

แนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ ของระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการอย่างอัตโนมัติ

ดนยวรรณ ไกรไธสง*

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สยาม เจริญเสียง

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

*Correspondence: d.kritaisong@gmail.com

doi: 10.14456/jisb.2022.5

วันที่รับบทความ: 11 มี.ค. 2565

วันที่แก้ไขบทความ: 23 มี.ค. 2565

วันที่รับบทความ: 8 เม.ย. 2565

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาหาแนวทาง พัฒนา และประเมินผลซอฟต์แวร์ของระบบติดตามความคืบหน้าโครงการอย่างอัตโนมัติ โดยมีสมาชิกห้องวิจัย Human-Computer Interface (HCI) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบระบบด้วยการวิจัยมาใช้ในการจัดเก็บความต้องการระบบของผู้ใช้งาน ผลสำรวจความต้องการของระบบติดตามความคืบหน้าโครงการที่สมาชิกห้องวิจัยต้องการคือ การแจ้งเตือนงานเมื่อถึงกำหนด การแสดงภาพรวมและลำดับงาน และการติดตามงานในรูปแบบกระดานคัมบัง โดยความต้องการดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการพัฒนาระบบติดตามความคืบหน้าโครงการ ที่ประกอบด้วยระบบลงทะเบียนเพื่อจับคู่อีเมลผู้ใช้ไมโครซอฟท์แพลตฟอร์มและเฟซบุ๊ก ระบบสร้างและแก้ไขงาน ระบบแกนต์ชาร์ต ระบบติดตามความคืบหน้างานในรูปแบบกระดานคัมบัง และระบบแจ้งเตือนผ่านปฏิทิน ระบบที่พัฒนานี้ได้รับการประเมินความพึงพอใจจากสมาชิกในห้องวิจัยด้วยคะแนนเฉลี่ยในระดับดี สำหรับเมนูการลงทะเบียน ระบบแกนต์ชาร์ต ระบบติดตามความคืบหน้างาน และระบบปฏิทิน ส่วนระบบสร้างและแก้ไขงานได้คะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจในระดับปานกลาง

คำสำคัญ: ติดตามความคืบหน้าโครงการ; เฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์; ไมโครซอฟท์แพลตฟอร์ม; ไฟร์เบสคลาวด์ฟังก์ชัน; ไฟร์เบสคลาวด์ไฟร์สโตร์

A Guideline for Software Development of Automatic Project Progress Tracking System

Donyawan Kritaisong *

Institute of Field Robotics, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Siam Charoenseang

Institute of Field Robotics, King Mongkut's University of Technology Thonburi

*Correspondence: d.kritaisong@gmail.com

doi: 10.14456/jisb.2022.5

Received: 11 Mar 2022

Revised: 23 Mar 2022

Accepted: 8 Apr 2022

Abstract

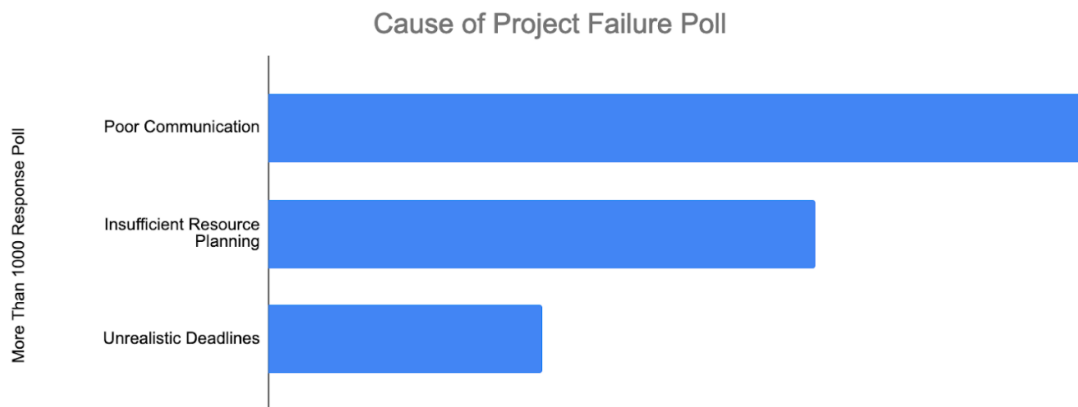
The objectives of this research are to design, develop, and evaluate the software for automatic project progress tracking, which tests with the members of the Human-Computer Interface's (HCI) laboratory. In addition, this research applies design research to collect user requirements for the system. The survey results of user requirements are task notification, workflow, project overview, and task tracking on the Kanban board. Based on the requirements, the designed system which consists of a registration system (used to match email addresses of Microsoft Planner and Facebook profiles), a create/edit tasks system, a Gantt Chart system, a progress tracking on the Kanban board, and a calendar system to notify task through the calendar was built. The survey results on satisfaction of the system indicate that the average scores of registration menu, the progress tracking system, and the calendar system are good. Meanwhile, the average score of the edit/create system is average.

Keywords: Project Progress Tracking; Facebook Messenger; Firebase Cloud Functions; Firebase Cloud Firestore; Microsoft Planner

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ในการปฏิบัติงานโครงการ การพูดคุย สื่อสารเพื่อแจกแจงหน้าที่ และติดตามผลการดำเนินการเป็นสิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานโครงการต้องทำเป็นปกติวิสัย บริษัท ComTIA จำกัด (Rosencrance, 2007) ได้จัดทำแบบสำรวจออนไลน์ในหัวข้อ สาเหตุความล้มเหลวของโครงการสารสนเทศและเทคโนโลยีการสื่อสารคืออะไร จากผู้ตอบแบบสอบถามมากกว่า 1,000 คนพบว่าสาเหตุความล้มเหลวอันดับแรกของโครงการสารสนเทศและเทคโนโลยีการสื่อสารคือการสื่อสารที่น้อยเกินไป อันดับที่ 2 คือ ขาดทรัพยากรในการวางแผนงาน อันดับที่ 3 คือการกำหนดวันส่งงานที่ไม่สามารถทำจริงได้ดังภาพที่ 1 โดยผู้สำรวจได้สรุปสาเหตุของผลสำรวจการสื่อสารที่น้อยเกินไปเอาไว้ว่า ในการปฏิบัติงานโครงการนั้นผู้จัดการโครงการจะเป็นผู้ที่เข้าใจจุดประสงค์ งบประมาณและข้อจำกัดของโครงการมากที่สุด หากผู้เกี่ยวข้องในโครงการไม่ทราบข้อมูลเหล่านี้ หรือผู้จัดการโครงการไม่มีทรัพยากรในการวางแผนที่ดีพอ ก็จะไม่สามารถสื่อสารกับผู้ปฏิบัติงานให้เข้าใจสถานการณ์ของโครงการได้ และอาจไม่สามารถจัดหาทรัพยากรเพื่อปฏิบัติงานโครงการได้ทันตามกำหนด ทำให้กำหนดวันส่งงานนั้นไม่สามารถเกิดขึ้นได้จริงเป็นสาเหตุให้โครงการล้มเหลว



Computing Technology Industry Association (Comptia), An Oakbrook Terrace, Ill.-Based Trade Association.

ภาพที่ 1 ผลการสำรวจในหัวข้อสาเหตุที่ทำให้โครงการล้มเหลวของบริษัท ComTIA จำกัด

จากปัญหานี้นำไปสู่สมมติฐานที่ว่า เป็นไปได้หรือไม่ที่จะสร้างระบบอัตโนมัติจากซอฟต์แวร์ในชีวิตประจำวันเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานโครงการสามารถสื่อสารและติดตามความคืบหน้าโครงการได้อย่างดียิ่งขึ้น โดยจะทำการศึกษาความต้องการ และพัฒนาต้นแบบซอฟต์แวร์ให้ตอบโจทย์กลุ่มตัวอย่างสมาชิกห้องวิจัย Human-Computer Interface ซึ่งต่อจากนี้จะเรียกว่าห้องวิจัย HCI สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการอย่างอัตโนมัติ
2. เพื่อพัฒนาต้นแบบซอฟต์แวร์ของระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการอย่างอัตโนมัติ
3. เพื่อประเมินผลการทำงานของซอฟต์แวร์ของระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการอย่างอัตโนมัติ

2. ความสามารถของโซเซียลมีเดีย

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต การพัฒนาของเครื่องมือสื่อสาร และความก้าวหน้าทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ทำให้สมาชิกในองค์กรสามารถสื่อสารกันได้อย่างรวดเร็วและมีค่าใช้จ่ายไม่สูงผ่านคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล แท็บเล็ต หรือสมาร์ตโฟน ที่มีซอฟต์แวร์เพื่อการสื่อสารมากมายให้เลือกใช้ และซอฟต์แวร์ที่เป็นที่นิยมสำหรับองค์กร และสมาชิกห้องวิจัย HCI สามารถสรุปความสามารถของซอฟต์แวร์ต่างๆ ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถของโซเซียลมีเดียเพื่อเป็นเครื่องมือสื่อสารภายในองค์กร

ความสามารถ	ซอฟต์แวร์		
	ไลน์ (LINE corporation, 2021)	ไมโครซอฟต์ทีม (Microsoft, 2021a)	เฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์ (Yahoo, 2021)
ส่งข้อความตัวอักษร	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ส่งรูป	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ส่งไฟล์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ส่งวิดีโอ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
โทร	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
วีดีโอคอล	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
เปิดให้พัฒนาความสามารถส่งข้อความอัตโนมัติ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ผู้ใช้แก้ไขไฟล์พร้อมกันได้		<input type="checkbox"/>	
เก็บเอกสาร		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
เพิ่มผู้ใช้งานผ่านทางอีเมล		<input type="checkbox"/>	
เพิ่มผู้ใช้งานผ่านการเพิ่มเพื่อน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ในการพัฒนาระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการ งานวิจัยนี้ได้นำการออกแบบระบบด้วยการวิจัย (Design research) มาใช้ในการจัดเก็บความต้องการระบบของผู้ใช้งาน ได้แก่ ผู้จัดการและนักศึกษาประจำห้องวิจัย Human-Computer Interface Lab (HCI Lab) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีจำนวน 10 ท่าน ความต้องการระบบของผู้ใช้งานจะถูกนำไปพัฒนาระบบ โดยระบบที่พัฒนาเสร็จจะถูกนำไปประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานผ่านกูเกิ้ลฟอรม์ (Google, 2021a) และนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยเกณฑ์ในการประเมินความพึงพอใจพิจารณาจากค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ มีดังนี้

- 1.00 – 1.50 ผู้ใช้มีความเห็นว่า ควรปรับปรุงระบบ
- 1.51 – 2.50 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับพอใช้
- 2.51 – 3.50 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- 3.51 – 4.50 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับดี
- 4.51 – 5.00 ผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับดีมาก

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ระบบติดตามความคืบหน้าโครงการ เป็นระบบที่พัฒนาต่อยอดจากไมโครซอฟต์แพลนเนอร์ และเฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์ระบบติดตามงานและโซเชียลมีเดียที่สมาชิกห้องวิจัย HCI ใช้งานเป็นประจำ ดังนั้นเครื่องมือในการพัฒนาระบบจึงประกอบไปด้วย

- ไมโครซอฟต์แพลนเนอร์ (Microsoft, 2021b) ซอฟต์แวร์จัดการงานที่มีหน้าหลักสำหรับผู้ใช้ 3 หน้าคือหน้ากระดาน (Board) (Microsoft, 2021c) หน้าสรุปงาน (Chart) (Microsoft, 2021d) และหน้าปฏิทิน (Schedule) (Microsoft, 2021e) ซึ่งแต่ละหน้าสามารถเลือกจัดกลุ่มงานได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการจัดกลุ่มตามตารางงาน จัดกลุ่มตามสถานะ และสามารถเพิ่มตัวกรองเพื่อให้มองเห็นงานต่าง ๆ สะดวกขึ้น แต่ไม่สามารถแสดงผลแบบแกนต์ชาร์ตหรือส่งออกไฟล์ปฏิทินเพื่อให้ผู้ใช้นำไปสร้างการแจ้งเตือนในซอฟต์แวร์ปฏิทินได้

- เฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์ (Facebook, 2021a) ระบบส่งข้อความสำเร็จรูปที่เป็นส่วนหนึ่งของโซเชียลมีเดียเฟซบุ๊ก (Facebook, 2021b) ที่เปิดให้นักพัฒนาสามารถเชื่อมต่อระบบตอบกลับข้อความอัตโนมัติผ่านเฟซบุ๊กแฟนเพจที่ผ่านการลงทะเบียนแอปเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงเชื่อมต่อระบบของนักพัฒนาเข้ากับเฟซบุ๊กผ่านทาง API ของเฟซบุ๊กที่สร้างขึ้น แต่มีข้อจำกัดเรื่องขั้นตอนการเข้าทดสอบระบบที่สามารถทดสอบได้ในวงเพื่อนเท่านั้น และไม่สามารถส่งการแจ้งเตือนให้ผู้ใช้ด้วยระบบอัตโนมัติได้ ดังนั้นระบบติดตามความคืบหน้าโครงการจะต้องสร้างการแจ้งเตือนผู้ใช้ในช่องทางอื่น

ในการเชื่อมต่อเพื่อรับข้อมูลจากซอฟต์แวร์ไมโครซอฟต์แพลนเนอร์ ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ในกลุ่มไมโครซอฟต์ 365 (Microsoft, 2021f) ทางไมโครซอฟต์กำหนดให้การขอข้อมูลจากซอฟต์แวร์ในกลุ่มนี้ต้องติดต่อผ่านเกตเวย์ที่ชื่อว่า ไมโครซอฟต์กราฟ (Microsoft, 2021g) ซึ่งเป็นส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ Application Programming Interface (API) หรือส่วนประสานงานสำหรับโปรแกรมที่สามารถเข้าใช้งานหน้าผ่านเว็บไซต์ไมโครซอฟต์กราฟเอ็กซ์พลอเรอร์ ในการติดต่อขอข้อมูลนั้นนักพัฒนาจะต้องลงทะเบียนแอปผ่านเมนู App Registration (Microsoft, 2021h) ใน Azure Active Directory บนเว็บไซต์ Azure Portal ตามระเบียบการอนุญาตติดต่อขอข้อมูลของไมโครซอฟต์ (Microsoft, 2021i) ข้อดีของไมโครซอฟต์กราฟคือใช้งานได้ง่าย ไม่มีระยะเวลารอคอยมากเมื่อมีการขอข้อมูล แต่ข้อเสียคือการขออนุญาตใช้งานสำหรับซอฟต์แวร์ 365 ในองค์กรจะต้องทำหนังสือเพื่อขออนุญาตในการใช้งาน

นอกจากนี้การเชื่อมต่อเฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์เข้ากับไมโครซอฟต์กราฟ จำเป็นต้องมีส่วนประมวลผลที่สามารถทำงานได้ตลอดเวลาเพื่อรองรับการใช้งานสมาชิกห้องวิจัย ดังนั้นจึงพิจารณาเครื่องมือที่เป็นเซิร์ฟเวอร์บนระบบคลาวด์คอมพิวเตอรส์ซึ่งมีผู้ให้บริการอยู่มากมาย แต่บริการที่มีราคาถูกและใช้งานง่ายที่สุดคือบริการไฟร์เบสคลาวด์ฟังก์ชันของกูเกิ้ล (Google, 2021b) และยังมีบริการฐานข้อมูลบนคลาวด์ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกันได้โดยไม่ต้องทำการติดตั้งเพิ่มคือฐานข้อมูลไฟร์เบสคลาวด์ไฟร์สโตร์ (Google, 2021c) ที่สามารถใช้งานได้ง่าย ไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม และมีระบบรักษาความปลอดภัยที่ดี

โดยสรุปเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบติดตามความคืบหน้าโครงการประกอบไปด้วย

1. ไมโครซอฟต์แพลนเนอร์
2. เฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์
3. ไมโครซอฟต์กราฟ

4. ไฟร์เบสคลาวด์ฟังก์ชัน
5. ไฟร์เบสคลาวด์ไฟร์สโตร์

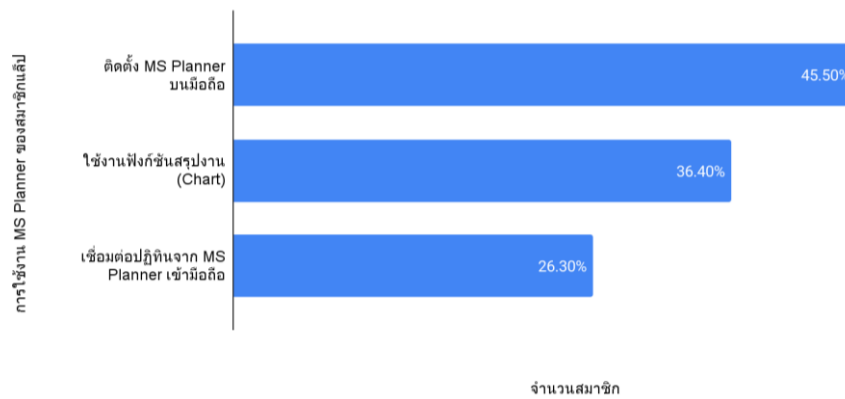
3.2 แนวทางการพัฒนาระบบ

3.2.1 การสำรวจความต้องการของผู้ใช้งานระบบ

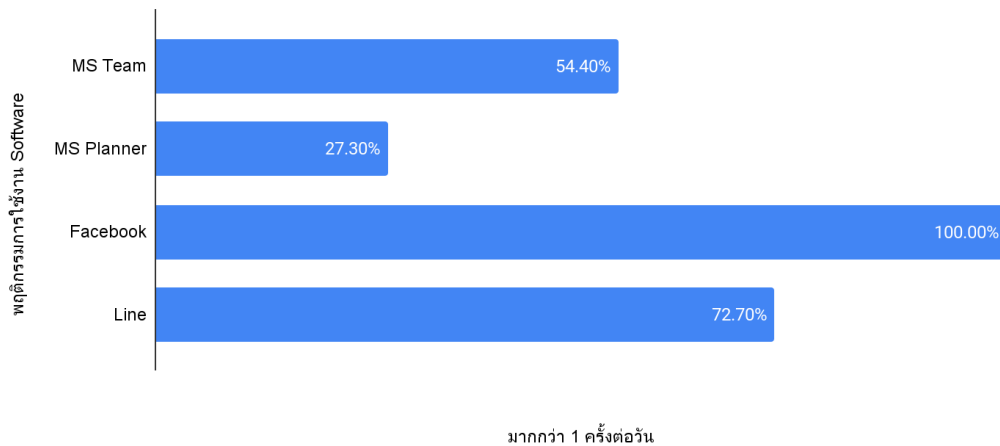
จากแบบสอบถาม 10 หัวข้อ มีจุดประสงค์ 3 ข้อ คือ

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งานไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ของสมาชิกห้องวิจัย HCI
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้งานซอฟต์แวร์ในชีวิตประจำวันของสมาชิกห้องวิจัย HCI
3. เพื่อศึกษาความต้องการความสามารถเพิ่มเติมของระบบติดตามงานที่มีอยู่

ผลสำรวจพบว่านักศึกษาประจำห้องวิจัย HCI จำนวน 8 ท่าน และผู้จัดการห้องวิจัย HCI จำนวน 2 ท่าน มีพฤติกรรมการใช้งานไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ ดังภาพที่ 2 และมีพฤติกรรมการใช้งานซอฟต์แวร์ในชีวิตประจำวันดังภาพที่ 3

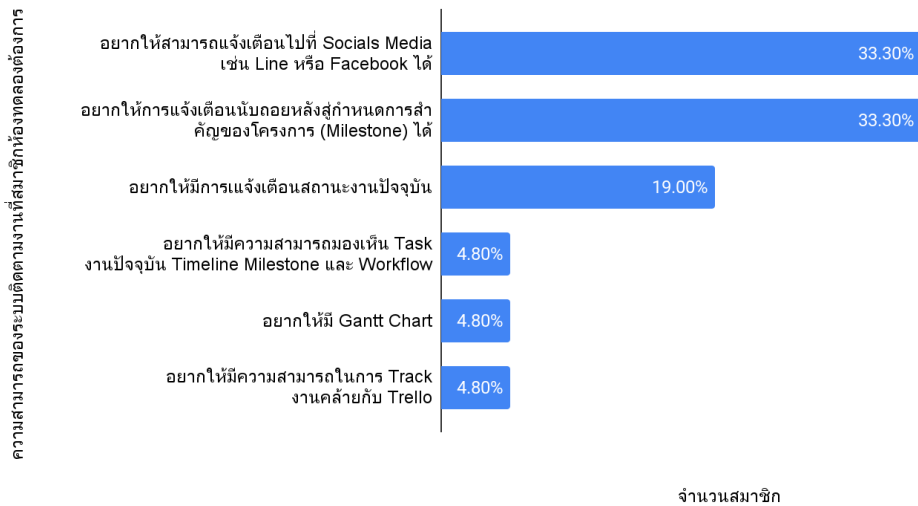


ภาพที่ 2 พฤติกรรมการใช้งาน Microsoft Planner



ภาพที่ 2 พฤติกรรมการใช้งานซอฟต์แวร์ในชีวิตประจำวัน

สำหรับความสามารถเพิ่มเติมของไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ที่อยากให้มีแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ความสามารถของระบบติดตามงานที่สมาชิกห้องวิจัยต้องการเพิ่มเติม

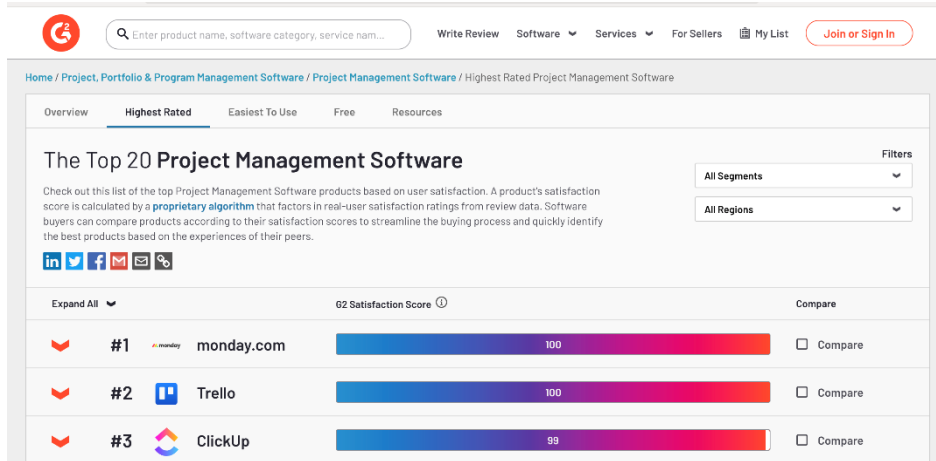
ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าพฤติกรรมของสมาชิกห้องวิจัย HCI ติดตั้งแอปพลิเคชันไมโครซอฟท์แพลนเนอร์บนโทรศัพท์มือถือถึง 45.50% ใช้งานฟังก์ชันสรุปงาน 36.40% เชื่อมต่อปฏิทินจากไมโครซอฟท์แพลนเนอร์เข้ามือถือถึง 26.30%

ส่วนพฤติกรรมการใช้งานซอฟต์แวร์ในชีวิตประจำวันพบว่าในระดับความถี่ในการใช้งานมากกว่า 1 ครั้งต่อวัน นักศึกษาทุกคนใช้งานเฟซบุ๊ก 100.00% ใช้งานไลน์ 72.70% ใช้งานไมโครซอฟท์ทีม 54.40% และใช้งานไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ 27.30%

ในส่วนของความสามารถที่ต้องการให้ไมโครซอฟท์แพลนเนอร์มีเพิ่มเติมคือ อยากให้การแจ้งเตือนไปที่โซเชียลมีเดีย เช่น ไลน์หรือเฟซบุ๊ก ให้การแจ้งเตือนนับถอยหลังสู่กำหนดการสำคัญของโครงการ (Milestone) ได้ อยากให้สามารถมองเห็นภาพรวมของโครงการ เห็นสถานะงานปัจจุบันของโครงการและลำดับงานได้อย่างชัดเจน รวมถึงอยากให้เห็นสถานะงานจากกระดานคัมบัง ดังเช่น เทรลโล (Trello) ได้

3.2.2 การเปรียบเทียบระบบติดตามงานที่มีอยู่

เมื่อนำความต้องการของระบบติดตามงานของสมาชิกห้องวิจัย HCI มาสร้าง Benchmark เพื่อทำการเปรียบเทียบความสามารถของระบบของงานวิจัยและระบบที่มีอยู่ในท้องตลาดที่ได้รับความนิยมอย่างสูงจากเว็บไซต์ www.g2.com (G2.com, Inc., 2021) ในหมวดหมู่ของการจัดการโครงการหรือการจัดการโครงการในปัจจุบัน 2 ลำดับแรกคือเทรลโลและมันเดย์ และเปรียบเทียบกับซอฟต์แวร์จัดการงานที่สมาชิกห้องวิจัยใช้งานอยู่เป็นประจำคือไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ ดังภาพที่ 1 ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 1 การจัดลำดับซอฟต์แวร์จัดการโครงการ 2 ลำดับแรก
ที่มา: G2.com, Inc. (2021)

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถระบบกับซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ในท้องตลาด

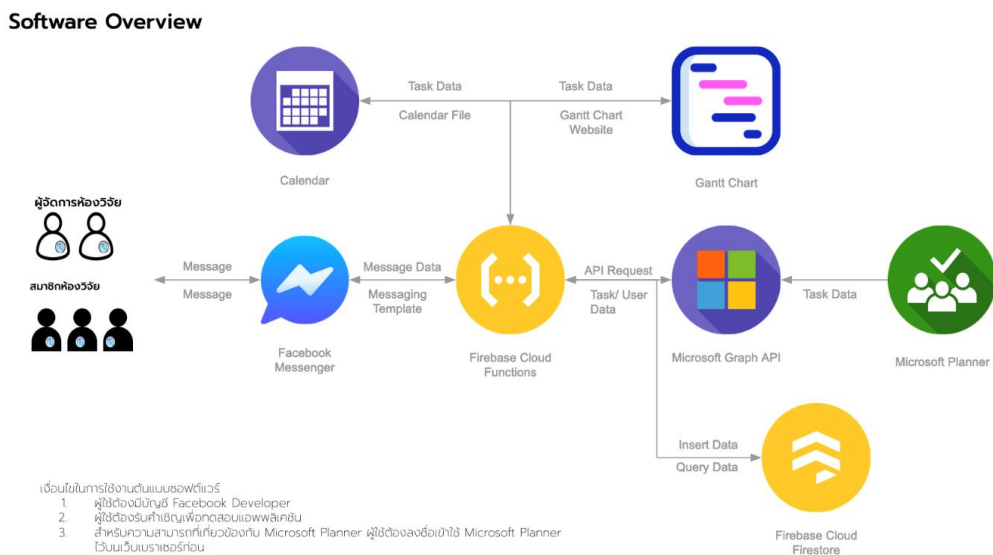
ความสามารถ	งานวิจัย	ไมโครซอฟท์ แพลนเนอร์	มันเดย์	เทรลโล	หมายเหตุ
เชื่อมต่อกับโซเชียล มีเดีย	<input type="checkbox"/>	✗	✗	✗	
สร้างแกนต์ชาร์ต	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	✗	ไมโครซอฟท์ แพลนเนอร์สามารถ สร้างแกนต์ชาร์ตได้ จากไมโครซอฟท์ โปรเจกต์โดยมี ค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
ตั้งปฏิทิน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
มีค่าบริการเพิ่มเติม	✗	✗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

สามารถสรุปได้ว่าซอฟต์แวร์จากงานวิจัยมีความสามารถโดดเด่นกว่าซอฟต์แวร์ในท้องตลาดในหัวข้อความสามารถในการเชื่อมต่อกับโซเชียลมีเดีย การสร้างแกนต์ชาร์ต และตั้งปฏิทินได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

3.3 แนวทางการพัฒนาระบบอัตโนมัติในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อติดตามความคืบหน้าของโครงการ

จากการสำรวจความต้องการเพื่อพัฒนาระบบอัตโนมัติในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อติดตามความคืบหน้าของโครงการวิจัยพบว่าโซเชียลมีเดียที่สมาชิกทุกคนใช้งานเป็นประจำในชีวิตประจำวันคือเฟซบุ๊กและความสามารถที่สมาชิกในห้องวิจัยต้องการเพิ่มเติมคือ การแจ้งเตือนงาน การมองเห็นสถานะของงานปัจจุบัน และการมองเห็นภาพรวมทั้งหมดของงาน

ดังนั้นส่วนประกอบของระบบจึงประกอบด้วยเฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์รับหน้าที่เป็นส่วนประสานงานกับผู้ใช้ผ่านระบบเฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์แพลตฟอร์มและส่งข้อมูลไปที่ไฟร์เบสฟังก์ชันเป็นส่วนประมวลผลและรับส่งข้อมูลของไมโครซอฟท์แพลนเนอร์จากไมโครซอฟท์กราฟ จากนั้นจะส่งข้อมูลผู้ใช้จากเฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์และข้อมูลจากไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ไปเก็บที่ไฟร์เบสไฟร์สโตร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลของระบบ เมื่อมีการเรียกใช้งานเมนูแกนต์ชาร์ตหรือเมนูปฏิทิน ไฟร์เบสฟังก์ชันจะดึงข้อมูลจากไฟร์เบสไฟร์สโตร์ไปสร้างหน้าเว็บแกนต์ชาร์ตหรือไฟล์ปฏิทินดังภาพที่ 2



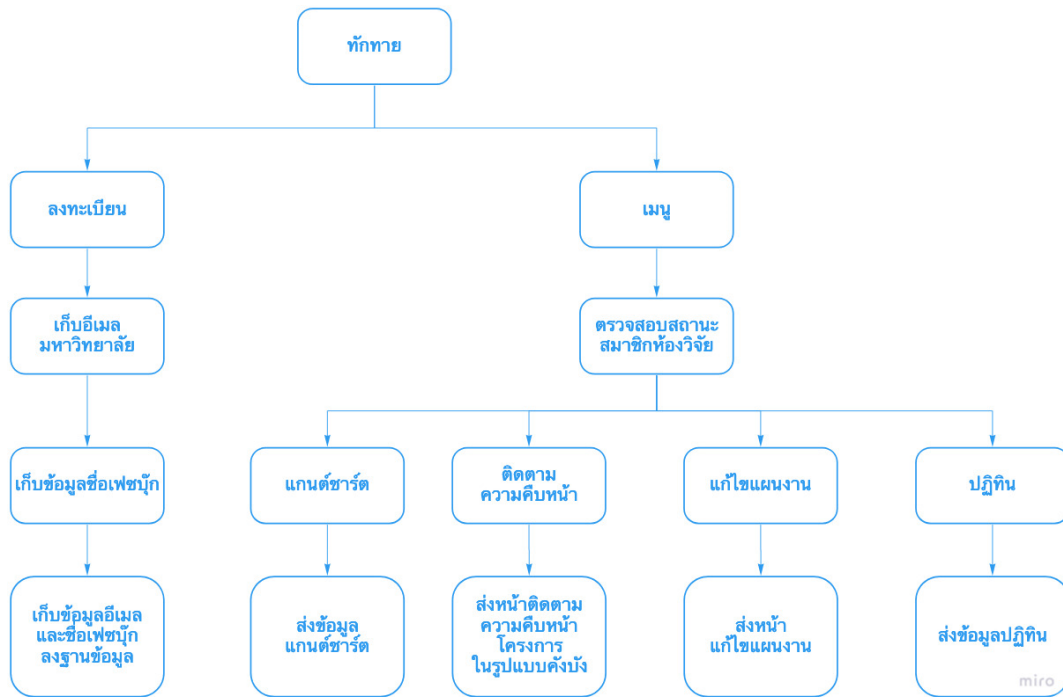
ภาพที่ 2 ภาพรวมของระบบ

เมื่อนำกรณีใช้งานที่สมาชิกห้องวิจัยต้องการมาแจกแจงจะได้รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดกรณีใช้งาน (Use Case) ของระบบ

ชื่อ Use Case	ลงทะเบียน	ระบบแแกนต์ชาร์ต	ระบบแก้ไขงาน	ระบบติดตามความคืบหน้างาน	ระบบปฏิทิน
ผู้ใช้	นักศึกษา ผู้จัดการห้องวิจัย อาจารย์ที่ปรึกษา				
รายละเอียด	จับคู่อีเมลของมหาวิทยาลัยกับเฟซบุ๊ก	ระบบแสดงแแกนต์ชาร์ตของสมาชิก 1 ท่าน	สมาชิกห้องวิจัยเข้าถึงหน้ากระดานงานของตนเองในรูปแบบของกระดานคัมบังบนไมโครซอฟท์แพลนเนอร์	ผู้ใช้เข้าถึงหน้าสรุปความคืบหน้างานของตนเองหรือสมาชิกทั้งหมดบนไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ได้	ระบบแจ้งเตือน
เหตุการณ์เริ่มต้น	กดปุ่ม Register	กดปุ่ม Gantt Chart	กดปุ่ม Edit	กดปุ่ม Progress	กดปุ่ม Calendar
เหตุการณ์ก่อนหน้า	ระบบแสดงเมนู				
เหตุการณ์ตามมา	ระบบแสดงผลการลงทะเบียน	ระบบแสดงแแกนต์ชาร์ตบนเว็บเบราว์เซอร์	ระบบแสดงหน้าคัมบังบอร์ดบนไมโครซอฟท์แพลนเนอร์	ระบบแสดงหน้าสรุปความคืบหน้างานบนไมโครซอฟท์แพลนเนอร์	ระบบสร้างไฟล์ calendar.ics ไว้บนลิงก์เว็บเบราว์เซอร์
ข้อยกเว้นที่ไม่สามารถใช้งานได้	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้ใช้เป็นสมาชิกห้องวิจัยแต่ยังไม่ได้ลงทะเบียน - ผู้ใช้ไม่ใช่สมาชิกห้องวิจัย - ระบบทำงานผิดพลาด 				

เมื่อนำรายละเอียดกรณีใช้งานจากตารางที่ 3 มาลำดับเหตุการณ์การเข้าใช้งานระบบ โดยเริ่มตั้งแต่การเริ่มสนทนากับระบบอัตโนมัติด้วยการทักทาย จากนั้นจึงเลือกใช้งานหัวข้อลงทะเบียน เพื่อส่งข้อมูลอีเมลส่วนตัวในระบบของมหาวิทยาลัย และเฟซบุ๊กไปไฟล์ให้ระบบเก็บลงฐานข้อมูล สำหรับการเข้าใช้งานหัวข้อเมนู ระบบจะทำการตรวจสอบสถานะสมาชิกห้องวิจัยก่อน จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกรับข้อมูลต่างๆ ของโครงการผ่านการเลือกใช้งานเมนูดังภาพที่ 3



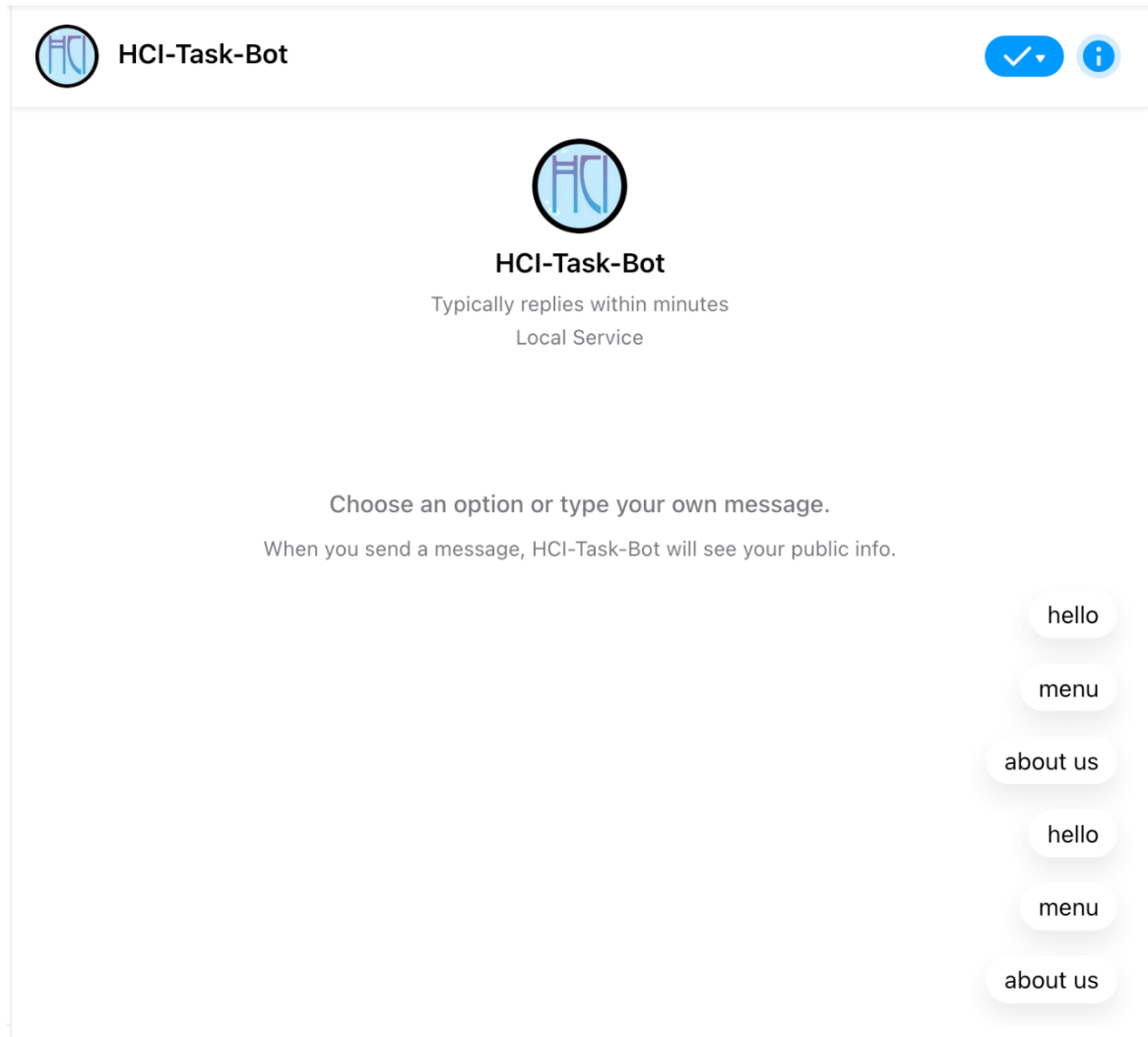
ภาพที่ 3 ลำดับเหตุการณ์เมื่อเข้าใช้งานระบบ

4. ผลการดำเนินการ

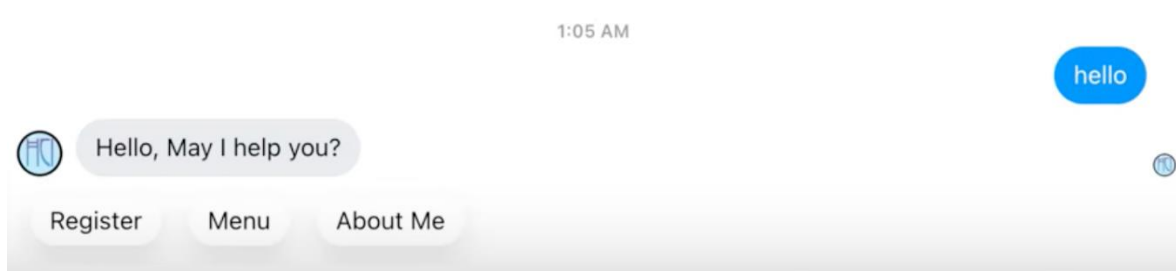
ผลการดำเนินการจะกล่าวถึง ผลการพัฒนาต้นแบบระบบอัตโนมัติในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อติดตามความคืบหน้าของโครงการโดยใช้แนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ดังกล่าวมาแล้ว

4.1 ผลการพัฒนาต้นแบบระบบอัตโนมัติในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อติดตามความคืบหน้าของโครงการ

เมื่อพัฒนาต้นแบบระบบตามแผนภาพข้างต้นแล้ว ได้ผลดังต่อไปนี้คือ เมื่อผู้ใช้งานระบบเข้าสู่แผง HCI-Task-Bot จะพบข้อความต้นแบบเพื่อเริ่มต้นบทสนทนาดังภาพที่ 4 และเมื่อผู้ใช้เลือกข้อความตัวอย่าง ระบบจะตอบกลับเป็นเมนูลงทะเบียนให้ผู้ใช้เริ่มต้นใช้งานดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 การเริ่มต้นบทสนทนาของระบบโต้ตอบอัตโนมัติ



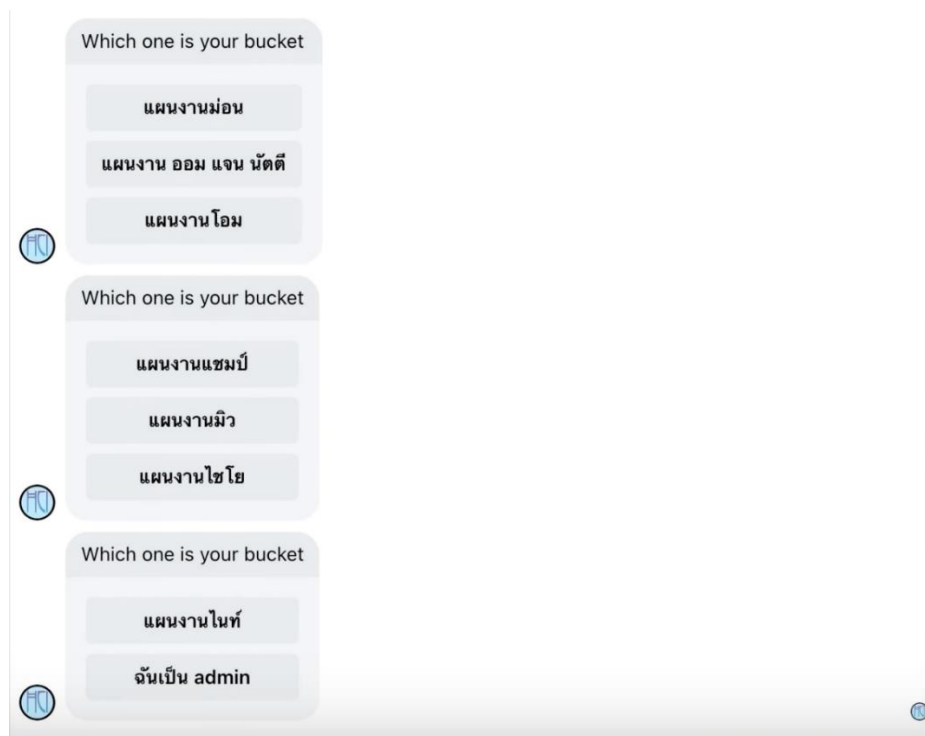
ภาพที่ 5 การโต้ตอบอัตโนมัติจากการเลือกข้อความตัวอย่าง

เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูลงทะเบียน ระบบจะถามอีเมลของมหาวิทยาลัยซึ่งผู้ใช้ใช้ในการลงชื่อเข้าใช้ไมโครซอฟท์แพลตฟอร์มเนอร์ของมหาวิทยาลัยดังภาพที่ 6



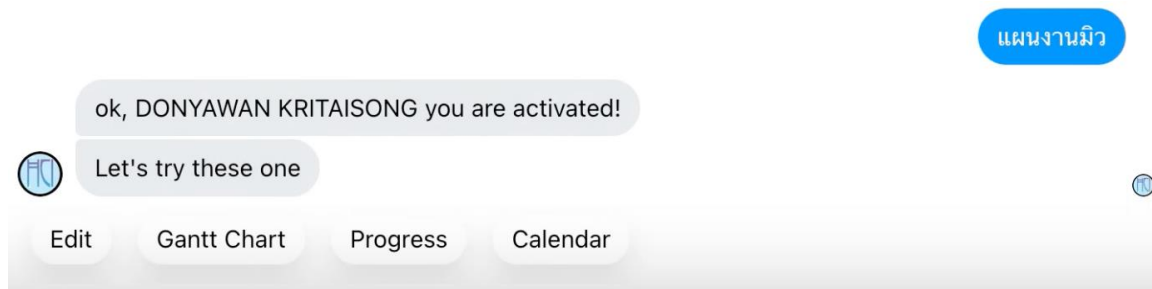
ภาพที่ 6 การเลือกเมนู Register

เมื่อได้รับอีเมลของมหาวิทยาลัย ระบบจะทำการตรวจสอบว่ามีอีเมลนั้นในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าหากมีระบบจะส่งข้อความที่มีปุ่มแสดงแผนงานของนักศึกษาประจำห้องวิจัยให้ผู้เลือกใช้ดีกว่าแผนงานของตนเองคือแผนงานติดตั้งภาพที่ 7



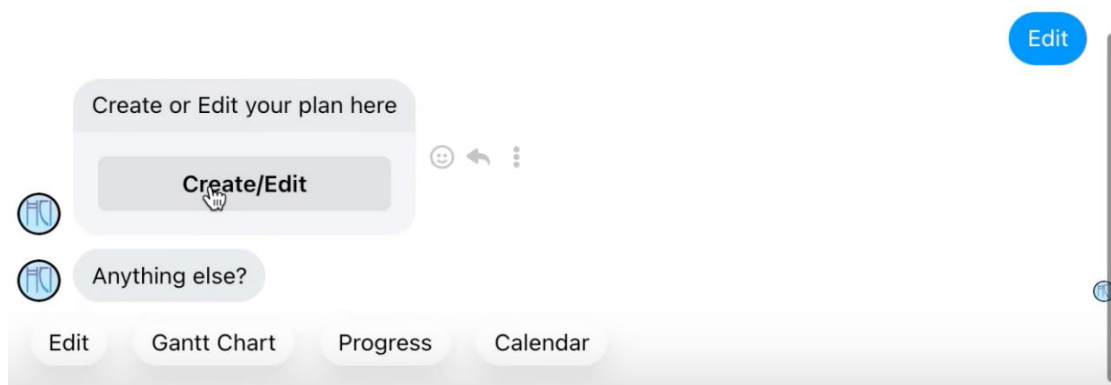
ภาพที่ 7 การตอบกลับให้ผู้ใช้เลือก Bucket ของตนเอง

เมื่อผู้ใช้เลือกแผนงานแล้ว ระบบจะทำการจัดเก็บรหัสของแผนงานลงฐานข้อมูลพร้อมกับสถานะการลงทะเบียนของผู้ใช้เป็นลงทะเบียนสำเร็จ แล้วจึงแจ้งผู้ช่วยชื่อที่ลงทะเบียนในไมโครซอฟท์แพลตฟอร์มว่าลงทะเบียนสำเร็จ หลังจากนั้นจึงส่งเมนูการใช้งานสำหรับสมาชิกให้ผู้ใช้เลือกตั้งภาพที่ 8



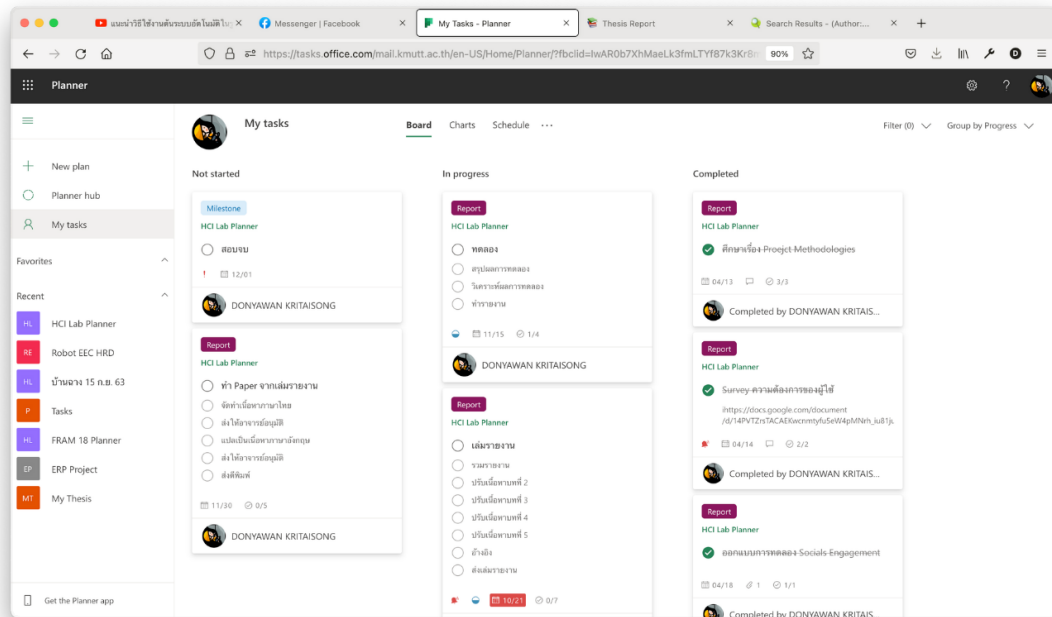
ภาพที่ 8 ผลการลงทะเบียนสำเร็จ

หากผู้ใช้เลือกเมนู Edit เพื่อสร้างหรือแก้ไขแผนงาน ระบบจะส่งข้อความที่มีปุ่มแสดงคำว่า Create/Edit ดังภาพที่ 9



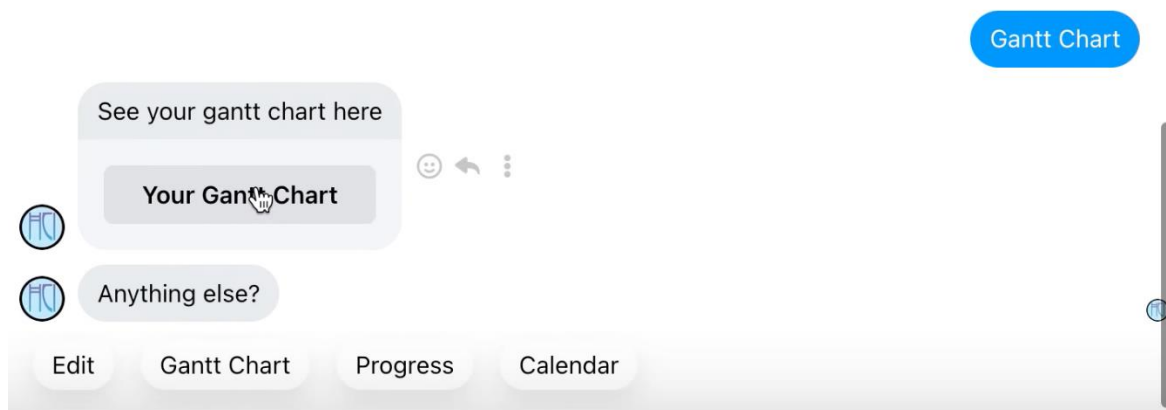
ภาพที่ 9 การโต้ตอบเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูแก้ไขแผนงาน

เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Create/Edit และในเว็บเบราว์เซอร์นั้นมีการลงชื่อเข้าสู่ไมโครซอฟท์แพลตฟอร์มแล้ว หลังจากนั้นระบบจะนำผู้ใช้เข้าสู่หน้ากระดานงานในไมโครซอฟท์แพลตฟอร์มดังภาพที่ 10



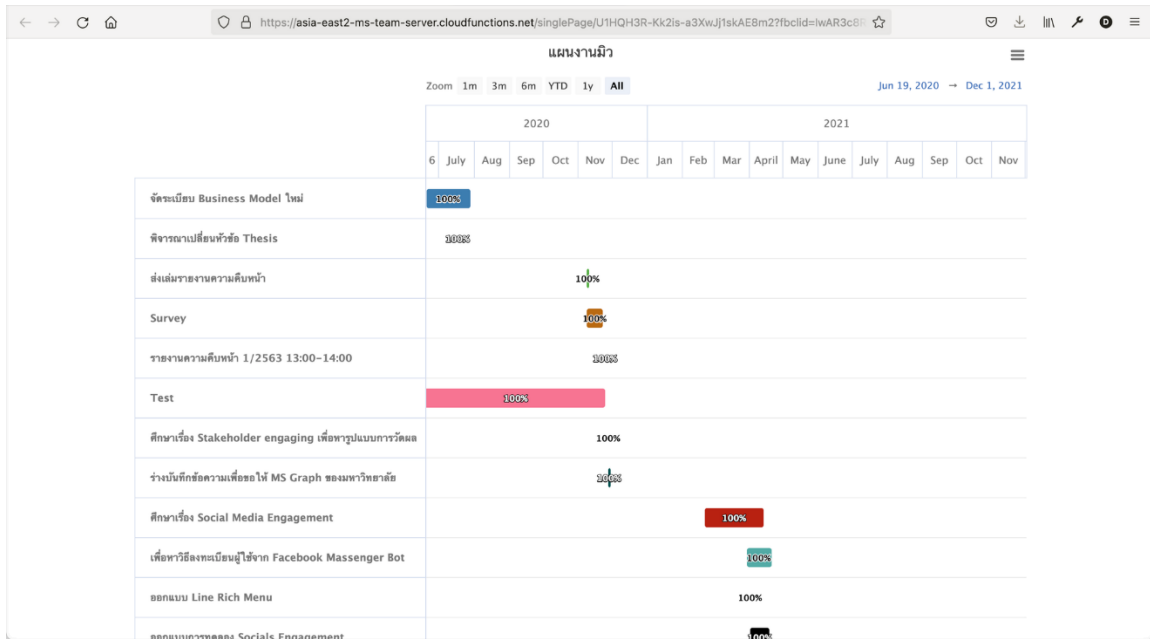
ภาพที่ 10 หน้ากระดานงานบนไมโครซอฟท์แพลตฟอร์มเพื่อให้ผู้ใช้รับแก้แผนงาน

หากผู้ใช้เลือกเมนูแกนต์ชาร์ตเพื่อดูแผนงานในภาพรวม ระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการจะแสดงปุ่ม Your Gantt Chart เมื่อผู้ใช้กดเข้าไปจะพบกับเว็บไซต์ซึ่งมีแกนต์ชาร์ตที่สร้างจากงานของผู้ใช้ในไมโครซอฟท์แพลตฟอร์มปรากฏอยู่ดังภาพที่ 11



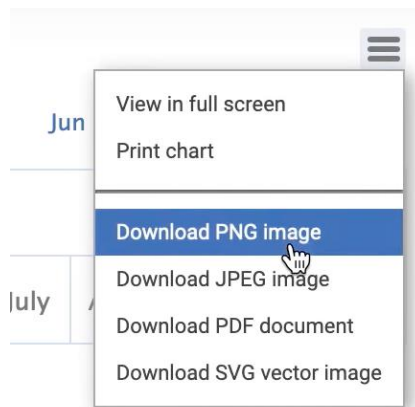
ภาพที่ 11 การโต้ตอบเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูแกนต์ชาร์ต

เมื่อผู้ใช้งานปุ่ม Your Gantt Chart ระบบจะเปิดหน้าเว็บไซต์ที่มีแกนต์ชาร์ตของผู้ใช้ปรากฏอยู่ดังภาพที่ 12



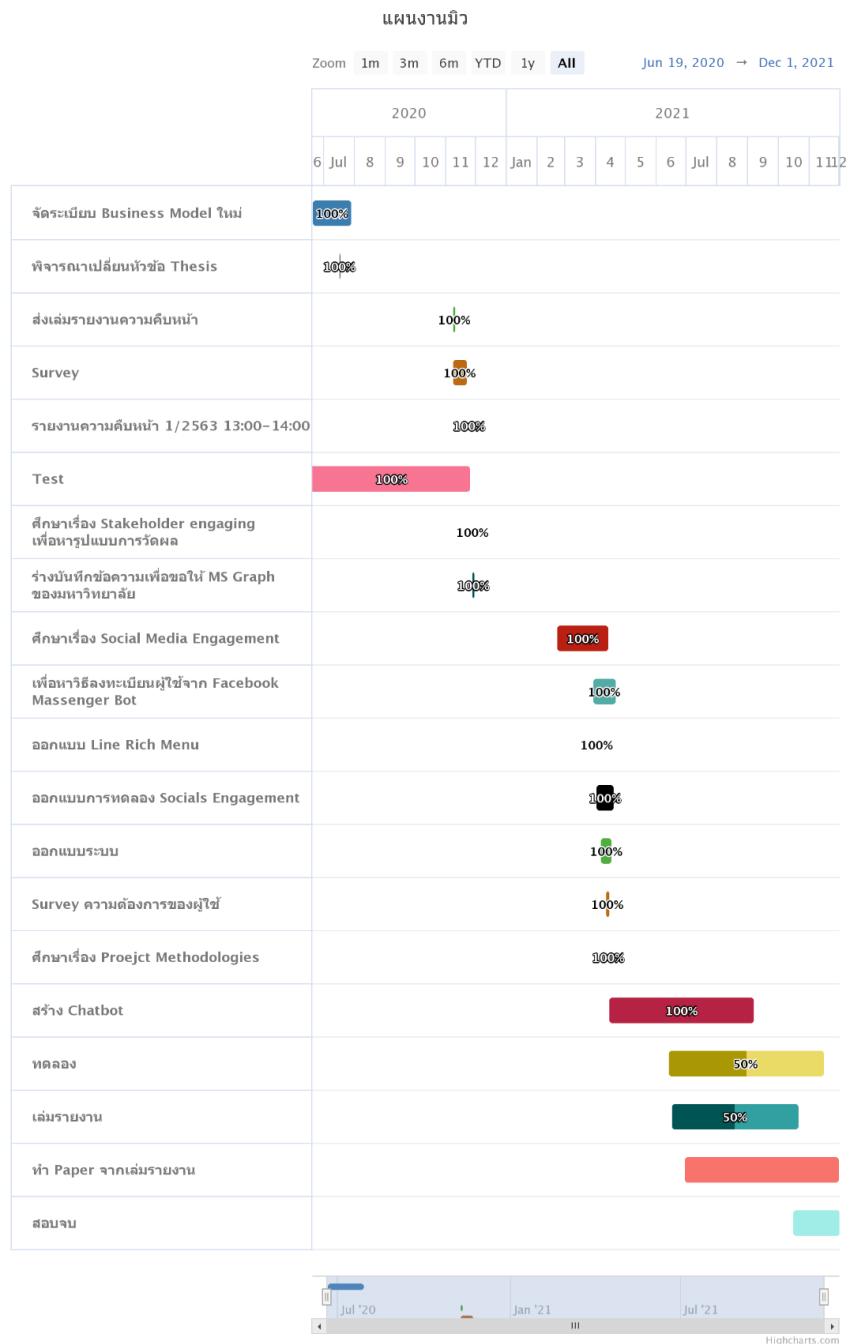
ภาพที่ 12 ผลเว็บไซต์เมื่อผู้ใช้งานคลิกที่ปุ่ม Your Gantt Chart

ซึ่งหากผู้ใช้งานแถบด้านบนมุมมองจะสามารถดาวน์โหลดแกนต์ชาร์ตมาใช้งานได้ดังภาพที่ 13



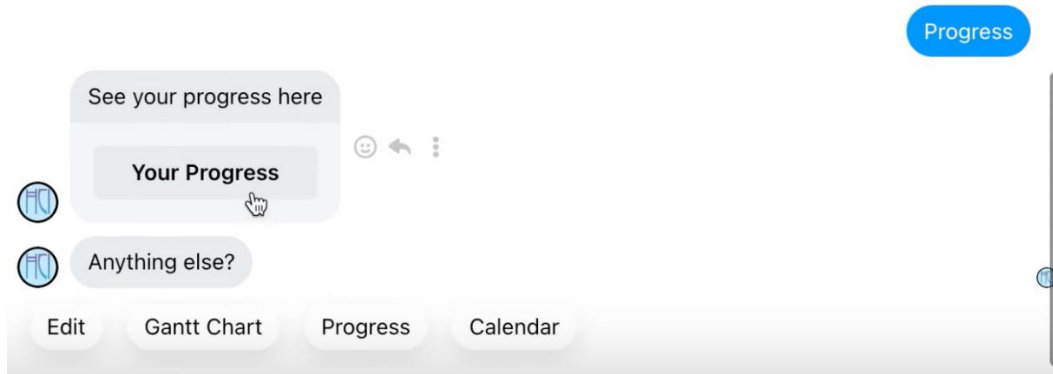
ภาพที่ 13 เมนูดาวน์โหลดในเว็บไซต์แสดงแกนต์ชาร์ต

เมื่อดาวน์โหลดแล้วจะได้ไฟล์ภาพของแกนต์ชาร์ตทั้งหมดของผู้ใช้งานดังภาพที่ 14



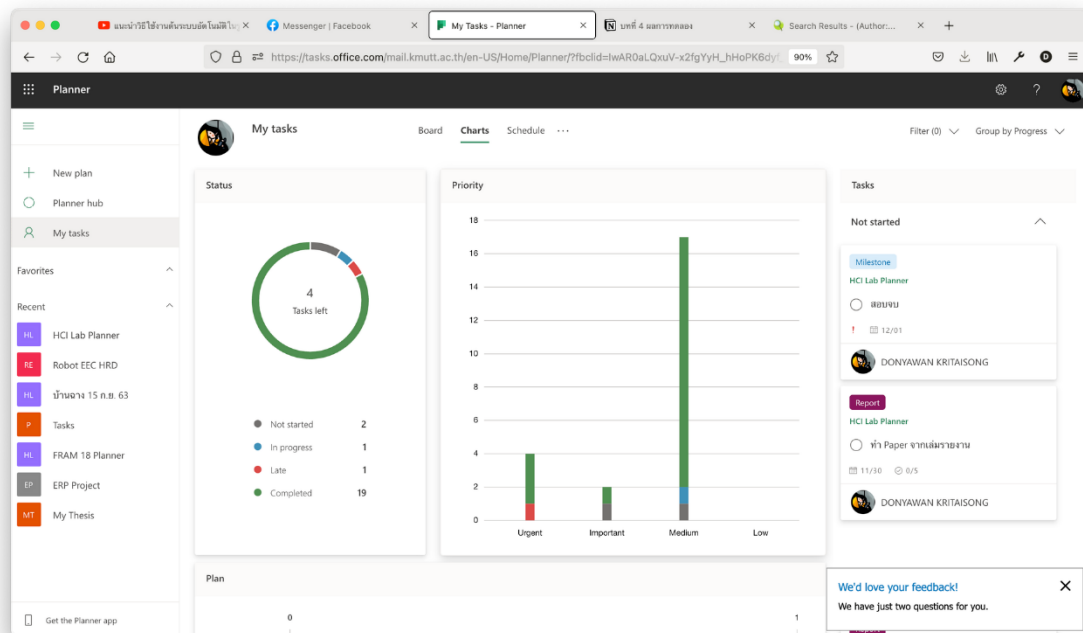
ภาพที่ 14 ภาพแกนต์ชาร์ตที่ผู้ใช้กดดาวน์โหลด

หากผู้ใช้เลือกเมนู Progress เพื่อติดตามความคืบหน้าของงาน ระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการจะแสดงปุ่ม Your Progress ให้ หากผู้ใช้กดปุ่มดังกล่าว ระบบจะพาผู้ใช้เข้าสู่หน้าแผนภูมิของไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 การโต้ตอบเมื่อผู้ใช้เลือกเมนู Progress

เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Your Progress ระบบจะนำผู้ใช้เข้าสู่หน้าระบบติดตามความคืบหน้าของแผนงานดังภาพที่ 16



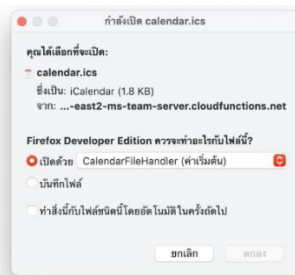
ภาพที่ 16 หน้าติดตามความคืบหน้าแผนงานบนไมโครซอฟท์แพลนเนอร์

หากผู้ใช้เลือกเมนูปฏิทินเพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้งาน ระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการจะแสดงปุ่ม Your Calendar ซึ่งหากผู้ใช้กดปุ่มนั้น ระบบจะสร้างไฟล์ปฏิทินเพื่อให้ผู้ใช้งานดาวน์โหลดผ่านที่อยู่ของเว็บไซต์ดังภาพที่ 17



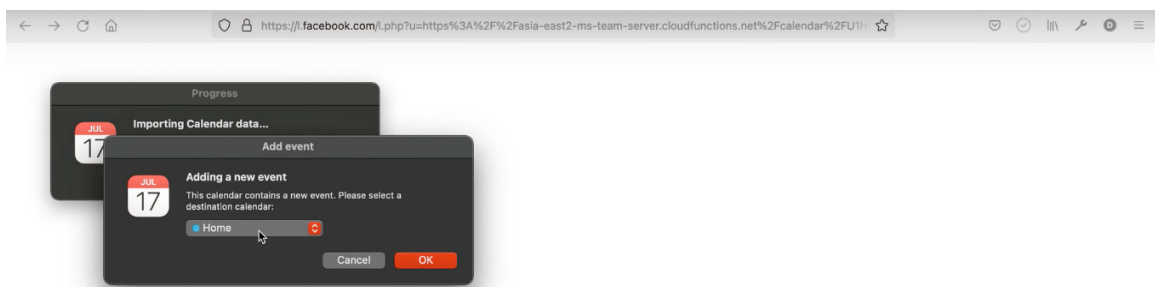
ภาพที่ 17 การโต้ตอบของระบบเมื่อผู้ใช้กดเลือก Calendar

เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Your Calendar ระบบเปิดเว็บเบราว์เซอร์เพื่อดาวน์โหลดไฟล์ calendar.ics ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การดาวน์โหลดปฏิทินเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Your Calendar

เมื่อผู้ใช้ทำการเปิดไฟล์ โปรแกรมปฏิทินในเครื่องจะทำการเพิ่มปฏิทินให้ผู้ใช้ดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 การเพิ่มปฏิทินเข้าในปฏิทินส่วนตัวของผู้ใช้งาน

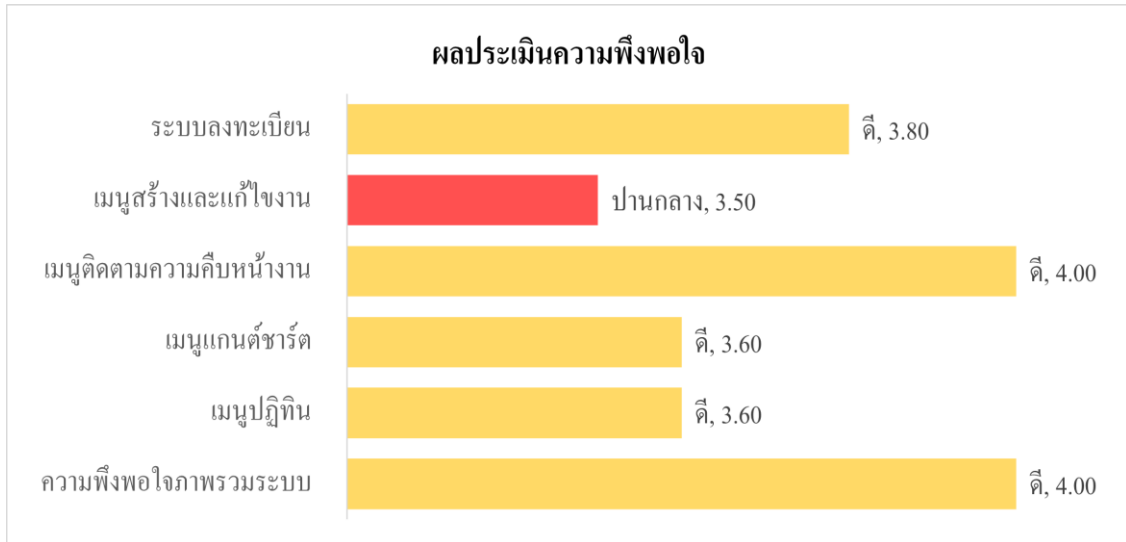
เมื่อผู้ใช้เพิ่มปฏิทินแล้วจะพบงานทั้งหมดในไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ซึ่งจะมีการแจ้งเตือนอัตโนมัติถึง ภาพที่ 20



ภาพที่ 20 ปฏิทินที่มีการเพิ่มงานจากไมโครซอฟท์แพลนเนอร์

4.2 ผลการประเมิน

ผลการประเมินหลังผู้ใช้ได้ชมวิธีการใช้งานผ่านทางวิดีโอสั้นและทดลองใช้งานต้นแบบระบบอัตโนมัติผ่านทางเฟชบุ๊กเมสเซนเจอร์จากนั้นจึงตอบแบบสอบถามโดยนักศึกษาประจำห้องวิจัยและผู้จัดการห้องวิจัยจำนวน 10 ท่าน พบว่าระดับคะแนนจาก 1 ถึง 5 ความสะดวกของระบบการลงทะเบียนได้รับคะแนนเฉลี่ย 3.80 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.14 ความสะดวกของการเข้าถึงการปรับแก้แผนงานผ่านระบบสร้างและแก้ไขแผนงานได้รับคะแนนเฉลี่ย 3.50 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.08 ความสะดวกในการเข้าถึงการติดตามความคืบหน้าผ่านระบบติดตามความคืบหน้าโครงการได้รับคะแนนเฉลี่ย 4.00 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82 ระบบแกนต์ชาร์ต ได้รับคะแนนเฉลี่ย 3.60 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.35 ความสะดวกในการได้รับการแจ้งเตือนผ่านระบบสร้างปฏิทินได้รับคะแนนเฉลี่ย 3.60 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.17 คะแนนความสะดวกในการติดตามความคืบหน้าของระบบโดยรวม ได้รับคะแนนเฉลี่ย 4.00 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.82 สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจ

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการอย่างอัตโนมัติ เพื่อให้สมาชิกห้องวิจัย Human-Computer Interface ของสถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สามารถเข้าใช้งานซอฟต์แวร์วางแผนงานวิทยานิพนธ์ไมโครซอฟท์แพลนเนอร์ผ่านทางโซเชียลมีเดียเฟซบุ๊กเมสเซนเจอร์ซึ่งนักศึกษาใช้งานอยู่เป็นประจำได้สะดวกยิ่งขึ้น ในการทดลองจะทำการสำรวจความต้องการในการใช้งานระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการอย่างอัตโนมัติ โดยให้นักศึกษาสมาชิกห้องวิจัยและผู้จัดการห้องทำแบบสำรวจความคิดเห็นผ่านแบบสอบถาม เกี่ยวกับประสบการณ์การใช้งานไมโครซอฟท์แพลนเนอร์จากนั้นจึงได้ผลการสำรวจคุณสมบัติเพิ่มเติมที่สมาชิกห้องวิจัยต้องการ และผลการสำรวจพบว่าคุณสมบัติเพิ่มเติมของระบบที่สมาชิกห้องวิจัยต้องการคือความสามารถในการแจ้งเตือน ความสามารถในการมองภาพรวมและลำดับงานของโครงการในรูปแบบของแกนต์ชาร์ตและความสามารถในการมองเห็นสถานะงานผ่านกระดานคัมบัง

เมื่อนำความต้องการของสมาชิกห้องวิจัยมากำหนดแนวทางการพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถกำหนดความสามารถหลักของระบบด้วยแผนภาพกรณีใช้งาน ได้ดังนี้ (1) ระบบลงทะเบียน (2) ระบบสร้างและแก้ไขงาน (3) ระบบติดตามความคืบหน้างาน (4) ระบบแกนต์ชาร์ต (5) ระบบปฏิทิน

เมื่อพัฒนาต้นแบบระบบจากแนวทางการพัฒนาระบบเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานจะได้รับชมการสาธิตวิธีการใช้งานระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการผ่านทางวิดีโอสั้น จากนั้นผู้ใช้จะทดลองใช้ระบบ และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลคะแนนที่ได้เป็นดังนี้ ระบบลงทะเบียนได้รับคะแนนอยู่ในระดับดี ระบบสร้างและแก้ไขงานได้รับคะแนนในระดับปานกลาง ระบบได้คะแนนในระดับดี ระบบแกนต์ชาร์ต ได้รับคะแนนในระดับดี ระบบปฏิทินได้รับคะแนนระดับดี และคะแนนโดยรวมของระบบติดตามความคืบหน้าโครงการคือระดับดีสามารถตอบใจทฤษฎีวัตถุประสงค์ของโครงการในการศึกษาเพื่อค้นหาแนวทาง พัฒนาต้นแบบและประเมินซอฟต์แวร์ของระบบติดตามความคืบหน้าของโครงการอย่างอัตโนมัติได้

จากการทดสอบพบว่าระบบติดตามงานอัตโนมัติการเข้าทดสอบมีความซับซ้อน เนื่องจากผู้ทดสอบระบบต้องมีบัญชีนักพัฒนาของเฟซบุ๊ก ต้องได้รับการเชิญให้ทดสอบ และตอบรับการเชิญ จึงจะเข้าทดสอบระบบได้ นอกจากนี้จากผลการทดสอบความพึงพอใจของระบบพบว่าสมาชิกห้องวิจัยมีความความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ระบบมีการตอบสนองช้า เนื่องจากขั้นตอนการลงทะเบียนของเมสเซนเจอร์แพลตฟอร์ม ควรเพิ่มความสวยงามให้กับส่วนประสานงานผู้ใช้ สุดท้ายการแจ้งเตือนกำหนดการต่าง ๆ ควรแจ้งกำหนดการของงานแบบผู้ช่วยส่วนตัวจากโซเชียลมีเดียโดยตรง

สำหรับการพัฒนาเพื่อต่อยอดงานวิจัยนี้อาจต้องพิจารณาเปลี่ยนซอฟต์แวร์ส่วนประสานงานผู้ใช้เป็นซอฟต์แวร์อื่นที่มีคุณสมบัติสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานได้ จากการสำรวจพฤติกรรมการใช้งานซอฟต์แวร์ในชีวิตประจำวันของนักศึกษาในห้องวิจัย HCI และจากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของซอฟต์แวร์จัดการโครงการกับซอฟต์แวร์ในงานวิจัยพบว่าหากต้องการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดแต่สามารถพัฒนาการส่วนเสริมสำหรับเรียกใช้ระบบแกลด์ชาร์ต และคุณสมบัติการแจ้งเตือนได้ควรเลือกซอฟต์แวร์ที่สามารถสร้างระบบตอบข้อความอัตโนมัติได้ โดยที่นักศึกษาทุกคนใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม เช่น ซอฟต์แวร์ไมโครซอฟท์ทีม ซึ่งสามารถพัฒนาส่วนเสริมสำหรับแสดงแกลด์ชาร์ต และการแจ้งเตือนงานโดยใช้บอทเฟรมเวิร์คได้ (Microsoft, 2020j)

บรรณานุกรม

- Facebook. (2021a). Introduction to the Messenger Platform. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2564, จาก <https://developers.facebook.com/docs/messenger-platform/introduction>.
- Facebook. (2021b). Apps. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2564, จาก https://developers.facebook.com/apps/?show_reminder=true.
- G2.com, Inc. (2021). Highest Rated Project Management Software. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2564, จาก https://www.g2.com/categories/project-management?tab=highest_rated.
- Google. (2021a). Create polished forms. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2564, จาก <https://www.google.com/forms/about/>.
- Google. (2021b). ฟังก์ชันระบบคลาวด์สำหรับ Firebase. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2564, จาก <https://firebase.google.com/docs/functions>.
- Google. (2021c). Cloud Firestore. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2564, จาก <https://firebase.google.com/docs/firestore>.
- Rosencrance, L. (2007). Survey: Poor communication causes most IT project failures. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://www.computerworld.com/article/2543770/survey-poor-communication-causes-most-it-project-failures.html>.
- LINE Corporation. (2021). Line Creative. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2564, จาก <https://creative.line.me/blog/46>.
- Microsoft. (2021a). Microsoft Teams. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://www.microsoft.com/th-th/microsoft-teams/group-chat-software/>.
- Microsoft. (2021b). โขลุ่ยชั้นคัมบังของการจัดการงานสำหรับสำหรับทีม | Microsoft Planner. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2564, จาก <https://www.microsoft.com/th-th/microsoft-365/business/task-management-software>.
- Microsoft. (2021c). Microsoft Planner Board Page. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://tasks.office.com/mail.kmutt.ac.th/en-US/Home/Planner/#/plantaskboard?groupId=&planId>.
- Microsoft. (2021d). Microsoft Planner Chart Page. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://tasks.office.com/mail.kmutt.ac.th/en-US/Home/Planner/#/plancharts?groupId=&planId>.
- Microsoft. (2021e). Microsoft Planner Schedule Page. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://tasks.office.com/mail.kmutt.ac.th/en-US/Home/Planner/#/planschedule?groupId=&planId>.
- Microsoft. (2021f). Office365 All Apps. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://www.office.com/apps?auth=2&home=1>.
- Microsoft. (2021g). Overview of Microsoft Graph. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2564, จาก <https://docs.microsoft.com/en-us/graph/overview>.

Microsoft. (2021h). App Registrations. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2564, จาก https://portal.azure.com/#blade/Microsoft_AAD_RegisteredApps/ApplicationsListBlade.

Microsoft. (2021i). Permissions and consent in the Microsoft identity platform. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤศจิกายน 2564, จาก https://docs.microsoft.com/en-us/azure/active-directory/develop/v2-permissions-and-consent?WT.mc_id=Portal-Microsoft_AAD_RegisteredApps.

Microsoft. (2020j). react-teams-send-notification. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2564, จาก <https://github.com/pnp/sp-dev-fx-webparts/tree/master/samples/react-teams-send-notification>.

Yahoo. (2021). Facebook Messenger releases cross-app group chats, further integrating with Instagram. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม 2564, จาก <https://techcrunch.com/2021/09/30/facebook-messenger-releases-cross-app-group-chats-further-integrating-with-instagram/>.