

ระบบตรวจสอบสถานที่และให้ข้อมูลเพื่อการทำงานในสายการผลิต

อรวิ หินทอง

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

b4704446@ku.ac.th

สุชมาล กิตติสิน

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

fscismi@ku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อประโยชน์ในการติดตามตัวบุคคลกับสถานที่ต่างๆ เพื่อเป็นทางเลือกใหม่นอกเหนือจากการติดตามแบบเดิม ซึ่งระบบเดิมที่สถานที่ทำงานส่วนใหญ่ใช้นั้นมีวิธีการต่างๆกัน เช่น การติดตามสถานที่ด้วยกล้อง CCTV, การใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือ โดยเทคโนโลยีที่นำมาใช้ระบุเอกลักษณ์ทางบุคคลทางเลือกใหม่นี้ ได้นำ RFID มาใช้ โดยกำหนดเอกลักษณ์ทางบุคคลเป็นระบบฝังตัวกับบัตรพนักงาน ทำหน้าที่เป็น tag ส่งสัญญาณ และมีเสาจับสัญญาณซึ่งใช้คลื่นความถี่สูง (UHF) สามารถอ่านสัญญาณได้ระยะไกลพร้อมทั้งเขียนโปรแกรมควบคุมการอ่านให้สามารถจับสัญญาณจาก tag ไร้ตลอดเวลาเพื่อบันทึกการติดตามและนำข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งสามารถเก็บความสัมพันธ์นี้เป็นข้อมูลจำนวนมากและนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็น สถิติแล้วนำไปประมวลผลจากการติดตามต่อไปได้

Abstract

This project's objective is to discover an alternative mean in order to monitor employees or staff members at workplace. Generally, staff monitoring strategy can be done using CCTV camera or fingerprint scanning. This application is developed for locating staff members using RFID technology. An RFID tag can be embedded on each employee's badge to identify the person. The UHF antenna attached to workplace will track the signals sent from these tags continuously. The developed web-based application also provides the trace reports of officers' whereabouts and the data is also stored in the database for future analysis.

คำสำคัญ

ระบบติดตาม, RFID, พื้นที่, พนักงาน, Client/Server

1. บทนำ

สถานที่ทำงาน มักจะแบ่งพื้นที่ตามการทำงานของพื้นที่นั้นๆ บางพื้นที่ออกแบบเพื่อใช้งานเฉพาะพนักงานที่มีหน้าที่เฉพาะ การทำงานของพื้นที่ วิธีการติดตามสถานที่ที่มีหลายรูปแบบ

แตกต่างกันออกไป เช่น การติดตามตามสถานที่ต่างๆด้วยกล้อง CCTV การใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือ การใช้เครื่องระบุบัตรระบุเวลาการทำงานเพื่อวัดประสิทธิภาพของ การใช้เครื่องถ่ายภาพโทรศัพท์มือถือในองค์กรเพื่อติดตามและมอบหมาย

ระบบใหม่ที่ทำมาสร้างเพื่อพัฒนาการติดตามสถานที่นั้น จะอาศัยเทคโนโลยี RFID เข้ามาใช้ โดยระบบจะติดตามบุคคลในพื้นที่ต่างๆและทำการรายงานผลการติดตามสถานที่นั้นๆลงฐานข้อมูลจากนั้นแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งสามารถเก็บความสัมพันธ์นี้เป็นข้อมูลจำนวนมากและนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็นสถิติแล้วนำไปประมวลผลจากการติดตามต่อไปได้

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

การติดตามพนักงานตามสถานที่ถือเป็นเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งจุดประสงค์ในการติดตามก็มีหลายด้าน ได้แก่

- ด้านความปลอดภัย
- ด้านการวัดประสิทธิภาพของพนักงาน
- ด้านการติดต่อประสานงาน

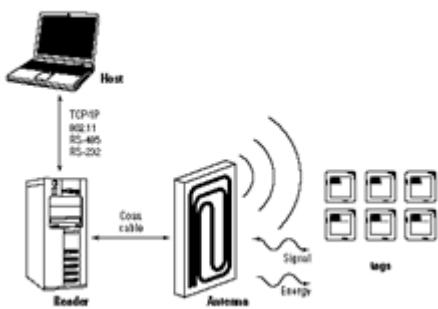
เพราะฉะนั้นการติดตามพนักงานจึงถือได้ว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เนื่องจากส่งผลกระทบต่องานหลายด้าน อีกทั้งในปัจจุบันก็ยังไม่มียุคเทคโนโลยีที่สามารถช่วยให้การติดตามเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพได้ โดยระบบเดิมนั้นแต่ละองค์กรบริษัทมีวิธีการติดตามสถานที่ที่แตกต่างกันออกไป เช่น การติดตามตามสถานที่ต่างๆด้วยกล้อง CCTV ในแง่ระบบรักษาความปลอดภัย ซึ่งต้องอาศัยพนักงานจำนวนมากมอนิเตอร์เพื่อสังเกตการณ์หาสิ่งผิดปกติ การใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือ หรือตรวจผ่านตา เพื่อระบุเอกลักษณ์บุคคลในการใช้งานพื้นที่นั้นๆ การใช้เครื่องระบุบัตรเพื่อระบุเวลาการทำงานของพนักงาน ในการวัดประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน การใช้เครื่องถ่ายภาพ

โทรศัพท์ในองค์กรเพื่อติดตามและมอบหมายงาน ซึ่งการใช้โทรศัพท์ก็ยังไม่สามารถติดตามพนักงานได้ดีนัก เพราะพนักงานอาจจะไม่อยู่ในบริเวณที่เครือข่ายโทรศัพท์ ด้วยข้อบกพร่องของระบบเก่าในการติดตามสถานที่ที่เกิดขึ้นเหล่านี้ จึงมีความสมควรที่จะพัฒนาระบบใหม่ในการติดตามสถานที่ให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า และครอบคลุมประโยชน์ได้ทั้ง 3 ด้านดังที่กล่าวมา

ระบบใหม่ที่ทำกรสร้างเพื่อติดตามสถานที่ให้ดีมากกว่าระบบเดิม จะอาศัยเทคโนโลยี RFID เข้ามาช่วย ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ใช้ระบุตัวตนจากคลื่นความถี่วิทยุ ทำให้สามารถตรวจจับได้ว่าพื้นที่ที่ครอบคลุมมีบุคคลไหนอยู่บ้าง ระบบทำการรายงานผลการติดตามสถานที่นั้นๆลงฐานข้อมูลและแสดงผลให้แก่ผู้ใช้ ซึ่งนอกจากจะมีประโยชน์ในการรายงานผลทันทีในช่วงเวลานั้นแล้ว ยังสามารถเก็บความสัมพันธ์นี้เป็นข้อมูลจำนวนมากและนำมาวิเคราะห์เพื่อเป็นสถิติแล้วนำไปประมวลผลจากการติดตามต่อไปได้ด้วย

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบฉลากที่ได้ถูกพัฒนาเพื่อวัตถุประสงค์หลักในการใช้งานที่ระบบฉลากแบบบาร์โค้ดไม่สามารถใช้งานได้ โดยจุดเด่นของ RFID คือ ความสามารถในการอ่านข้อมูลของฉลากได้โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัส สามารถอ่านค่าได้แม่นยำแม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก และสามารถจะอ่านข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูง



รูปที่ 1 แสดงองค์ประกอบต่างๆของระบบ RFID จาก RFID for Dummies, Wiley Publishing, Inc.

องค์ประกอบในระบบ RFID จะมีหลัก ๆ อยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนแรกคือฉลากหรือป้ายขนาดเล็กที่จะถูกผนึกอยู่กับวัตถุ

ที่ต้องการติดตาม โดยฉลากนี้จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุดังกล่าว ฉลากนี้มีชื่อเรียกว่า ทรานสปอนเดอร์ (Transponder, Transmitter & Responder) หรือ แท็กส์ (Tag) ส่วนที่สองก็คืออุปกรณ์สำหรับอ่านหรือเขียนข้อมูลภายในแท็กส์ มีชื่อเรียกอย่างรวม ๆ ว่า ทรานสซีฟเวอร์ (Transceiver, Transmitter & Receiver) หรือ เครื่องอ่าน (Reader) ทั้งสองส่วนจะสื่อสารกันโดยอาศัยช่องความถี่วิทยุ สัญญาณนี้ผ่านได้ทั้งโลหะและโลหะแต่ละไม่สามารถติดต่อกับเครื่องอ่านให้อ่านได้โดยตรง เมื่อเครื่องอ่านส่งข้อมูลผ่านความถี่วิทยุ แสดงถึงความต้องการข้อมูลที่ถูกระบุไว้จากแท็กส์ แท็กส์จะตอบข้อมูลกลับและเครื่องอ่านจะส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนประมวลผลหลักของคอมพิวเตอร์โดยเครื่องอ่านจะติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านเครือข่าย LAN (Local Area Network) หรือส่งผ่านทางความถี่วิทยุจากทั้งอุปกรณ์มีสายและอุปกรณ์ไร้สาย

4. รายละเอียดการพัฒนา

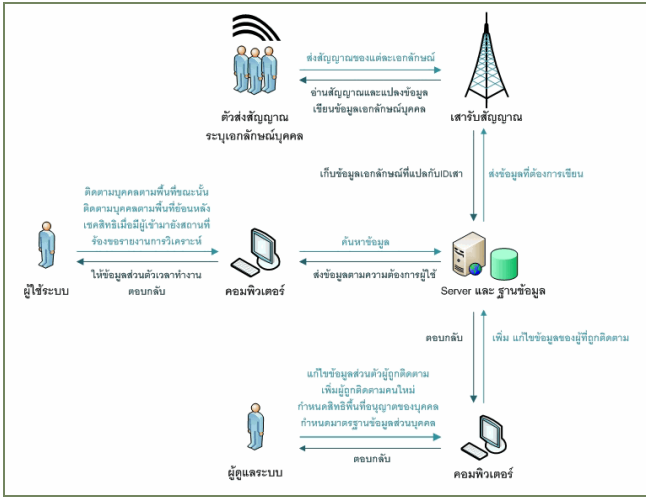
ในการพัฒนาโปรแกรมของระบบนั้น ใช้ IDE ของ Netbean 5.5 โดยใช้ภาษา Java เพื่อสร้าง Application ในการควบคุมเครื่องอ่านสัญญาณ และสร้าง Web Application ในการสื่อสารข้อมูลกับผู้ใช้ ในการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล นำ MySQL มาใช้สร้างเป็นฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งโปรแกรมทั้งหมดถูกพัฒนาขึ้นบนระบบ Microsoft Window XP Service Pack 2

เทคโนโลยี RFID ที่ใช้

Transponder (ตัวส่งสัญญาณ)	Receiver (ตัวรับสัญญาณ)
ใช้ Transponder ประเภท Passive Tag เพราะเป็น Tag ที่มีราคาถูก มีโอกาสใช้ในทางอุตสาหกรรมมากกว่า Active Tag และเป็น Tag ประเภทเขียนได้เพียงครั้งเดียวแต่อ่านได้อิสระ	ใช้ย่านความถี่สูงหรือสูงยิ่ง ซึ่งมีความสามารถในการอ่านพื้นที่ได้ระยะประมาณ 3-5 เมตร ทั้งนี้อยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 433/868/915 MHz

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติเครื่องมือเทคโนโลยี RFID

4.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 2 ภาพรวมระบบ (System Overview)

แยกผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบซึ่งมีรายละเอียดและฟังก์ชันการทำงานแตกต่างกันดังต่อไปนี้

4.1.1. ผู้ใช้ระบบ

เป็นบุคคลทั่วไปที่สามารถใช้งานระบบได้ ได้แก่ พนักงานรักษาความปลอดภัย พนักงานในองค์กร มีฟังก์ชันการทำงานดังนี้

- ค้นหาติดตามบุคคลตามพื้นที่ขณะนั้น
- ค้นหาติดตามบุคคลพื้นที่ย้อนหลัง
- ได้รับการแจ้งเตือนหากเกิดการบุกรุก

4.1.2. ผู้ใช้ระบบขั้นสูง

ได้แก่ ผู้บริหาร ทำหน้าที่ได้เหมือนผู้ระบบทั่วไปทุกประการแต่มีฟังก์ชันพิเศษคือ

- ออกรายงานการวิเคราะห์ (รายงานประจำปี, การตรวจสอบการเข้างาน ออกงาน และการออกนอกพื้นที่ของพนักงานในปกครอง, รายงานกราฟวิเคราะห์สถานที่ต่อบุคคล)

4.1.3. ผู้ดูแลระบบ

เป็นบุคคลที่จัดการระบบ และมีหน้าที่ดังนี้

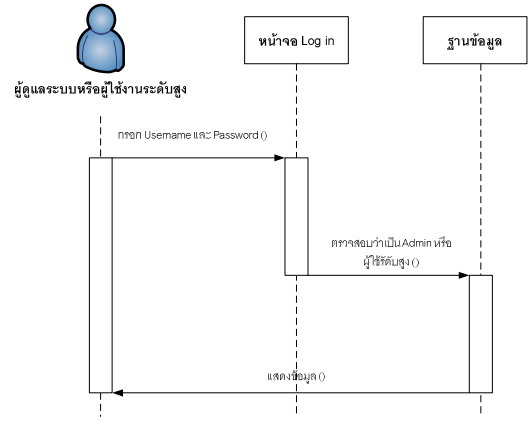
- เพิ่มผู้ถูกติดตามคนใหม่ (เขียนเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลให้แก่ตัวส่งสัญญาณ)
- แก้ไขข้อมูลผู้ถูกติดตาม

- กำหนดสิทธิพื้นที่ที่ได้รับอนุญาตแก่บุคคลที่ได้รับอนุญาตในการเข้าเขตพื้นที่นั้น
- กำหนดมาตรฐานส่วนบุคคล

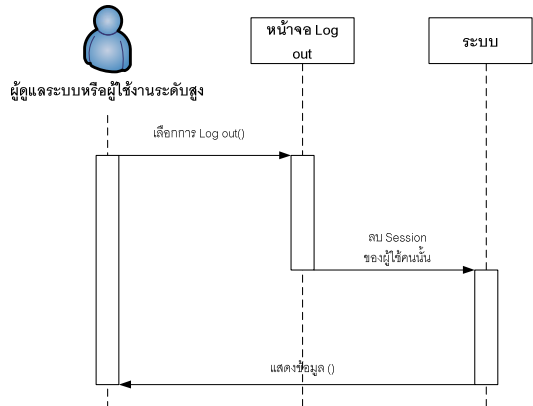
4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากระบบทั้งสามข้างต้น ได้แบ่งขั้นตอนการทำงานที่มีความสัมพันธ์กับหน้าจอและผู้ใช้ ดังไดอะแกรมต่อไปนี้

4.2.1 ซีควเอนไดอะแกรมการตรวจสอบสิทธิการใช้งาน

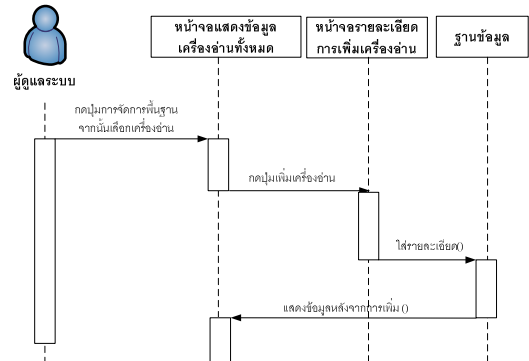


รูป 3 ซีควเอนไดอะแกรมการเข้าระบบ

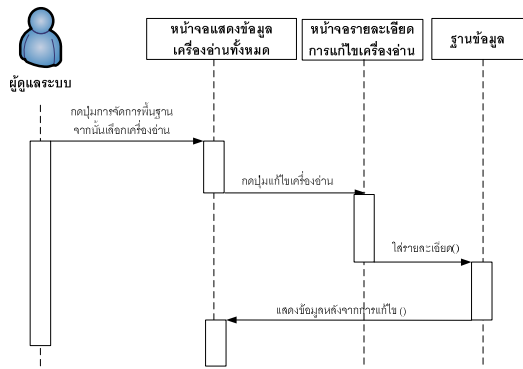


รูป 4 ซีควเอนไดอะแกรมการออกจากระบบ

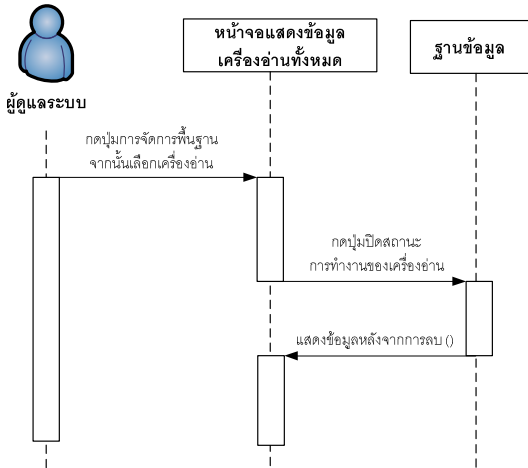
4.2.2 ซีควเอนไดอะแกรมของผู้ดูแลระบบ



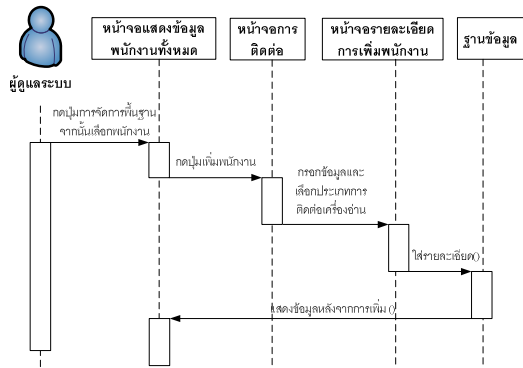
รูป 5 ซีควเอนไดอะแกรมการเพิ่มเครื่องอ่านสัญญาณ



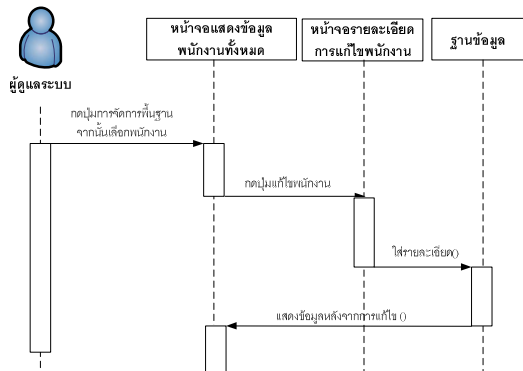
รูป 6 ซีเควนไดอะแกรมการแก้ไขเครื่องอ่านสัญญาณ



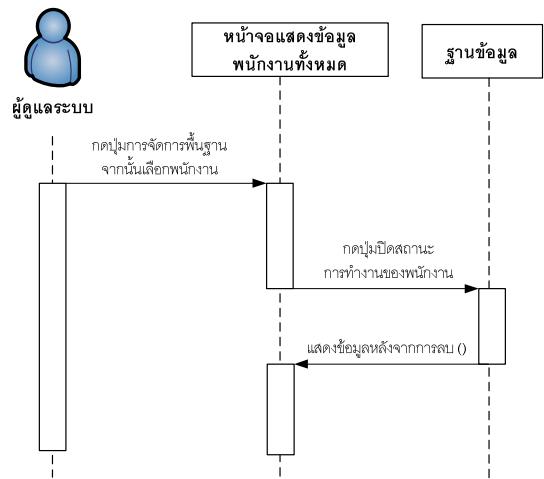
รูป 7 ซีเควนไดอะแกรมการลบเครื่องอ่านสัญญาณ



รูป 8 ซีเควนไดอะแกรมการเพิ่มพนักงาน

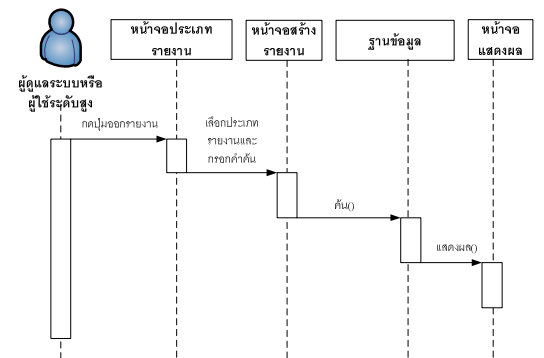


รูป 9 ซีเควนไดอะแกรมการแก้ไขพนักงาน



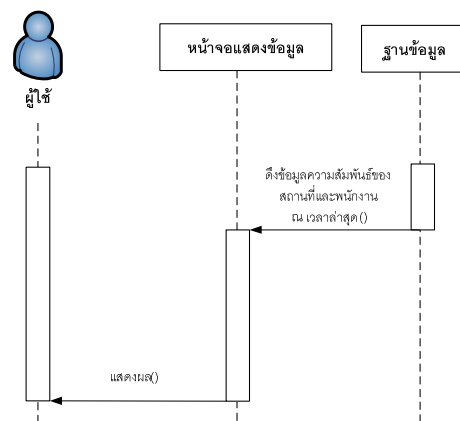
รูป 10 ซีเควนไดอะแกรมการลบพนักงาน

4.2.3 ซีเควนไดอะแกรมของผู้ใช้ระดับสูง

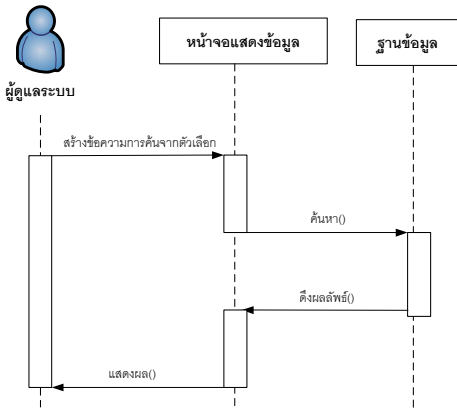


รูป 11 ซีเควนไดอะแกรมส่วนของการสร้างรายงาน

4.2.4 ซีเควนไดอะแกรมผู้ใช้ทั่วไป ผู้ใช้ระดับสูงและผู้ดูแลระบบ



รูป 12 ซีเควนไดอะแกรมส่วนของการรายงานการติดตาม



รูป 13 ซีควเอนโอะแกรมส่วนการค้นหาค่าการติดตาม

4.3 ข้อจำกัดของระบบ

เนื่องจากเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีเป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่ค่อยแพร่หลายในอุตสาหกรรมทั่วไปนักและเป็นสิ่งใหม่ ทำให้บริษัทผู้ผลิตจึงมีไม่หลากหลาย อีกทั้งระบบที่พัฒนาได้เลือกคลื่นความถี่วิทยุให้ช่วงสูง อุปกรณ์ที่ใช้จึงมีราคาค่อนข้างแพง และยังมีประสิทธิภาพในการใช้งานไม่มากนัก ทำให้ระบบยังเกิดข้อผิดพลาดอยู่บ้างในการการอ่านค่าเอกลักษณ์ข้อมูลจาก Tag ของพนักงาน เช่น การอ่านไม่ครอบคลุมพื้นที่ที่ควรควบคุมถึงในระยะ 10 เมตร ตามความสามารถของตัวอ่านประเภทความถี่สูง รวมทั้งมีข้อจำกัดในการควบคุมฮาร์ดแวร์อยู่บ้าง เช่น การบันทึกค่าการอ่านลงบนฐานข้อมูลยังต้องใช้โปรแกรมควบคุมแบบ Local ซึ่งถือว่าไม่ยืดหยุ่นและยังเปลืองทรัพยากร

5. การทดสอบการใช้งาน

หลังจากที่ได้พัฒนาโปรแกรมได้มีการทดสอบในส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ในการอ่านเขียน tag ของเครื่องอ่านสัญญาณ และทดสอบส่วนการแสดงผลการทำงานในการดึงค่าจากการอ่านที่เกิดขึ้นซึ่งเก็บไว้แล้วโดยใช้ฐานข้อมูล นำข้อมูลมาแสดงผลตามความต้องการของผู้ใช้ให้เหมาะสม

5.1 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

ระบบตรวจสอบสถานที่และให้ข้อมูลเพื่อการทำงานในสายการผลิตได้พบปัญหาในแง่ของข้อจำกัดของอุปกรณ์ Hardware ของเทคโนโลยี RFID เนื่องจากระบบที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แต่แรกนั้นได้ตกลงว่าจะใช้คลื่นความถี่สูงยิ่ง ซึ่งจะสามารถตรวจจับความถี่ได้ระยะไกลสุดคือประมาณ 10 เมตร แต่เมื่อนำเครื่องมือมาพัฒนา ปรากฏว่าพบข้อจำกัดของระบบ

ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงแก้ปัญหาโดยทำการเขียนโปรแกรมขึ้นมาอีกโปรแกรมเพื่อใช้ในการจำลองการทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณแทน โดยใช้เพื่อจำลองเครื่องอ่านหลายๆตัว และจำลอง tag ที่ทำหน้าที่ปล่อยคลื่นความถี่โดยมีการทำงานคล้ายกับเครื่องอ่านสัญญาณ RFID ของจริง เพื่อสามารถใช้ในการตรวจสอบระบบแสดงข้อมูลเพื่อการติดตามในส่วนหน้า Web application ได้เสมือนมีผู้ใช้งานหลายคนและมีเครื่องอ่านหลายๆตัว ทำให้โครงการระบบตรวจสอบสถานที่และให้ข้อมูลเพื่อการทำงานในสายการผลิตมีระบบย่อย 3 ระบบคือ

- Application ที่ใช้ในการควบคุมกับ Reader ตัวจริงที่สามารถควบคุมการอ่านค่าจากคลื่นความถี่เอกลักษณ์ของ tag และนำข้อมูลที่อ่านเก็บไว้ยังฐานข้อมูล ซึ่ง Application นี้ต้องเปิดตลอดเวลาการทำงานของเครื่องอ่านสัญญาณ
- Application Simulation ทำหน้าที่จำลองการอ่านของเครื่องอ่านสัญญาณ เพื่อใช้ในการตรวจสอบระบบในการแสดงผลข้อมูล
- Web Application ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลการติดตามเป็นส่วนที่ User สามารถใช้งานได้กับระบบ ไม่ว่าจะเป็นการออกรายงาน การติดตามการแสดงผลจากเครื่องอ่านหรือการกำหนดค่าเบื้องต้นแก่เครื่องอ่าน

6. บทสรุป

ระบบติดตามและให้ข้อมูลทางสายงานการผลิตได้ถูกจัดสร้างขึ้นเพื่อมีจุดประสงค์ในการติดตามหาบุคคลผ่านเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี ซึ่งได้พัฒนาโดยใช้ภาษา JAVA โดยได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology Center) และได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการให้ทุนและสนับสนุนโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี และระบบได้แบ่งฟังก์ชันการทำงานได้ดังต่อไปนี้

1. การติดตาม

ระบบทำการติดตามข้อมูลบุคคลได้ว่าอยู่ในเขตพื้นที่ไหนที่ตัวอ่านสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ถึง โดยระบบจะทำการบอก

ตำแหน่งพื้นที่ล่าสุดของบุคคล รายละเอียดของบุคคลนั้นในการเข้าถึงพื้นที่ และสามารถทำการติดตามค้นหาย้อนหลังได้

2. การจัดการพื้นฐาน

ระบบทำการจัดการพื้นฐานได้ ได้แก่ การจัดการพนักงาน โดยมีการเขียนเอกลักษณ์ข้อมูลลงบน Tag และจัดการรายละเอียดไว้ในฐานข้อมูล การจัดการพื้นที่ มีการเลือกพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับเครื่องอ่าน โดยมีแผนที่แสดงขอบเขตอย่างชัดเจน

3. การออกรายงาน

ระบบทำการออกรายงาน โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เก็บได้จากช่วงเวลาหนึ่งจากฐานข้อมูล ออกเป็นรายงานตามการค้นหาลักษณะที่ต้องการของผู้ใช้งาน

6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

- ควรปรับปรุงวิธีการติดต่อเครื่องอ่านให้มีความยืดหยุ่นมากกว่านี้ เนื่องจากขีดจำกัดทางด้านเวลาและทรัพยากรทำให้ไม่สามารถพัฒนาวิธีการติดต่อได้เท่าที่ควร ระบบนี้จึงมีการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการเครื่องอ่านในลักษณะของเครือข่ายชนิด Local ซึ่งทำให้เบลีงทรัพยากรมาก เพราะเครื่องอ่าน 1 ตัวต้องใช้เครื่องควบคุม 1 เครื่อง
- ควรจะศึกษาการให้ข้อมูลพนักงานเป็นเฉพาะบุคคลได้ เช่น พนักงานสามารถรับข้อมูลได้ทุกที่ โดยใช้เทคโนโลยี RFID เข้าช่วยโดยไม่ต้องใช้ระบบ Log in ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาและเพิ่มความปลอดภัยในการเรียกใช้ข้อมูลส่วนตัว

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (National Electronics and Computer Technology Center) ในการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์เพื่อใช้ในการทดสอบระบบ และค้นคว้าแนวทางการพัฒนาและขอบคุณทุนสนับสนุนจากโครงการให้ทุนและสนับสนุนโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ซึ่งงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการ IRPUS ประจำปี 2550

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิโรจน์ พึ่งพระจิตต์ และ ไสรัตน์ อุณหวรรการ. RFID เทคโนโลยีฉลาดแห่งอนาคต. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2545.
- [2] ประจักษ์กฤษณ์ ชูมี. RFID เทคโนโลยีที่ช่วยเสริมหรือมาแทนบาร์โค้ด. กรุงเทพมหานคร : ส.เอเซียเพรส(1989) , 2544.
- [3] ประชา ตระการศิลป์. การพัฒนาระบบงานไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server Systems Development). จัดพิมพ์โดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- [4] วีรพล พัวพันธ์. เทคโนโลยี RFID. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น , 2545.