

การพัฒนากระบวนการแสดงผลข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในไลน์การผลิตแบบเรียลไทม์บนรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม

A Realtime Data Visualization Dashboard for a Result of Automation Lines Operation in Production Line Development by the Mixed Reality Technology (MR)

ภวิชัยพร กิจพัฒนาสมบัติ¹, นฤเทพ สุวรรณธาดา², โรโมลด์ โจลิวอท³

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ¹⁻³

Pawitporn Kitpatanasombat¹, Naruetep Suwantada², Romuald Jolivot³

Faculty of Electrical and Computer Engineering, Department of Engineering, Bangkok University¹⁻³

E-mail: pawitporn.kitp@bumail.net¹

E-mail: naruetep.s@bu.ac.th²

E-mail: romuald.j@bu.ac.th³

Received: June 1, 2021; Revised: June 21, 2021; Accepted June 24, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอการพัฒนากระบวนการแสดงผลข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม โดยผู้ใช้งานจะสามารถเข้าถึง ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ ผ่านทางรูปแบบจินตทัศน์ และระบบการสื่อสารด้วยสัญญาณภาพ และเสียงแบบเรียลไทม์บนเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม เพื่อลดระยะเวลาที่ใช้ในการการซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติภายในสายการผลิต โดยได้นำหลักการของ ADDIE model มาเป็นหลักการในการทำวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูล และนำมาวิเคราะห์ปัญหาของอุตสาหกรรมในปัจจุบัน พบว่าในสายการผลิตขาดระบบการตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล และระบบสื่อสารระหว่างทีมซ่อมบำรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติที่รวบรวมอยู่ในที่เดียว ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบการทำงานของระบบ และพัฒนาให้สามารถทำงานได้จริง โดยได้ทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ พร้อมทั้งได้ทำการประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งระบบจะสามารถทำการตั้งค่าการทำงานของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ และนำมาแสดงบนเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม พร้อมกับระบบสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานด้วยสัญญาณภาพ และเสียงผ่านอุปกรณ์แว่นโฮโลเลนส์ ผลการวิจัยจากการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการซ่อมบำรุงพบว่าการพัฒนาระบบ ดังกล่าวสามารถลดระยะเวลาในกระบวนการซ่อมบำรุงได้ 48.97% และผลการประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิดการพัฒนากระบวนการโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 แปรผลได้ในระดับดี สรุปได้ว่าการพัฒนาระบบ สามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการการซ่อมบำรุงและปรับปรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในสายการผลิตได้จริง

คำสำคัญ: จินตทัศน์ เครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ เทคโนโลยีความเป็นจริงผสม

ABSTRACT

This research aims to develop a data visualization dashboard for automation lines development by the mixed reality technology that can decrease the time for the maintenance process in a production line. This research followed the ADDIE model. It started with a series of questions to understand and analyze the problems of the current situation. The problem now was the production line lacks a display unit that gathers all information data and communication system between maintenance teams in a single place. The focus of this work was to develop a system that collects all the data from different systems, processes and then displays them in an informative manner. The system must retrieve the data of the automatic HDD assembly machine and display it using mixed reality technology with the communication system between users with video signals and sound through holographic equipment. The results of the research showed that the analysis of the maintenance process flow chart showed a data visualization dashboard for automation lines development by the mixed reality technology can reduce the maintenance time for 48.97% and the expert evaluation for conceptual framework was at 4.63, the effect was good. It can be concluded that the data visualization dashboard for automation lines development by mixed reality technology. It can reduce the time for the maintenance process in a production line.

KEYWORDS: Visualization, Automatic hard disk assembly, Mixed reality technology

บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ในประเทศไทย เป็นฐานการผลิตที่สำคัญ และถือเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ของโลก โดยมูลค่าการส่งออกฮาร์ดดิสก์สำหรับตลาดองค์กร (Enterprise HDD) ของไทยในปี 2563 สามารถขยายตัวอยู่ที่ 4.75 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ หรือร้อยละ 16.7 จากปี 2562 (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2021)

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ได้มีการนำเทคโนโลยีการผลิตอัตโนมัติมาใช้ในสายการผลิต และมีเป้าหมายที่จะพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเข้าสู่อุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมที่มุ่งเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมในอนาคตให้เกิดกระบวนการผลิตที่ชาญฉลาดมากขึ้น (Keliang Zhou, Taigang Liu, Lifeng Zhou, 2015) การนำ

เทคโนโลยีเข้ามาพัฒนาและแก้ไขปัญหาจึงเป็นเรื่องสำคัญที่อุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ให้ความสำคัญ

จากการศึกษาพบว่าอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์พบปัญหาในการตรวจสอบข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ เนื่องจากไม่มีเทคโนโลยีเข้ามารองรับ ทำให้วิศวกร และทีมซ่อมบำรุงต้องตรวจสอบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในสายการผลิตด้วยตนเอง ทำให้การซ่อมบำรุงต้องใช้เวลาในการเข้าถึงข้อมูลของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ และใช้เวลาในการประสานงานระหว่างวิศวกร และทีมซ่อมบำรุง ส่งผลให้เกิดความเสียหายในเรื่องระยะเวลาในการซ่อมบำรุง และต้นทุน

จากปัญหาดังกล่าว ทางผู้วิจัยได้เห็นถึงความสำคัญในการลดระยะเวลาในการซ่อมบำรุง

เครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ โดยใช้หลักการของ ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) เนื่องจากเป็นกระบวนการที่ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป (Hüseyin Uzunboylu & Emine Koşucu, 2017) โดย ADDIE Model เป็นหลักกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาอย่างเป็นระบบที่สามารถนำมาใช้ผ่านกระบวนการวางแผน และดำเนินการ โดยแบ่งกระบวนการทำงานเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์, การออกแบบ, การพัฒนา, การดำเนินการ และการประเมินผล (Christine Peterson, 2003) ในการศึกษากระบวนการทำงานเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ และสาเหตุที่มีผลต่อระยะเวลาในการซ่อมบำรุง และนำเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม หรือ Mixed Reality Technology (MR) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ผู้ใช้งานสามารถตอบโต้กับสภาพแวดล้อมที่ผสมผสานระหว่างโลกความเป็นจริง และโลกเสมือนผ่านอุปกรณ์แสดงผลโดยเฉพาะ เช่น แว่นโฮโลเลนส์ (HoloLens) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาในรูปแบบของ HMDs (Head Mounted Displays) โดยมีจุดประสงค์ในการเพิ่มขีดจำกัดของอุปกรณ์ ทำให้ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องใช้มือในการใช้งานอุปกรณ์ (Gabriel Evans, Jack Miller, Mariangely Iglesias Pena, Anastacia MacAllister, Eliot Winer, 2017) ทำให้เทคโนโลยีความเป็นจริงผสมสามารถใช้สำหรับการแสดงข้อมูล และการทำงานร่วมกันระยะไกล (Max Jurascheka, Lennart Bütha, Gerrit Posselta, & Christoph Herrmann, 2018) ร่วมกับการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบจินตทัศน์ หรือการแสดงผลข้อมูลด้วยภาพในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการรับรู้และการตอบสนองของผู้เรียนรู้ (Lewis Richard Gill, 2013) มาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา เพื่อลดระยะเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบการแสดงผลข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสมสำหรับวิศวกร และทีมซ่อมบำรุง

2. เพื่อพัฒนาระบบการสื่อสารแบบเรียลไทม์ด้วยสัญญาณภาพ และเสียงร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสมระหว่างวิศวกร และทีมซ่อมบำรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ

3. เพื่อลดระยะเวลาที่ใช้ในการในกระบวนการซ่อมบำรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ

4. เพื่อลดระยะเวลาที่ใช้ในการหยุดทำงานของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติที่เกิดจากกระบวนการซ่อมบำรุง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ระบบการตรวจสอบข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติแบบเรียลไทม์สำหรับกระบวนการซ่อมบำรุงบนเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม

2. การวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาอย่างรวดเร็วสำหรับการดำเนินการหน้าเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและระบบการโต้ตอบเพื่อปรับปรุงการซ่อมบำรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ

4. ลดข้อผิดพลาดของมนุษย์ ระยะเวลาในการซ่อมบำรุง และระยะที่ใช้ในการหยุดการทำงานเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติที่เกิดจากกระบวนการซ่อมบำรุง

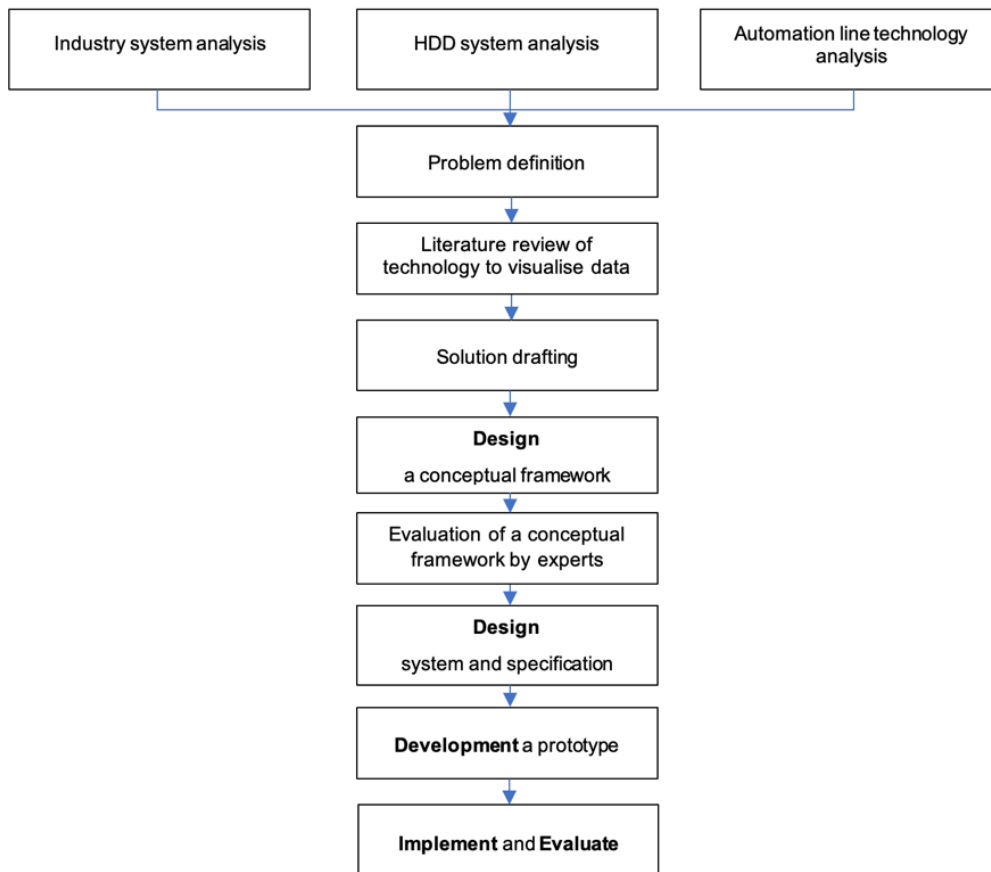
วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้มีวิธีการในการดำเนินการวิจัย ตามหลัก ADDIE model ดังภาพที่ 1 โดยมีขั้นตอนวิธีการดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล ศึกษากระบวนการและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ โดยใช้เครื่องมือแผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการซ่อมบำรุง พบว่าขั้นตอนการซ่อมบำรุงในปัจจุบัน วิศวกร และทีมซ่อมบำรุงต้องตรวจสอบสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในสายการผลิตด้วยตนเอง โดยไม่มีเทคโนโลยีเข้ามารองรับ ส่งผลให้กระบวนการซ่อมบำรุงต้องใช้เวลาในการเข้าถึงข้อมูล และการประสานงานระหว่างวิศวกร และทีมซ่อมบำรุง

2. การศึกษา และวิเคราะห์ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ทำให้สามารถกำหนดวัตถุประสงค์ และแนวทางในการแก้ไขปัญหาของระยะเวลาในการซ่อมบำรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในสายการผลิต โดยนำเทคโนโลยีความเป็นจริงผสมมาเป็นเครื่องมือที่ใช้ใน

การแก้ไขปัญหา โดยแสดงผลข้อมูลในรูปแบบจินตทัศน์โดยมุ่งเน้นในการรับรู้ และการตอบสนองของผู้ใช้งาน โดยเทคโนโลยีความเป็นจริงผสมสามารถรองรับการแสดงผลในรูปแบบจินตทัศน์ได้



ภาพที่ 1 แผนภาพขั้นตอนการวิจัยตามหลัก ADDIE model

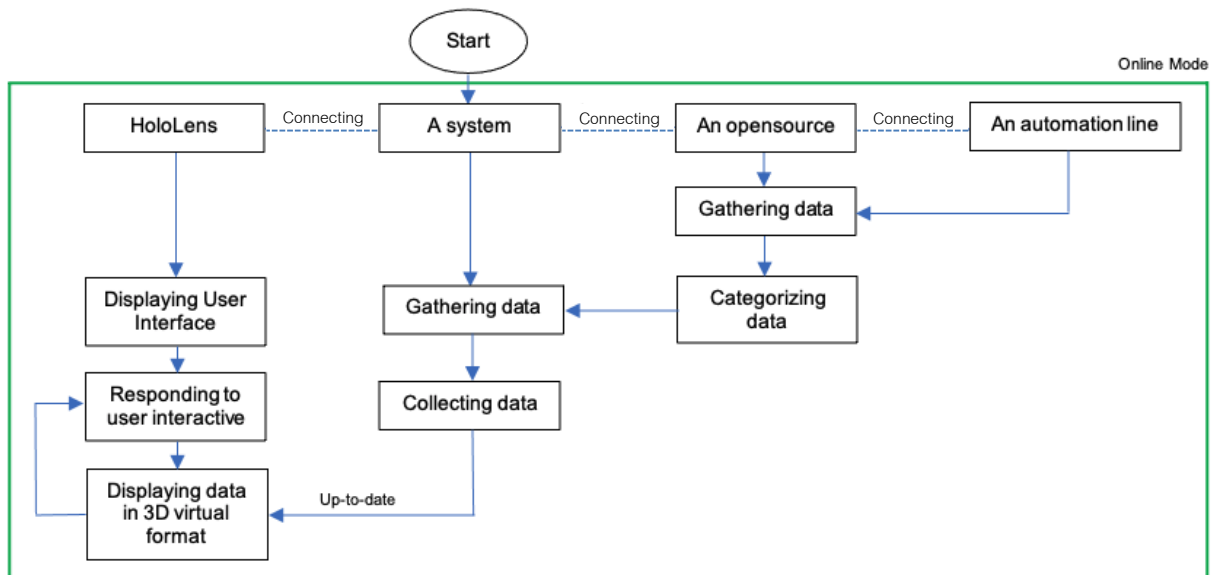
3. การออกแบบกรอบแนวคิดงานวิจัย ดังภาพที่ 2 ปัจจุบันเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติจะส่งข้อมูลการทำงานของเครื่องไปรวบรวม จัดเรียง และบันทึกไว้บนระบบประมวลผลแบบโอเพนซอร์ส ระบบการแสดงผลข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสมจะทำการดึงข้อมูลมาบันทึกไว้บนคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแบบเรียลไทม์ เมื่อผู้ใช้งานสวมใส่แว่นโฮโลเลนส์ และเปิดใช้งานระบบ ระบบจะทำการดึงค่าข้อมูลปัจจุบันที่อยู่บนคอมพิวเตอร์แม่ข่ายมา

แสดงผลบนแว่นโฮโลเลนส์ในรูปแบบ 3 มิติ และตอบสนองต่อการตอบโต้ของผู้ใช้งาน โดยอาศัยการเชื่อมต่อกันระหว่างอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. กรอบแนวคิดงานวิจัยถูกประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญเทคโนโลยี ผู้ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติ ดังนี้ เป็นผู้ที่มีประสบการณ์การในด้านเทคโนโลยีไม่น้อยกว่า 5 ปี และสำเร็จการศึกษาในด้านเทคโนโลยีระดับปริญญาโทขึ้นไป ทั้งหมด 3 ท่าน โดยประเด็นคำถาม มีดังนี้ 1) ด้านความเหมาะสมของส่วนติดต่อผู้ใช้งาน 2) ด้านความเหมาะสมของ

ระบบ 3) ด้านความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ และ 4) ความเหมาะสมในการนำไปใช้จริง พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ ต่างๆ จากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาคความเหมาะสมของต้นแบบการพัฒนา และวิเคราะห์ผลการประเมินตาม Likert scale ซึ่งเป็นมาตรวัดที่ใช้สำหรับแบบสอบถามปลายปิด โดยวัดจากระดับความพอใจหรือเห็นด้วย 5 ระดับ

ตั้งแต่เห็นด้วยที่สุด จนถึงไม่เห็นด้วยที่สุด แล้วนำผลการสอบถามทั้งหมดมาแปลผลหาค่าเฉลี่ย (Dane Bertram, 2007) โดยจากผลการประเมินดังตารางที่ 1 พบว่าผลรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 4.6 เปรียบเทียบตาม Likert scale พบว่าอยู่ระหว่าง 4.5 ถึง 5 เป็นระดับความเหมาะสมสูงสุดของกรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพที่ 2 แผนภาพกรอบแนวคิดการพัฒนาการแสดงผลข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม
ที่มา : Western Digital Storage Technologies Co., Ltd (2564)

5. การออกแบบระบบ และพัฒนาต้นแบบ ดังภาพที่ 3 อ้างอิงจากกรอบแนวคิดงานวิจัย

a. ระบบจะเริ่มต้นด้วยการดึงข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ ประกอบไปด้วย สถานะการทำงาน (Run mode), เลขประจำเครื่อง (Line ID), เวลาการผลิตชิ้นงานภายในหนึ่งรอบกระบวนการ (Cycle time), รอบเวลาของเครื่อง (Machine time), จำนวนชิ้นงานที่สมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ (Pass / Fail) และ อัตราผลผลิตที่ดี (Yield) แบบเรียลไทม์จากระบบประมวลผลแบบโอเพนซอร์ส หรือ ELK stack (Abdelkader Lahmadi, Frédéric Beck, 2015) จะถูกดึงผ่านโค้ดคำสั่งการทำงานแบบอัตโนมัติที่ทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ร่วมกับเครื่องมือ Elasticdump (Alexander Nnakwue, 2020) เพื่อ

ช่วยในการเข้าถึงข้อมูลบน ELK stack และนำมาบันทึกด้วยรูปแบบ JSON ลงบนคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

b. การพัฒนาระบบด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม จะถูกพัฒนานบนโปรแกรม Unity ด้วยภาษา C# และ C++ ที่รองรับการพัฒนาข้ามแพลตฟอร์ม และเพื่อการรองรับการแสดงผลบนแว่นโฮลเลนส์ซึ่งถูกพัฒนาด้วยบริษัทไมโครซอฟท์ (Microsoft) ทำให้การพัฒนาต้องอาศัยระบบปฏิบัติการ Windows10 ควบคู่กับชุดพัฒนาซอฟต์แวร์ หรือ SDK และ Mixed Reality Tool Kit

c. การออกแบบหน้าผู้ใช้งาน (User Interface) จะถูกออกแบบตามหลักคำแนะนำจากทีมนักวิจัย และพัฒนาอุปกรณ์โฮลเลนส์จากไมโครซอฟท์ (Microsoft, 2018) เพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้งานให้ตรงกับความสามารถของอุปกรณ์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการในการทำงาน โดยการ

ออกแบบจะใช้มุมมองที่เกิดจากจอแสดงผลแบบสวมศีรษะ และการแสดงผลด้วยกราฟิก 2 มิติ และ 3 มิติ บนสภาพแวดล้อมจริง ดังภาพที่ 4 และ 5

d. การดึงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์แม่ข่ายมาแสดงผลบนแว่นโฮโลเลนส์แบบเรียลไทม์ จะถูกส่งผ่านส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ หรือ Application Programming Interface (API)

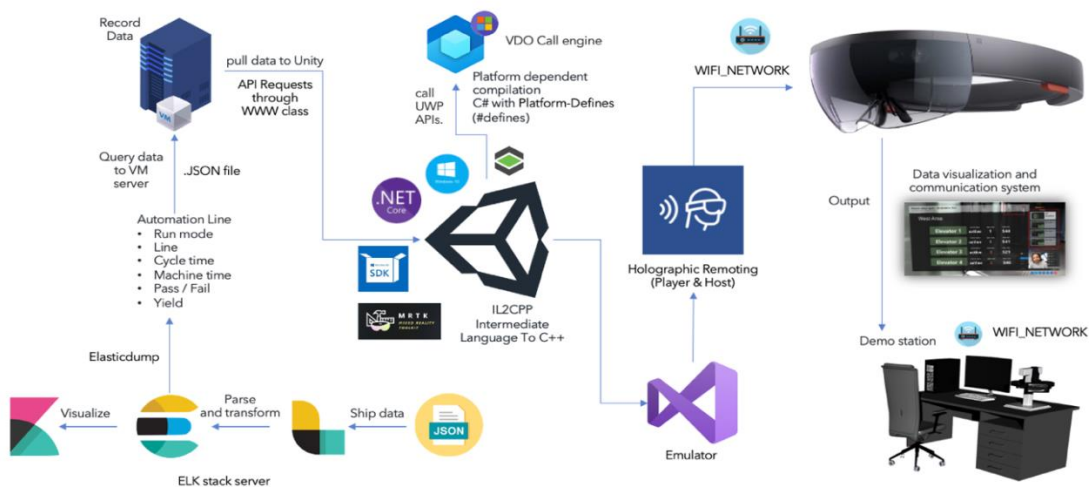
e. การสื่อสารด้วยสัญญาณภาพและเสียงระยะไกลแบบเรียลไทม์ จะพัฒนาในรูปแบบการเรียกใช้ ฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน Remote Assistance ในรูปแบบ In-App หรือ การเรียกใช้งานฟังก์ชันแอปพลิเคชันบนแอปพลิเคชัน คือการเรียกใช้งานฟังก์ชันของแอปพลิเคชันอื่นโดยไม่ต้องออกจากระบบ เพื่อสนับสนุนการใช้งานของผู้ใช้ให้สามารถเข้าถึงฟังก์ชันได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

f. การทำงานแบบเรียลไทม์จะอาศัยการเชื่อมต่อผ่าน อินทราเน็ต (Intranet) หรือระบบ

เครือข่ายภายในองค์กร เพื่อสนับสนุนฟังก์ชันการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายระยะไกล โดยไม่เกิดรั่วไหลของข้อมูล

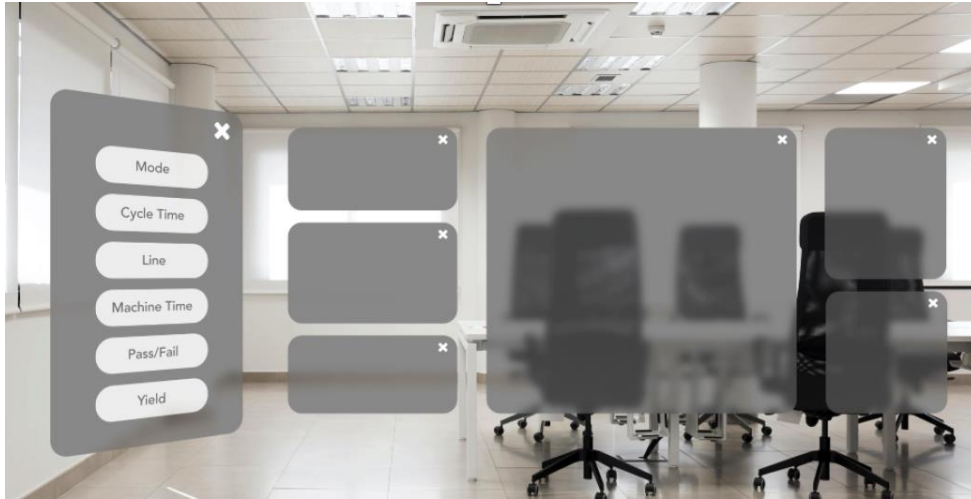
g. ฟังก์ชันงานของระบบจะถูกรวบรวมอยู่บนโปรแกรม Unity และถ่ายทอดออกจากระบบเพื่อติดตั้งสำหรับการใช้งานบนอุปกรณ์แว่นโฮโลเลนส์ ผ่านโปรแกรม Visual Studio ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมจำลองเพื่อทดสอบการใช้งาน และส่งผ่านโปรแกรม Holographic Remoting ที่ต้องติดตั้งบนอุปกรณ์แว่นโฮโลเลนส์ และคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการพัฒนา เพื่อเชื่อมต่อ และรับส่งข้อมูลสำหรับการติดตั้งระบบ

h. เมื่อติดตั้งระบบลงบนอุปกรณ์แว่นโฮโลเลนส์ สำหรับทดสอบต้นแบบงานวิจัย โดยติดตั้งบริเวณการทำงานของทีมซ่อมบำรุงของเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในสายการผลิต และบริเวณห้องทำงานของทีมวิศวกร

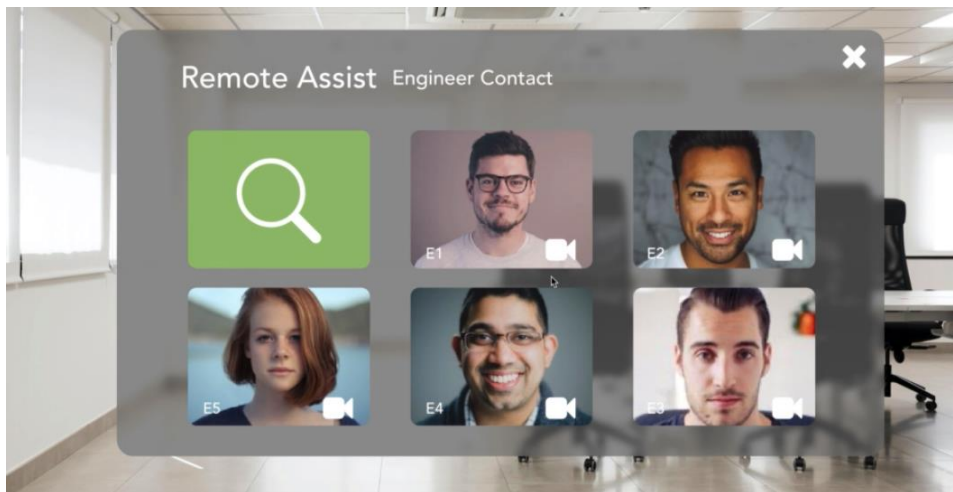


ภาพที่ 3 ภาพรวมการพัฒนาระบบการแสดงผลข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม

ที่มา : Western Digital Storage Technologies Co., Ltd (2564)



ภาพที่ 4 การออกแบบหน้าผู้ใช้งาน

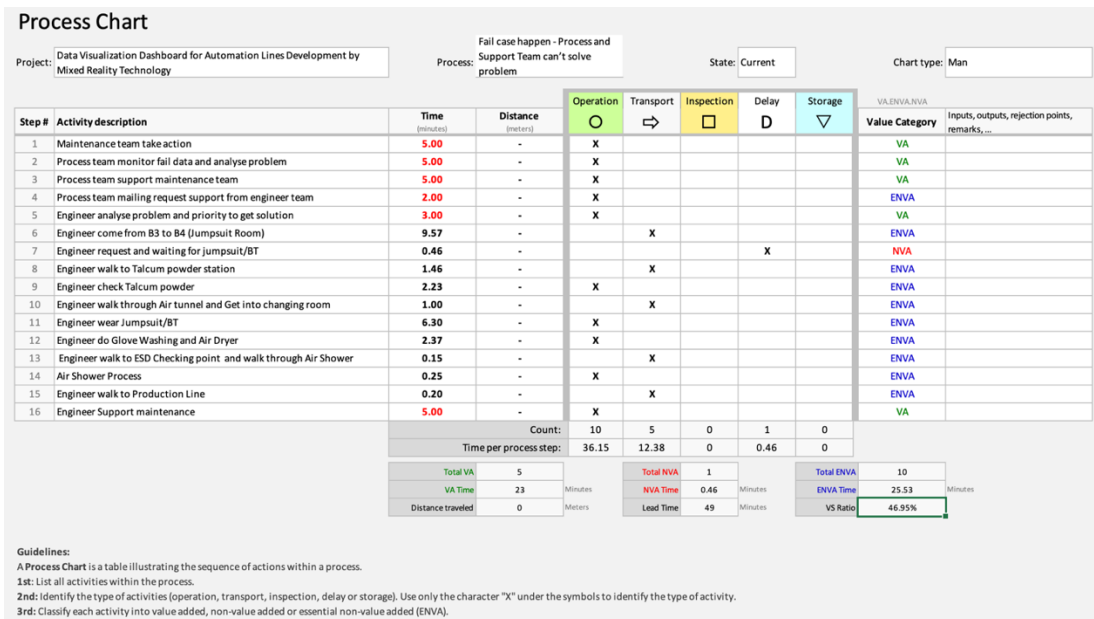


ภาพที่ 5 การออกแบบหน้าผู้ใช้งาน

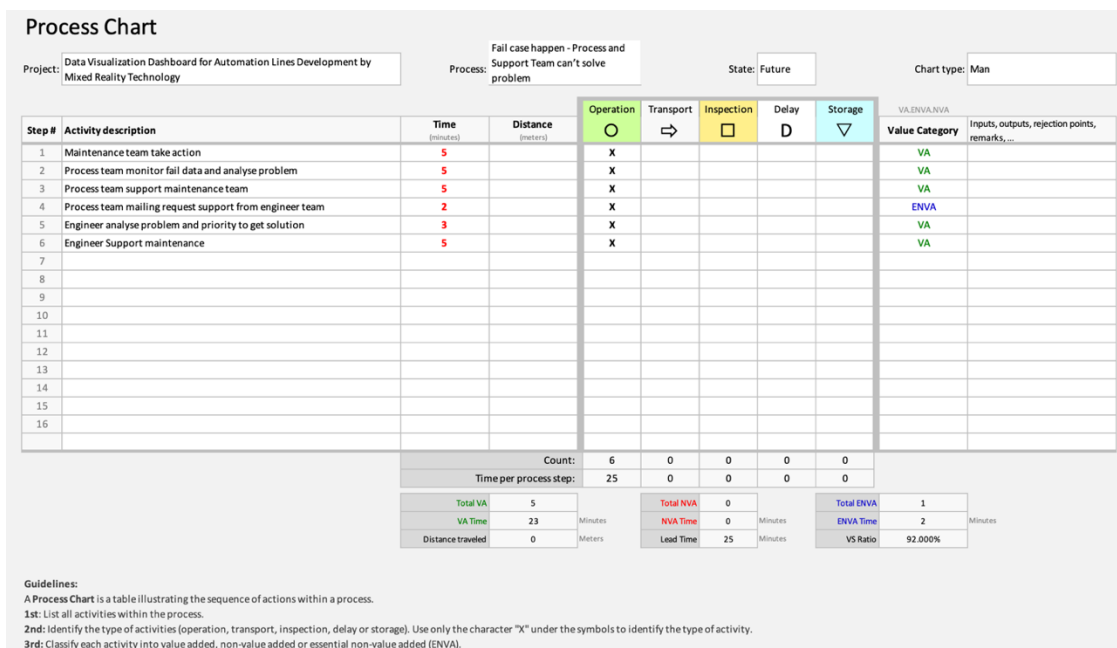
การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ผลการทำงานของระบบโดยการใช้อุปกรณ์แผนภูมิกระบวนการไหล (Process Flow) โดยเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกรายละเอียดของขั้นตอนกระบวนการผลิต โดยใช้สัญลักษณ์มาตรฐาน ในการบันทึกเพื่อให้สามารถมองเห็นกระบวนการได้อย่างชัดเจน (Kulaya

Sriyom, Pichet Chantawee, Suwatchanee Petcharat, 2018) เข้ามาวิเคราะห์ความแตกต่างของกระบวนการซ่อมบำรุงก่อน และหลังการใช้ระบบโดยมีการรวบรวมขั้นตอนซ่อมบำรุงก่อนและหลัง ลงบนแผนภูมิกระบวนการไหล ดังภาพที่ 6 และ 7 และวิเคราะห์ผลลัพธ์การทำงานของต้นแบบระบบ



ภาพที่ 6 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการซ่อมบำรุงปัจจุบัน

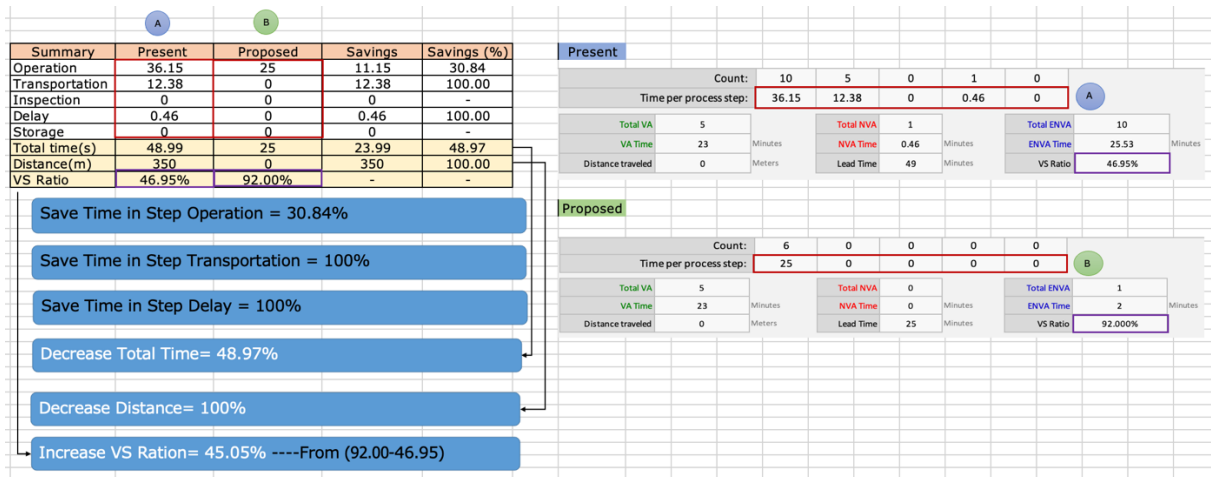


ภาพที่ 7 แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการซ่อมบำรุงหลังมีการนำต้นแบบงานวิจัยมาทดสอบใช้งาน

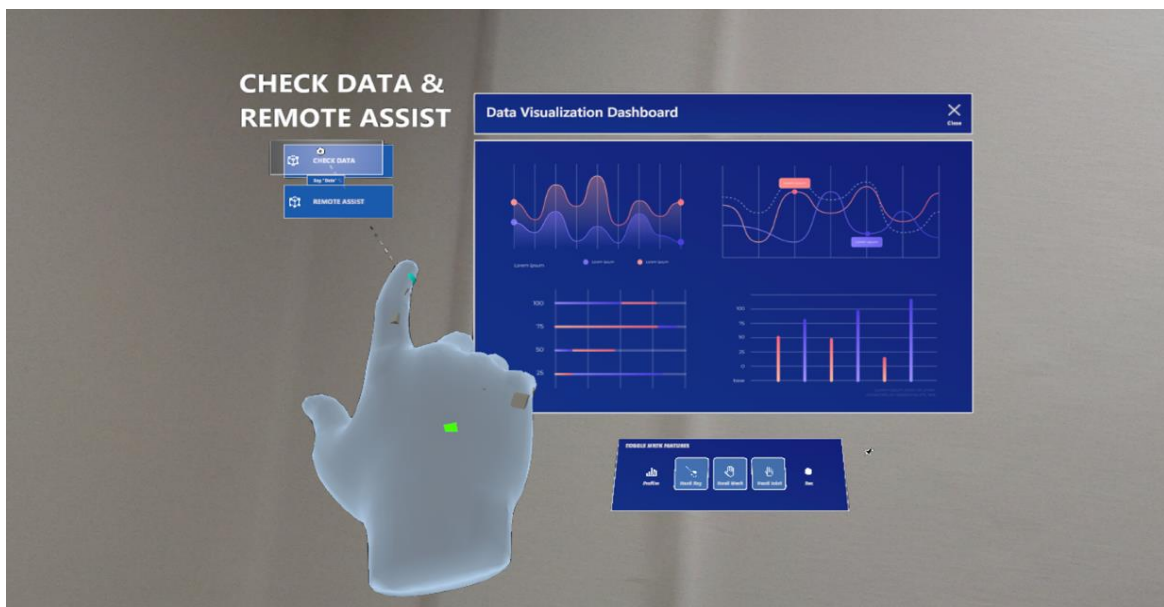
สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหลของกระบวนการซ่อมบำรุง ดังภาพที่ 8 พบว่าระบบการแสดงผลข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม สามารถช่วยลดระยะเวลาในกระบวนการซ่อมบำรุงเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติ ได้ 23.99 นาที คิดเป็น 48.97% หรือลดระยะเวลาได้ร้อยละ 48.97 ต่อการเกิดปัญหาหนึ่งครั้ง การลดเวลาในการ

ซ่อมบำรุงนั้นได้มากจากการลดขั้นตอนที่ 6-15 ดังภาพที่ 6 และ 7 ซึ่งใช้เวลารวม 23.99 นาที โดยการทดแทนด้วยระบบการแสดงผลข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม ดังภาพที่ 9 ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการเดินทางระหว่างอาคารทำงานของทีมวิศวกร และอาคารการผลิต และลดขั้นตอนการปฏิบัติก่อนเข้าบริเวณสายการผลิต หรือ Cleanroom ได้ 100%



ภาพที่ 8 การสรุปผลการวิเคราะห์กระบวนการไหลของกระบวนการซ่อมบำรุง



ภาพที่ 9 ภาพการระบบการแสดงผลข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม

ข้อเสนอแนะ

ระบบการแสดงผลข้อมูลเครื่องประกอบฮาร์ดดิสก์อัตโนมัติในรูปแบบจินตทัศน์ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม พัฒนาเพื่อแสดงผลบนอุปกรณ์โฮโลเลนส์โดยเฉพาะ ในการนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่รองรับเทคโนโลยีความเป็นจริงผสม หรือ Mixed Reality ประเภทอื่น ๆ ยังไม่สามารถรองรับได้ ต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติมสำหรับการรองรับบนอุปกรณ์ที่หลากหลาย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เกิดขึ้นได้ภายใต้ความร่วมมือระหว่างบริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล สตอเรจ เทคโนโลยีส์ (ประเทศไทย) จำกัด และมหาวิทยาลัยกรุงเทพ ภายใต้โครงการการร่วมมือกับสถาบันการศึกษา และสถาบันวิจัยไทยในการบูรณาการเรียนรู้กับการทำงาน และการวิจัยตามสัญญา (Master & Ph.D. Degree Research Development for Contract Research & Work Integrated Education Program with University and Research Institute for HDD Development) ทาง

ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ ทีมงาน และบุคลากรทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุน และมีส่วน

ร่วมไม่ทางใดก็ทางหนึ่งในงานวิจัยนี้ เพื่อให้งานวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2021). *คาดมูลค่าส่งออก Enterprise HDD ปี 64 ขยายตัว 2-5%*. Retrieved June 21, 2021, from <https://www.efinancethai.com/LastestNews/LatestNewsMain.aspx?release=y&ref=M&id=NW1kWWdMbkNpQzQ9>
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou L. (2015). *Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges*. In: 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD).
- Uzunboylu, H., & Koşucu, E. (2017). *Comparison and Evaluation of Seels & Glasgow and ADDIE Instructional Design Model*. In: International Journal of Sciences and Research
- Peterson, C. (2003). Bringing ADDIE to Life: Instructional Design at Its Best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(3): 227-241
- Evans, G., Miller, J., Iglesias Pena, M., MacAllister, A., & Winer. E. (2017). *Evaluating the Microsoft HoloLens through an augmented reality assembly application*. Degraded Environments: Sensing, Processing, and Display
- Juraschek, M., Büth, L., Posselt, G., & Herrmann, C. (2018). *Mixed Reality in Learning Factories*. *Procedia Manufacturing* 23: 153-158
- Gill, L. (2013). *A 3D landscape information model*. A thesis submitted in the University of Sheffield
- Bertram, D. (2007). *Likert Scales*. Academia.edu
- Lahmadi, A., & Beck, F. (2015). *Powering Monitoring Analytics with ELK stack*. 9th International Conference on Autonomous Infrastructure, Management and Security (AIMS 2015)
- Nnakwue, A. (2020). *A practical guide to working with Elasticdump*. Retrieved June 21, 2021, from <https://blog.logrocket.com/a-practical-guide-to-working-with-elasticdump/>
- Microsoft. (2018). *About this design guidance*. Retrieved June 21, 2021, from <https://docs.microsoft.com/th-th/windows/mixed-reality/design/about-this-design-guidance>
- Sriyom, K., Chantawee, P., & Petcharat, S. (2018). The Reduction in the Loss of Rubber Latex Process by Flow Process Chart. *Journal of Industrial Technology: Suan Sunandha Rajabhat University*, 6(2).