้นที่ทำงาน และแสดงข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับการประกอบชิ้นงานเสมือนให้ผู้ปฏิบัติงานผ่านทางอุปกรณ์แสดงผล ระบบนี้จะช่วยเสริมทักษะให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น

ABSTRACT: This paper presents an implementation of augmented reality for providing necessary information to an operator while working in a complicated production process. Operator may need augmented information to support his or her decision including assembly sequence. In this research, augmented reality is utilized to present information to the operator in form of 3D computer graphics superimposed on a real video image of workspace. The necessary augmented information for virtual assembly task is also presented to the operator via a display device. This system will improve an operator's skill in an assembly task.

KEYWORDS: Augmented Reality, Assembly Task, 3D Computer Graphics

1. บทนำ

ความจริงเสริม(Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีใหม่ซึ่งเป็นการนำภาพกราฟฟิกไปซ้อนทับบนภาพของสภาพแวดล้อมที่ได้รับมาจากกล้องวิดีโอ ซึ่งเทคนิคดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานในกระบวนการผลิตต่างๆ ของภาคอุตสาหกรรมได้ เนื่องจากในกระบวนการผลิตบางกระบวนการอาจมีความซับซ้อน ดังนั้นระหว่างการทำงานผู้ปฏิบัติงานอาจมีความต้องการที่จะทราบข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็น

ประโยชน์ในการตัดสินใจทำงานและได้ทราบถึงลำดับในการทำงานดังกล่าว

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอแนวทางสำหรับการแสดงข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต่อกระบวนการทำงานให้แก่ผู้ปฏิบัติงานผ่านข้อมูลในรูปแบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกสามมิติ โดยนำเทคนิคความจริงเสริมเข้ามาใช้ในการพัฒนาระบบ

2. ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

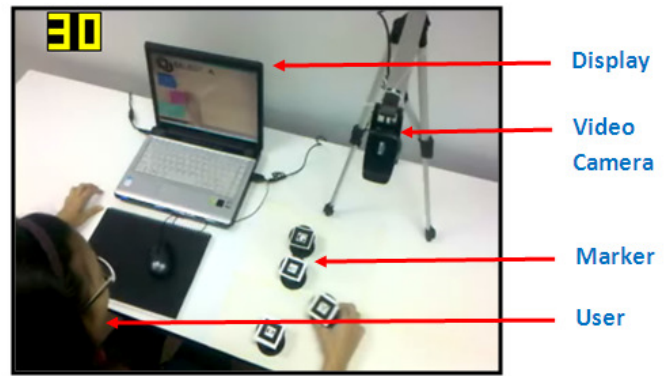
มีงานวิจัยหลายชิ้นที่นำความจริงเสริม(Augmented Reality) มาช่วยเพิ่มข้อมูลให้แก่ผู้ปฏิบัติงานในระบบ การทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้ดียิ่งขึ้น S. Otmane (2000)[1] ใช้ระบบความจริงเสริมช่วยในการบอกตำแหน่งของวัตถุที่ต้องการควบคุม โดยเสนอ การนำกราฟิกเสริมในรูปแบบตอบสนองได้(Active Virtual Guides) มาช่วยในการบอกตำแหน่งวัตถุซึ่งจากผล การทดลองโดยให้ผู้ปฏิบัติงานควบคุมหุ่นยนต์เพื่อชี้แนะ นำไปยังวัตถุที่ตำแหน่งต่างๆ พบว่าการใช้กราฟิกเสริมในรูปแบบตอบสนองได้ จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตัดสินใจได้เร็วขึ้นและมีความแม่นยำสูง

Wolfgang Wohlgenuth และ Gunthard Triebfürst Augmented (2002) [2] เน้นการใช้เทคนิคความจริงเสริม เพื่อช่วยในการพัฒนาการผลิตและการบริการ ในการปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อนโดยใช้วัตถุจริงในการประกอบชิ้นงาน และใช้เทคนิคความจริงเสริม มาช่วยให้สามารถรวมภาพจริงเข้ากับสภาพเสมือนที่ถูกสร้างขึ้นมาโดยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับข้อมูลระหว่างการทำงานและเข้าใจขั้นตอนในการทำงานได้มากขึ้น

ณัฐพล ปฐมอารีย์ (2005) [3] เสนองานวิจัยที่ทำการถ่ายทอดทักษะไปยังผู้ที่ขาดทักษะ โดยใช้ความจริงเสริม ผู้ปฏิบัติงานจะมองเห็นกราฟิก แสดงวิธีการประกอบชิ้นงานผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือ Head-Mounted Display กราฟิกนี้จะให้ข้อมูลคำแนะนำในการประกอบ และแสดงวัตถุขณะทดลองประกอบชิ้นงาน ผลของงานวิจัยชิ้นนี้ ทำให้ลดระยะเวลาในการอบรมการประกอบชิ้นงานได้ และทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีทักษะมากขึ้น

Scott A. Green และคณะ (2008) [4] กล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพของระบบการทำงานร่วมกันระหว่างคนและหุ่นยนต์ ที่มีความจริงเสริมเข้ามาช่วยในระบบ อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบที่สำคัญคือ กล้องวิดีโอ Head-Mounted Display คอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรม ARToolKit ทดลองใช้งานโดยอาสาสมัคร 10 คนผล พบว่าระบบที่ใช้ความจริงเสริมในการทำงานร่วมกันระหว่างคนและหุ่นยนต์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้องในการทำงานขึ้นอีก 30 เปอร์เซ็นต์

3. ภาพรวมของระบบ

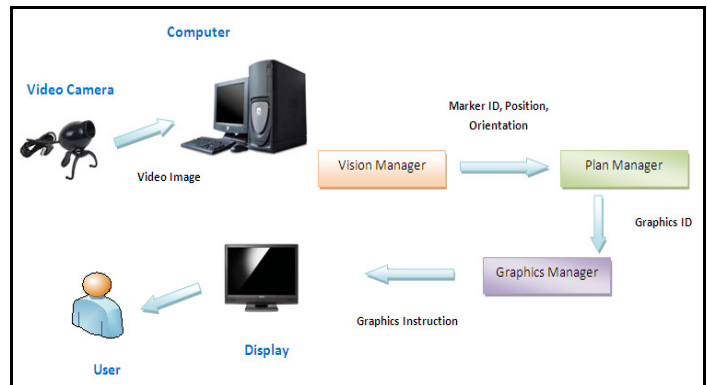


รูปที่ 1 แสดงภาพรวมของระบบ

จากภาพรวมของระบบผู้ปฏิบัติงานประกอบชิ้นงานเสมือนเมื่อเริ่มต้นระบบจะแสดงคำแนะนำที่อยู่ในรูปแบบของคอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติบนอุปกรณ์แสดงผลซึ่งในระบบนี้ใช้จอคอมพิวเตอร์ ผู้ปฏิบัติงานได้รับข้อความดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารเลือกชิ้นงานมาวางยังบริเวณพื้นที่ทำงานได้ เมื่อกล้องตรวจจับได้ว่ามีชิ้นงานชิ้นแรกอยู่ในบริเวณพื้นที่ทำงานก็จะแสดงข้อมูลลำดับต่อไปมาให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน จนกระทั่งจบกระบวนการทำงาน

4. องค์ประกอบของระบบ

ระบบประกอบไปด้วย กล้องวิดีโอ คอมพิวเตอร์ และหน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 2

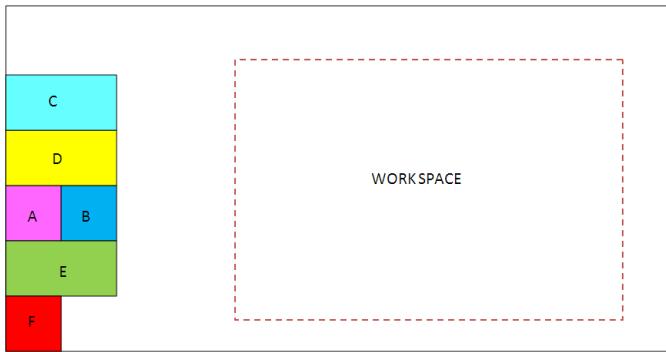


รูปที่ 2 แสดงองค์ประกอบของระบบ

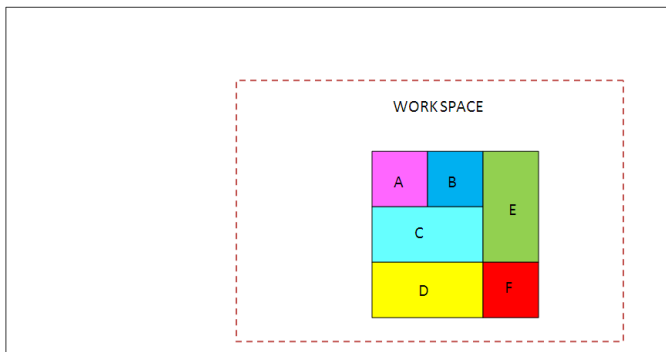
จากองค์ประกอบของระบบตามรูปที่ 2 ระบบจะรับสัญญาณภาพมาจากกล้องวิดีโอเข้ามาประมวลผลที่คอมพิวเตอร์โดยมีองค์ประกอบดังนี้

4.1 Vision Manager เป็นส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการดึงสัญญาณภาพเข้ามา โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้ ARToolKit Software Library ในการตรวจจับหาตำแหน่งและการวางตัวของมาร์กเกอร์ รวมถึงหมายเลขของมาร์กเกอร์ดังกล่าวมายังส่วน Plan Manager

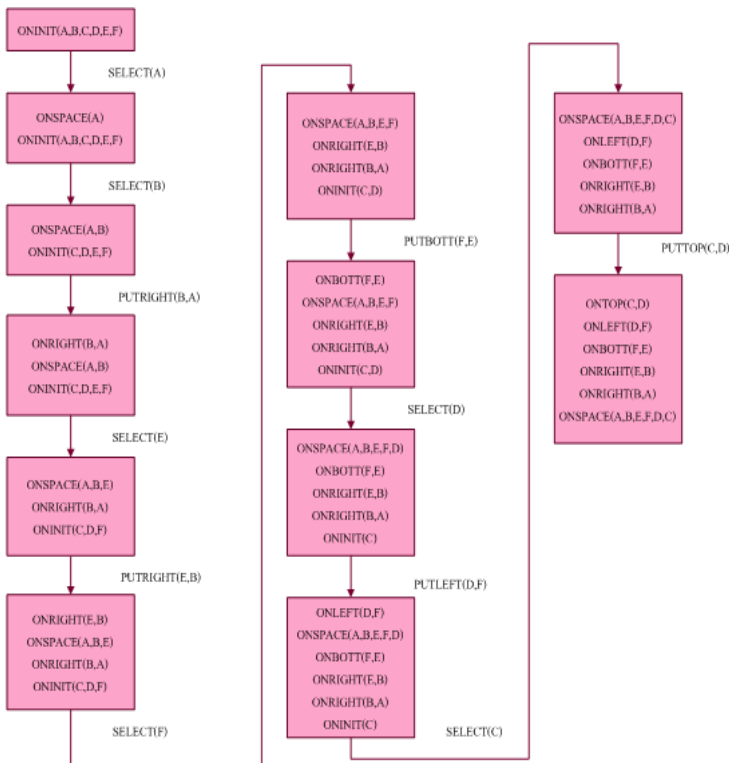
4.2 Plan Manager ซึ่งส่วนนี้จะทำหน้าที่เก็บแผนการทำงานต่างๆซึ่งได้กำหนดสถานะเริ่มต้นการทำงานและสถานะจุดหมายที่ต้องการไว้ดังรูปที่ 3 และ 4



รูปที่ 3 แสดงสถานะเริ่มต้นของชิ้นงานเสมือน



รูปที่ 4 แสดงสถานะจุดหมายของการประกอบชิ้นงานเสมือน จากนั้นนำมาสร้างเป็นแผนการทำงานดังรูปที่ 5



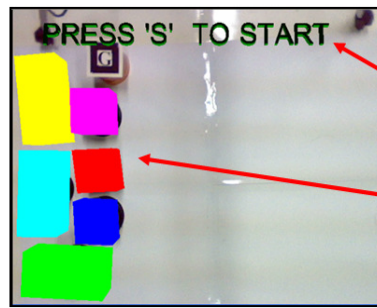
รูปที่ 5 แสดงสถานะของแผนการทำงาน

แผนการทำงานดังที่แสดงตามรูปที่ 5 จะเริ่มต้นจากการสำรวจสถานะเริ่มต้นของวัตถุเสมือน เมื่อได้รับหมายเลขตำแหน่งและ

การวางตัวของมาร์กเกอร์แล้ว ระบบส่วนนี้จะหาลำดับการทำงานที่ควรทำในขั้นตอนต่อไปที่อยู่ในส่วนของแผนการทำงาน โดยข้อมูลที่ถูส่งออกไปจากระบบส่วนนี้คือหมายเลขของกราฟฟิกแสดงคำแนะนำในการทำงาน

4.3 Graphics Manager เมื่อ Graphics Manager ได้รับข้อมูลหมายเลขกราฟฟิกจาก Plan Manager แล้วก็จะแสดงภาพกราฟฟิกคำแนะนำลำดับของการเลือกชิ้นงานและตำแหน่งที่ควรจะนำชิ้นงานเสมือนนี้ไปประกอบ ซ้อนทับลงบนตำแหน่งของมาร์กเกอร์ในภาพวิดีโอ ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับข้อมูลดังกล่าวในรูปแบบของข้อความสามมิติที่แสดงอยู่บนหน้าจอแสดงผล

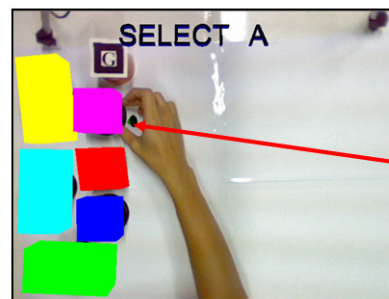
5. การทำงานของระบบ



รูปที่ 6 แสดงภาพที่ปรากฏบนหน้าจอแสดงผลเมื่อเริ่มต้นทำงาน

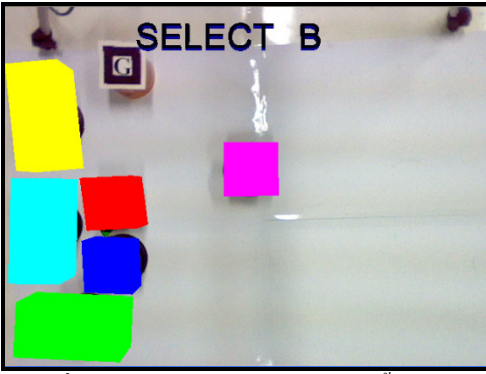
5.1 ขั้นตอนการทำงาน

เริ่มต้นการทำงานหน้าจอแสดงผลจะแสดงข้อความที่เป็นกราฟฟิกสามมิติดังรูปที่ 6 เมื่อผู้ปฏิบัติงานกดปุ่ม s ตามคำแนะนำที่หน้าจอจะแสดงคำแนะนำให้หยิบชิ้นงานแรกมาวางบนพื้นที่ทำงานดังรูปที่ 7

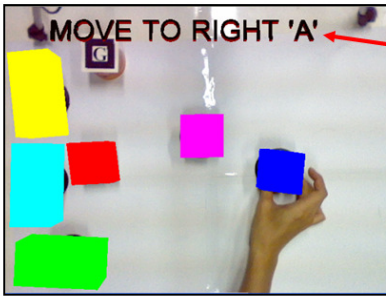


รูปที่ 7 แสดงคำแนะนำในการหยิบชิ้นงาน A

เมื่อชิ้นงาน A อยู่บนพื้นที่ทำงานระบบก็จะแสดงข้อความให้ผู้ปฏิบัติงานหยิบชิ้นงานต่อไปมาประกอบรวมถึงแสดงข้อความตำแหน่งของวัตถุดังกล่าวตามรูปที่ 8 และรูปที่ 9



รูปที่ 8 แสดงคำแนะนำในการหยิบชิ้นงาน B



กราฟฟิกแนะนำตำแหน่งที่ให้นำชิ้นงานมาประกอบ

รูปที่ 9 แสดงคำแนะนำตำแหน่งที่ควรจะนำชิ้นงาน B ไปประกอบกับชิ้นงาน A

ระบบจะแสดงข้อมูลคำแนะนำต่างๆในรูปแบบตัวหนังสือสามมิติให้แก่ผู้ปฏิบัติงานได้ทราบถึงขั้นตอนและตำแหน่งการประกอบชิ้นงานจนจบกระบวนการจะได้ผลดังรูปที่ 10



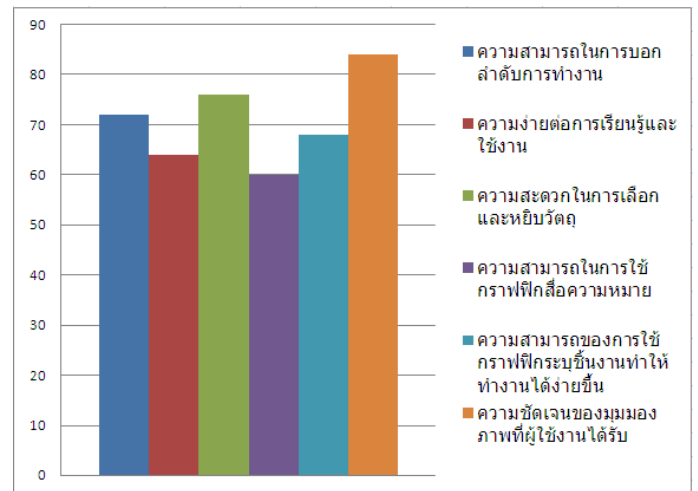
รูปที่ 10 แสดงผลของการประกอบชิ้นงานตามคำแนะนำที่ได้รับจากระบบ

5.2 การทดลองการใช้งานระบบช่วยในการประกอบชิ้นงาน
 เสมือนด้วยความจริงเสริม
 การทดลองให้ผู้ทดลองประกอบชิ้นงานหกชิ้นคือทรงสี่เหลี่ยมด้านเท่าสามชิ้น และทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าสามชิ้นนำมาประกอบกันให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมตามคำแนะนำของระบบ โดยกลุ่มตัวอย่างของผู้ทดลองใช้งานระบบได้แก่นักศึกษาของสถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนามคัดเลือกโดยการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 6 คน และทดสอบความพึงพอใจในความสามารถในการใช้งาน (Usability) ของระบบช่วยในการประกอบชิ้นงาน

เสมือนด้วยความจริงเสริม โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในความสามารถในการใช้งานระบบ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 6 หัวข้อคือ ความสามารถในการบอกลำดับการทำงาน ความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน ความสะดวกในการเลือกและหยิบวัตถุ ความสามารถในการใช้กราฟฟิกสื่อความหมาย ความสามารถของการใช้กราฟฟิกระบุชิ้นงานทำให้ทำงานได้ง่ายขึ้น และความชัดเจนของมุมมองภาพที่ผู้ใช้งานได้รับ

6. ผลการวิจัย

ผลการทดลองระบบได้มาจากกลุ่มตัวอย่างผู้ทดลอง โดยให้ผู้ทดลองระบบทำแบบสอบถามความพึงพอใจในความสามารถในการใช้งานระบบหลังการทดลอง จากนั้นนำคะแนนของแต่ละหัวข้อมาหาค่าเฉลี่ย แล้วแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้ผลคะแนนจากการสอบถามกลุ่มตัวอย่างผู้ทดลองตามแผนผังที่ 1



แผนผังที่ 1 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจด้านความสามารถการใช้งาน (Usability)

7. การอภิปรายผล

จากแผนผังที่ 1 แสดงผลความพึงพอใจในการใช้งานพบว่าระบบมีความสามารถในการบอกลำดับของชิ้นงานเสมือนได้ถูกต้องเป็นที่น่าพอใจ 72 เปอร์เซ็นต์ มีความง่ายต่อการเรียนรู้และใช้งาน 64 เปอร์เซ็นต์ มีความสะดวกในการเลือกและหยิบวัตถุ 76 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถในการใช้กราฟฟิกสื่อความหมาย 60 เปอร์เซ็นต์ ความสามารถของการใช้กราฟฟิกระบุชิ้นงานทำให้ทำงานได้ง่ายขึ้น 68 เปอร์เซ็นต์ และความชัดเจนของมุมมองภาพที่ผู้ใช้งานได้รับ 84 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปเป็นความพึงพอใจในการใช้งานระบบ 70.67 เปอร์เซ็นต์

ซึ่งจากผลแสดงความพึงพอใจต่อการใช้งาน แสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อมุมมองของภาพที่ได้รับมากที่สุด เนื่องจากเป็นมุมมองจากทางด้านบนของพื้นที่ทำงานส่งผลให้ทำงานได้สะดวก ส่วนคะแนนความพึงใจน้อยที่สุดคือ ความสามารถในการใช้กราฟฟิคสื่อความหมาย ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุงในส่วนของการระบุจำแนกรหัสประจำชิ้นงานเสมือนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จากการทดลองใช้งานระบบกับผู้ทดลอง ในเบื้องต้นพบว่าระบบสามารถให้คำแนะนำการประกอบชิ้นงานเสมือนในรูปแบบของตัวหนังสือกราฟฟิคสามมิติได้ดี ซึ่งทำให้สามารถประกอบชิ้นงานตามลำดับได้ถูกต้อง แต่การวางตัวของวัตถุเสมือนที่ผู้ทดลองนำมาวางประกอบบนพื้นที่ทำงานยังไม่ถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ จึงต้องพัฒนาการบอกข้อมูลเกี่ยวกับการวางตัวของชิ้นงานเสมือนเพิ่มเข้ามาในระบบด้วย

8. สรุปและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาการประยุกต์ใช้ความจริงเสริม มาให้ข้อมูลแก่ผู้ปฏิบัติงานในการประกอบชิ้นงานเสมือน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับข้อมูลเช่น ชิ้นงานเสมือนที่ต้องนำมาประกอบลำดับของการทำงานระหว่างการปฏิบัติงาน เป็นต้น ซึ่งจากการทดลองใช้งานระบบสามารถให้คำแนะนำในการประกอบชิ้นงานได้อย่างถูกต้องตามลำดับ และผู้ทดลองใช้งานระบบมีความพึงพอใจ 70.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแนวทางในการพัฒนาต่อ อาจต้องเน้นในการสร้างรูปทรงกราฟฟิคที่มีลักษณะซับซ้อนเหมือนชิ้นงานจริง รวมถึงพัฒนาอัลกอริทึมในการวางแผนการทำงานให้ระบบสามารถแนะนำการประกอบชิ้นงานที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นได้

9. บรรณานุกรม

- [1] S. Otmane, M.M., A. Kheddar, F. Chavand, 2000. Active Virtual Guides as an Apparatus for Augmented Reality Based Telemanipulation System on the Internet. Simulation Symposium, 2000. (SS 2000) Proceedings, 33rd Annual , 185 – 191.
- [2] Triebfürst, W.W.a.G. ARVIKA, 2002. Augmented Reality for development, production and service. Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments, 151-152.
- [3] Pathomaree, N. and S. Charoenseang, 2005. Augmented reality for skill transfer in assembly task. Robot and Human Interactive Communication, 2005. ROMAN 2005. IEEE International Workshop on. 2005, 500-504.

- [4] Green, S.A., et al, 2008. Evaluating the Augmented Reality Human-Robot Collaboration System. Mechatronics and Machine Vision in Practice, 2008. M2VIP 2008, 521-526.