

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างและการพัฒนาการสร้างและพัฒนาเครื่องบันทึกและอ่านข้อมูลสิ่งของด้วยRFID สำหรับคนที่มีความบกพร่องทางสายตาผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยจัดเรียงลำดับ ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาพฤติกรรมการสื่อสารของผู้พิการทางสายตาในการใช้ผลิตภัณฑ์
2. การบริการทางเภสัชกรรมสำหรับผู้พิการทางสายตา [11]
3. ปัญหาการใช้ยาในผู้สูงอายุและหลักการใช้ยาในผู้สูงอายุ [12]
4. ผลการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องอ่านฉลากยาฯ ก่อนการทำวิจัย
5. บุคคลที่มีความบกพร่องทางการเห็น
6. เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการประยุกต์ใช้งาน
7. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro controller)
8. โปรแกรม Arduino
9. การวัดความพึงพอใจ
 - 9.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 9.2 วิธีการวัดความพึงพอใจ
 - 9.3 ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์
10. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การศึกษาพฤติกรรมการสื่อสารของผู้พิการทางสายตาในการใช้ผลิตภัณฑ์ [11]

แจคเคอร์ลิน เมอร์คาเตอร์ ได้ศึกษาพฤติกรรมการสื่อสารของผู้พิการทางสายตาในการใช้ผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้พิการทางสายตาโดยส่วนมากจะมีวิธีการสื่อสารในการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยใช้ระบบประสาทสัมผัสมากที่สุด รองลงมาได้แก่การดมกลิ่น ซึ่งผู้พิการทางสายตาส่วนใหญ่จะไม่ค่อยรู้สึกว่าตนเองประสบปัญหาการสื่อสารในการใช้ผลิตภัณฑ์บ่อยนัก โดยปัญหาในการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ประสบปัญหาบ่อยที่สุดคือการหยิบผิด ความผิดปกติทางสายตาย่อมก่อให้เกิดอุปสรรคในการสื่อสารกับผลิตภัณฑ์ทั้งอุปโภคและบริโภค รวมทั้งในด้านการซื้อและการใช้ผลิตภัณฑ์

แต่ด้วยผลิตภัณฑ์ดังกล่าวล้วนแล้วแต่เป็นปัญหาที่ผู้พิการทางสายตาต้องประสบอยู่ตลอดเวลา จนกลายเป็นว่าผู้พิการทางสายตาจะสร้างกลไกในการแก้ปัญหาต่างๆเอง จนรู้สึกวาดตนเองมีปัญหา การสื่อสารกับผลิตภัณฑ์บ้างเท่านั้น เพราะคนเราสามารถจะใช้ວິຈະນະພາສາ ภาษาสัญลักษณ์เพื่อเข้ามาช่วยในการสื่อสารในการใช้ชีวิตประจำวัน

อวัยวะภาษาที่คนตาบอดใช้นั้นมีทั้งการสื่อสารจากรูปร่างของบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันเกิดจากการติดอักษรเบรลล์ที่ภาชนะหรือเกิดจากการทำสัญลักษณ์โดยการใช้หนังยาง การติดสติ๊กเกอร์หรือรอยข่วนของเล็บทำสัญลักษณ์ไว้ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดความสับสนในการใช้เพราะจะเกิดการตีความหรือถอดรหัสจากสารที่ตนเองได้รับ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นตัวอักษรหรือท่าทางเสมอไป

ส่วนผลการวิจัยพฤติกรรมการเปิดรับสื่อของผู้พิการทางสายตาพบว่า สื่อวิทยุคือสื่อที่ผู้พิการทางสายตาเปิดรับมากที่สุด รองลงมาคือสื่อโทรทัศน์ ทั้งนี้เป็นเพราะผู้ที่พิการทางสายตาไม่สามารถมองเห็นได้ จึงมีความสนใจในสื่อโทรทัศน์น้อยกว่าเมื่อเทียบกับคนปกติทั่วไป สื่อบุคคลก็เป็นสื่อที่สำคัญของประชากรผู้พิการทางสายตาก็ไม่น้อยหนึ่ง เพราะผู้สื่อสารและผู้รับสารสามารถซักถามและทำความเข้าใจ และมีปฏิริยาตอบโต้ซึ่งกันและกันได้ทันทีไม่ว่าจะเป็นการรู้จักผลิตภัณฑ์ต่างๆ หรือข้อสงสัยที่ต้องการคำตอบก็แล้วแล้วแต่ต้องใช้สื่อบุคคลทั้งสิ้น ซึ่งบุคคลในที่นี้หากเป็นกลุ่มซึ่งอยู่ในขณะที่ผู้พิการทางสายตาสื่อสารกับผลิตภัณฑ์เพื่อการซื้อซึ่งจะหมายถึงคนขาย บุคคลที่อยู่แวดล้อม ณ จุดขายหรือผู้พาผู้พิการทางสายตาไปซื้อ ซึ่งได้แก่ บุคคลในครอบครัวเป็นส่วนใหญ่ออกมาคือเพื่อน ซึ่งมักจะเป็นผู้พิการทางสายตาด้วยกัน

2. การบริการทางเภสัชกรรมสำหรับผู้พิการทางสายตา [11]

การบริการทางเภสัชกรรมสำหรับผู้พิการทางสายตาในประเทศไทย ได้มีการริเริ่มขึ้นแล้วโดยศูนย์บริการสาธารณสุขของเทศบาลนครปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี ได้มีการทำฉลากยาอักษรเบรลล์เพื่อให้ผู้พิการทางสายตาสามารถอ่านรายละเอียดต่างๆได้ สำหรับฉลากยาอักษรเบรลล์มีลักษณะเหมือนกับฉลากยาทั่วไป ที่บอกชื่อยา สรรพคุณยา วิธีการใช้ยา รวมไปถึงคำเตือนในการใช้ยา โดยยาหนึ่งซองจะติดสติ๊กเกอร์ฉลากยาสองด้าน โดยด้านหน้าเป็นสติ๊กเกอร์ฉลากยาธรรมดาซึ่งคนปกติทั่วไปสามารถอ่านได้ ส่วนด้านหลังติดสติ๊กเกอร์ฉลากยาอักษรเบรลล์ เพื่อให้ผู้พิการทางสายตาสามารถอ่านได้

สำหรับซองยาที่ติดสติ๊กเกอร์ฉลากยาอักษรเบรลล์ขณะนี้ ศูนย์บริการสาธารณสุขของเทศบาลนครปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรีได้มีการจัดทำขึ้น 28 ฉลากชนิดยา ซึ่งเป็นยาที่ใช้ทั่วไป เช่น ยาแก้ปวด แก้ไข แก้อักเสบ ฯลฯ ซึ่งในอนาคตจะทำเพิ่มในส่วนซองยาที่ใช้รักษาเฉพาะโรคส่วนค่าใช้จ่ายนั้นคิดเป็นเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ราคาเครื่องละ 70,000 บาท เมื่อพิมพ์เป็นแผ่นจะตกราคาแผ่นละ 40 บาท แม้ราคาค่อนข้างสูง แต่ถือว่าคุ้มต่อการบริการผู้ป่วยที่พิการทางสายตาให้สามารถใช้จ่ายได้ง่ายและสะดวกขึ้น

3. ปัญหาการใช้ยาในผู้สูงอายุและหลักการใช้ยาในผู้สูงอายุ [12]

3.1 ปัญหาการใช้ยาในผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีปัญหาการใช้ยาหลายขนานและใช้ยาไม่เหมาะสม อีกทั้งยังป่วยเป็นโรคเรื้อรัง และมีความสามารถในการพึ่งพาตนเองน้อยกว่าวัยผู้ใหญ่ ข้อมูลในประเทศสหรัฐอเมริกาสรุปว่า ร้อยละ 90 ของผู้ที่มีอายุเกิน 65 ปี ใช้ยาอย่างน้อย 1 ชนิดต่อสัปดาห์ ในกลุ่มนี้ร้อยละ 44 และ 57 ในเพศชายและเพศหญิงตามลำดับ ใช้ยาอย่างน้อย 5 ชนิด และร้อยละ 12 ของทั้งสองเพศใช้ยา 10 ชนิดขึ้นไปต่อสัปดาห์ จำนวนยาที่มากขึ้นสัมพันธ์กับอายุที่มากขึ้น สิ่งที่มาคือ ผลข้างเคียงจากการใช้ยาและค่ารักษาที่สูงขึ้น โดยสาเหตุที่ผู้สูงอายุมีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาการใช้ยามากกว่าวัยผู้ใหญ่ ได้แก่

1. การเปลี่ยนแปลงทางเภสัชพลศาสตร์
2. ผู้สูงอายุมีกำลังสำรองลดลง จึงมีโอกาสเจ็บป่วยง่ายและรุนแรง
3. ผู้สูงอายุมักมีพยาธิสภาพหลายอย่าง จึงเสี่ยงต่อการใช้ยาหลายขนาน
4. อาการและอาการแสดงไม่ชัดเจนทำให้การวินิจฉัยคลาดเคลื่อนและได้รับการรักษาที่ไม่จำเป็น
5. ปัญหาในการสื่อสารเกี่ยวกับความเจ็บปวดของตน
6. ปัญหาสติปัญญาบกพร่อง ทำให้ไม่เข้าใจการใช้ยาหรือสื่อสารความผิดปกติของตนได้ไม่ถูกต้อง
7. ผู้สูงอายุมักซื้อยากินเอง และมีการใช้ยาสมุนไพรร่วมด้วย
8. แพทย์ที่ดูแล โดยยังมีแพทย์หลายท่าน ผู้สูงอายุก็มีโอกาสใช้ยาหลายขนานมากขึ้น

3.2 หลักการใช้ยาในผู้สูงอายุ

แพทย์ที่ดูแลจำเป็นต้องรู้และเข้าใจหลักการใช้ยาในผู้สูงอายุเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากการใช้ยา และลดผลที่ไม่พึงประสงค์จากยาโดยตรงจากการขาดยาและปฏิกิริยาระหว่างยาโดยประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อพิจารณาภาวะหรือโรคที่ผู้สูงอายุเป็น จำเป็นต้องให้การรักษาเริ่มจากการรักษาโดยไม่ใช้ยาก่อน
2. หากมีความจำเป็นต้องรักษาด้วยการใช้ยา ร่วมด้วย แพทย์ต้องประเมินข้อบ่งชี้ในการให้ยาชนิดนั้นๆ ก่อนว่าผู้ป่วยจะได้รับประโยชน์มากกว่าของเสียจากการใช้ยานั้นๆ โดยแพทย์ต้องมีความรู้ด้านเภสัชพลศาสตร์และเภสัชจลศาสตร์ของยาในผู้สูงอายุแต่ละรายเป็นอย่างดี
3. ขนาดยาเริ่มต้น ควรใช้จากขนาดต่ำกว่าก่อนและค่อยๆ เพิ่มขนาดยาช้าๆ จนได้ขนาดยาต่ำสุดที่มีประสิทธิภาพในการรักษา และควรให้การรักษาด้วยยาที่ละตัวก่อน
4. ควรเลือกยาที่ราคาถูกและมีประสิทธิภาพดีที่สุดก่อน

5. ต้องมีการกำหนดเป้าหมายของการรักษาที่ชัดเจนรวมทั้งแนวทางในการติดตามผลการรักษา และผลไม่พึงประสงค์จากยาและการขาดยา

6. ควรมีการทบทวนยาทุกชนิดและทุกครั้งที่มีผู้ป่วยมาพบแพทย์ ทั้งชนิด จำนวนเม็ดยาที่เหลือว่า ถูกต้องหรือไม่ควรถามถึงยาที่ผู้ป่วยมาพบแพทย์หรือบุคคลอื่นๆ ยาที่ซื้อยาตามร้านขายยารวมถึงสมุนไพร และอาหารเสริม เพราะผู้ป่วยอาจคิดว่าไม่สำคัญจึงไม่ได้แจ้งให้แพทย์ทราบที่สำคัญแพทย์ควรประเมินข้อบ่งใช้ในการให้ยา ผลข้างเคียงและความคุ้มค่าจากการใช้ยา

8. ควรลดยาหรือยาที่ไม่จำเป็น โดยถ้าเป็นยาที่มีโอกาสเก็บผลไม่พึงประสงค์จากการหยุดยาต้องค่อยๆ ลดขนาดยาลงช้าๆ เพื่อป้องกันอาการจากการขาดยา

9. ควรอธิบายให้ผู้ป่วยและผู้ดูแลเข้าใจตรงกันถึงวิธีการบริหารยา โดนเลือกรวิธีการบริหารยาที่ง่าย และสะดวกที่สุดก่อน

4. ผลการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องอ่านฉลากยาฯ ก่อนการทำวิจัย

ทำการสำรวจโดยนำเครื่องอ่านฉลากยาฯ ที่เป็นปัญญาประดิษฐ์ของคุณกฤษณะ ปัทม [10] ได้ทดสอบใช้งาน เพื่อนำข้อมูลหรือข้อคิดเห็นต่างๆ มาพัฒนาเครื่องอ่านฉลากยาฯ ในงานวิจัย ซึ่งผู้พิจารณาทางสายตาต้องการให้พัฒนาดังนี้

1. ต้องการให้เครื่องอ่านฉลากยาฯ มีขนาดเล็กลง
2. ต้องการให้มีปุ่มใช้งานน้อย
3. ต้องการให้เครื่องอ่านฉลากยาฯ ใช้งานแบตเตอรี่แบบไม่ชาร์ต
4. สามารถอ่านฉลากยาได้ทุกประเภท เช่น บาร์โค้ดในห้างสรรพสินค้า
5. สามารถหยุดการให้ข้อมูลยาได้
6. ราคาย่อมเยา
7. มีเสียงเตือนเมื่อเปิดและปิดเครื่อง
8. มีเสียงเตือนเมื่อแบตเตอรี่ใกล้จะหมด

5. บุคคลที่มีความบกพร่องทางการเห็น

ความบกพร่องทางการเห็นนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น

5.1. คนตาบอด (Blind) หมายถึง คนที่สูญเสียการเห็นมากจนต้องเรียนด้วยการอ่านเขียนอักษรเบรลล์ หรือใช้วิธีการฟังเทปหรือแผ่นเสียง หากตรวจวัดความชัดของสายตาค้างดีเมื่อแก้ไขแล้วอยู่ในระดับ 6/60 หรือ 20/200 ลงมาจนถึงบอดสนิท สามารถมองเห็นน้อยกว่า 20 องศา นั่นคือ บุคคลปกติจะสามารถมองเห็นวัตถุใดวัตถุหนึ่งในระยะ 200 ฟุต หรือ 60 เมตร ได้อย่างชัดเจน แต่คนตาบอดจะเห็นวัตถุนั้นในระยะไม่ถึง 20 ฟุตหรือ 6 เมตร

5.2. คนสายตาลีอนราง (Low Vision) หรือ ตาบอดบางส่วน (Partially Blind) หมายถึง คนที่สูญเสียการเห็น แต่ยังสามารถอ่านอักษรตัวพิมพ์ที่ขยายใหญ่ได้ หากตรวจวัดความชัดของสายตาค้างดี เมื่อแก้ไขแล้ว (หลังจากสวมแว่นตา หรือแว่นขยายแล้ว) อยู่ในระดับระหว่าง 6/18 หรือ 20/70 หรือมีลานสายตาแคบกว่า 30 องศา ประเภทของผู้พิการทางสายตา

- พวกที่บอดสนิทโดยกำเนิดหรือบอดภายหลังอายุครบ 5 ขวบ
- ภายหลังมีอายุ 5 ขวบ ไปแล้วจึงบอดสนิท
- พวกที่มองเห็นอย่างลีอนรางมาตั้งแต่กำเนิด
- ตาบอดไม่สนิทโดยกำเนิด
- ตาบอดไม่สนิท แต่ต่อมาเกิดบอดสนิท
- พวกที่พอมองเห็นบ้าง แต่ต่อมาบอดสนิท

5.3 ลักษณะพฤติกรรมทั่วไปของเด็กที่มีความบกพร่องทางการเห็น

เด็กที่มีความบกพร่องทางการเห็นนั้น โดยทั่วไปจะมีพฤติกรรมบางอย่างที่ผู้ปกครองและผู้ที่เกี่ยวข้องจะสามารถสังเกตเห็นได้ไม่ยากนัก สำหรับเด็กตาบอดสนิทนั้นจะสังเกตเห็นได้ง่าย โดยมองที่ตาก็คือพบว่าเด็กคนนั้นเป็นเด็กตาบอด แต่ถ้าเป็นตาบอดใส เราอาจจะต้องใช้วิธีการทดสอบอื่นๆด้วย เช่น อาจจะทำให้เด็กอ่านหนังสือให้ฟัง เมื่อเด็กมองไม่เห็นก็ไม่สามารถจะอ่านได้ อย่างไรก็ตามเด็กที่เห็นลีอนราง หรือเด็กที่มีปัญหาทางสายตาอื่นๆ ซึ่งคุณครูจะทราบได้ก็ต่ออาศัยการสังเกตที่ดวงตา และพฤติกรรมในการมองของเด็ก

เด็กที่มีความบกพร่องทางสายตา โดยทั่วไปจะเคลื่อนไหวช้า ประสาทสัมผัสบางส่วนจะทำงานได้ดีกว่าคนปกติ เช่น ประสาทหู และ ความสามารถด้านความจำ ส่วนสุขภาพโดยทั่วไปจะไม่แตกต่างจากเด็กปกติ รวมทั้งการพูดจาก็จะใช้ภาษาพูดตามปกติ แต่จะเรียนการพูดได้ช้ากว่าเด็กปกติ เด็กตาบอดจะพูดเสียงดัง แต่น้ำเสียงปกติ จะไม่มีการใช้มือประกอบท่าทางการพูด และเวลาพูด จะเขยริมิฝีปากเล็กน้อย

5.3.1 อาการที่บ่งชี้ถึงความผิดปกติของสายตา

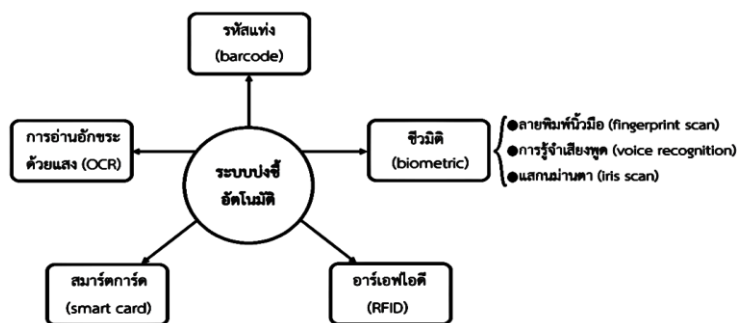
- มีอาการคันตาเรื้อรัง มีน้ำตาคลอ หรือน้ำตาไหลอยู่เสมอ หรือตาแดงอยู่บ่อยๆ
- มักมองเห็นภาพซ้อน วิงเวียนศีรษะ มองเห็นไม่ชัดในบางครั้ง
- เวลามองวัตถุไกลๆ ต้องขยี้ตา หรือทำหน้าย่นขมวดคิ้ว
- เวลาเดินต้องมองอย่างระมัดระวังมากผิดปกติ หรือเดินช้าๆ โดยกลัวจะสะดุด
- ไม่มีความสนใจดูภาพที่ติดตามฝาผนัง หรือข้อความที่เขียนบนกระดานดำ
- มักบ่นเรื่องสายตายุ่งเสมอ
- ไม่ชอบการทำงานที่ต้องใช้สายตา
- ขยี้ตาบ่อย หรือกระพริบตาถี่ จนผิดสังเกต ขณะอ่านหนังสือ
- วางหนังสือในลักษณะผิดปกติขณะอ่าน เช่น ไกลหรือใกล้เกินไป
- ขณะอ่านต้องเอียงศีรษะ
- อ่านหนังสือได้ในระยะเวลาสั้น
- ขณะอ่านหนังสือต้องปิดตาข้างใดข้างหนึ่ง
- สายตาสู้แสงสว่างไม่ค่อยได้
- มีตุ่มหรือผื่น บนหนังตา และขอบตา
- ตาเอียง ตาเข ตาเหล่ หนังตาปลิ้น ขอบตาบวม
- ตาอักเสบ เป็นฝักยิบๆ บ่อยๆ
- กลอกกลิ้งลูกตาไปมาบ่อยครั้ง
- ลูกตาดำมีลักษณะผิดปกติ
- ชอบหรี่ตา และป้องกันแสงไม่ให้เข้าตา
- หยิบวางของผิดที่เสมอ

6. เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและการประยุกต์ใช้งาน

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัติน (Auto-ID: automatic identification) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งเห็นได้จากการนำมาประยุกต์ใช้งานในหลายๆ ด้าน เช่น โลจิสติกส์, ระบบคลังสินค้า, ร้านค้าปลีก และสายการผลิตในโรงงาน เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แสดงตัวตนของมนุษย์, สัตว์, สินค้า, และวัตถุดิบในกระบวนการผลิต โดยทั่วไปเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัตินแบบต่างๆ ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัตินอย่างรวดเร็ว แทนที่จะต้องใช้การนับหรือจดบันทึกด้วยมนุษย์ ซึ่งอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย

เทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัตินมีหลายประเภทดังแสดงในภาพที่ 2.1 โดยเทคโนโลยีบ่งชี้อัตโนมัตินที่พบเห็นและใช้งานมากที่สุดคือ เทคโนโลยีรหัสแท่ง (barcode) ซึ่งมีลักษณะเป็นรหัสแท่งสีดำขนาดต่างๆ กันที่เรียง

ต่อกันเป็นกลุ่ม ข้อดีคือมีราคาถูกลง แต่มีข้อจำกัดคือสามารถจัดเก็บข้อมูลได้น้อย, ปลอมแปลงได้ง่าย, ไม่สามารถแก้ไขข้อมูลในรหัสแท่งได้ และเกิดข้อผิดพลาดในการอ่านได้ง่ายเมื่อมีการใช้งานเป็นเวลานาน



ภาพที่ 2.1 ภาพรวมของระบบปวงชี้อัตโนมติแบบต่างๆ ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

เทคโนโลยีสมาร์ทการ์ด (smart card) ถือเป็นเทคโนโลยีปวงชี้อัตโนมติอีกประเภทหนึ่งที่มีใช้งานทั่วไปในปัจจุบัน โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน ไมโครชิพ (microchip) ที่อยู่บนบัตร ตัวอย่างเช่น บัตรโทรศัพท์, บัตรธนาคาร หรือบัตรระบุผู้เช่า (SIM: subscriber identity module) ข้อดีของเทคโนโลยีนี้คือสามารถจัดเก็บข้อมูลได้จำนวนมากกว่ารหัสแท่ง และมีความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูลสูง อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีสมาร์ทการ์ดถือเป็นเทคโนโลยีปวงชี้อัตโนมติแบบสัมผัส (contact Auto-ID) ซึ่งต้องอาศัยการสัมผัสระหว่างบัตรสมาร์ทการ์ดและเครื่องอ่านสมาร์ทการ์ด (smart card reader) ซึ่งทำให้ไม่สะดวกในการใช้งานในบางงานประยุกต์ (application) เช่นในกรณีที่กรมศุลกากรต้องการตรวจนับจำนวนสินค้าทั้งหมดที่อยู่ภายในตู้สินค้า (container) ซึ่งถ้าพนักงานต้องนับสินค้าแต่ละชิ้นก็จะทำให้เสียเวลามาก เป็นต้น นอกจากนี้ถ้ามีการใช้งานบ่อยครั้ง ส่วนที่สัมผัสกับเครื่องอ่านก็จะเกิดการสึกหรอของหน้าสัมผัสได้ง่าย

ดังนั้นเทคโนโลยีปวงชี้อัตโนมติแบบไร้สัมผัส (contactless Auto-ID) จึงเป็นตัวเลือกสำหรับการใช้งานลักษณะนี้ โดยที่กำลังงานที่ใช้ในการทำงานของบัตรจะถูกส่งมาจากเครื่องอ่านในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งช่วยทำให้การรับส่งข้อมูลระหว่างบัตรและเครื่องอ่านมีความสะดวกมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาความไม่เที่ยงตรงและความคลาดเคลื่อนในการอ่านและเขียนข้อมูล โดยทั่วไปเทคโนโลยีปวงชี้อัตโนมติแบบไร้สัมผัสจะรู้จักกันในชื่อว่า “เทคโนโลยีปวงชี้อัตโนมติด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (RFID: radio frequency identification)” หรือเรียกสั้นๆ ว่า “เทคโนโลยี RFID” เนื่องจากลักษณะการส่งผ่านกำลังงานและข้อมูลระหว่างบัตรและเครื่องอ่านจะอยู่บนพื้นฐานของคลื่นความถี่

เทคโนโลยี RFID สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ จากการวิจัยพบว่า [1] มูลค่ารวมตลาดทั่วโลกของ RFID มีอัตราที่สูงและเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในปี พ.ศ. 2550 ตลาดอุตสาหกรรม RFID ในโลกมีมูลค่าสูงถึง 3,800 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และคาดว่าในปี พ.ศ. 2555 จะมีมูลค่าตลาดเพิ่มขึ้นเป็น 8,400 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ดังนั้นตลาดอุตสาหกรรม RFID จึงถือว่าเป็นตลาดเทคโนโลยีที่เติบโตสูงมากเช่นเดียวกับตลาดอุตสาหกรรมโทรศัพท์เคลื่อนที่และตลาดอุตสาหกรรมรถยนต์ สำหรับตลาด RFID ในประเทศไทยพบว่ามีผู้นำ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในหลายๆ

ด้าน ได้แก่ การผลิตในอุตสาหกรรม, การประยุกต์ใช้กับห่วงโซ่ อุปทาน และโลจิสติกส์ ,การควบคุมการเข้า-ออก, การปศุสัตว์, และการเงิน เป็นต้น โดยจากสถิติในปี พ.ศ. 2548 มูลค่าตลาดของ RFID ในประเทศไทย มูลค่าประมาณ 856.2 ล้านบาท หรือ 1.07% ของตลาด RFID ทั่วโลก และมีมูลค่าเพิ่มเป็น 1,827.3 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2550

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของระบบป่งชี้อัตโนมัติแบบต่างๆ

ข้อพิจารณา	รหัสแท่ง	ไอซีอาร์	เสียงพูด	ลายพิมพ์นิ้วมือ	สมาร์ทการ์ด	อาร์เอฟไอดี
จำนวนข้อมูลที่สามารถจัดเก็บได้	1-100	1 – 100	-	-	16 – 64k	16 – 64k
ความหนาแน่นของ ข้อมูลที่บันทึกต่อพื้นที่	ต่ำ	ต่ำ	สูง	สูง	สูงมาก	สูงมาก
เครื่องอ่าน	เที่ยงตรง	เที่ยงตรง	แพง	แพง	เที่ยงตรง	เที่ยงตรง
มนุษย์อ่านรหัสได้หรือไม่	ได้จำกัด	อ่านได้ง่ายมาก	ง่าย	ยากมาก	ไม่มีทางทำได้	ไม่มีทางทำได้
ผลกระทบจากคราบหรือความสกปรก	มีผลต่อการอ่านมาก	มีผลต่อการอ่านมาก	-	-	อาจมีผลหากเลอะในหน้าสัมผัส	ไม่มีผล
ผลกระทบจากการอ่านผิดด้านหรือผิดมุม	มีบ้างเล็กน้อย	มีบ้างเล็กน้อย	-	-	ต้องวางให้ถูกทิศทางตามหัวของหน้าสัมผัส	ไม่มีผล
อายุการใช้งานการฉีกขาดหรือเสื่อมสภาพ	จำกัดอายุการใช้งาน	จำกัดอายุการใช้งาน	-	-	ขึ้นกับสภาพของหน้าสัมผัส	ไม่มีผล
มูลค่าของเครื่องอ่าน	ต่ำ	ปานกลาง	สูงมาก	สูงมาก	ต่ำ	ปานกลาง
งบประมาณดำเนินการ	ต่ำ	ต่ำ	ไม่มี	ไม่มี	ปานกลาง	ไม่มี
การลักลอบปลอมแปลง	ทำได้ง่าย	ทำได้ง่าย	สามารถทำได้	ไม่มีทาง	ไม่มีทาง	ไม่มีทาง
ความเร็วในการอ่านข้อมูล	ช้า (≈ 4 วินาที)	ช้า (≈ 43 วินาที)	ช้ามาก (≈ 5 วินาที)	ช้ามาก ($\approx 5-10$ วินาที)	ช้า (≈ 4 วินาที)	เร็วมาก(0.5 วินาที)
ระยะทางสูงสุดระหว่างเครื่องอ่านกับบัตร/เครื่องลูกข่าย/ตัวเก็บข้อมูล	0 – 50 ซม.	น้อยกว่า 1 ซม. (เป็นการสแกน)	0 – 50 ซม.	ต้องสัมผัสโดยตรง	ต้องสัมผัสโดยตรง	0-5 เมตร โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุอ่านค่าไมโครเวฟ

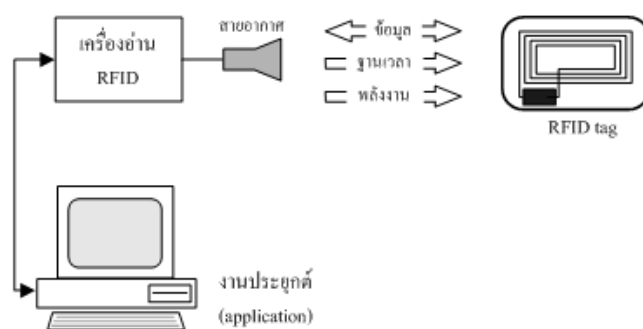
ดังนั้นในปี พ.ศ. 2549 ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ได้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาอุตสาหกรรม RFID ของประเทศไทย จึงได้จัดทำโครงการพัฒนาอุตสาหกรรม RFID ขึ้นโดยมีเป้าหมายในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในวงกว้าง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งนี้เพราะว่าประเทศไทยยังขาดบุคลากรที่มีความรู้ทางด้าน RFID เมื่อเทียบกับแนวโน้มการขยายตัวของประเทศ ดังนั้นการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพของบุคลากรเพื่อรองรับการแข่งขันและการขยายตัวด้าน RFID จึงเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน

6.1 องค์ประกอบของระบบอาร์เอฟไอดี

ในทางปฏิบัติระบบอาร์เอฟไอดี(RFID)ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก2ส่วนคือ

6.1.1 ป้าย RFID (tag หรือ transponder) จะถูกออกแบบให้มีรูปแบบและขนาดต่างๆ ตามความเหมาะสมของแต่ละงานประยุกต์เพื่อให้สามารถยึดติดหรือผูกอยู่กับวัตถุหรือสินค้าที่ต้องการบ่งชี้ตัวตน ติดตาม หรือตรวจนับ ด้วยเทคโนโลยี RFID โดยทั่วไปป้าย RFID ประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือสายอากาศและไมโครชิพ

6.1.2 เครื่องอ่าน (reader หรือ interrogator) ทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารกับป้าย RFID โดยสามารถที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลเข้าไปในป้าย RFID ได้โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ และสื่อสารกับผู้ใช้งานผ่านจุดเชื่อมต่อ (interface) แบบต่างๆ เช่น RS-232, RS-485 และ USB เป็นต้น ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 2.2

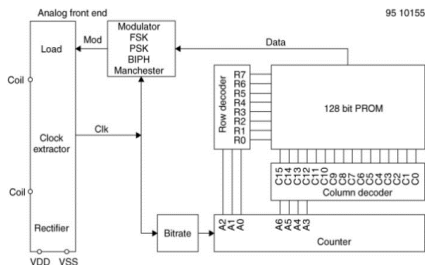


ภาพที่ 2.2 โครงสร้างทั่วไปของระบบ RFID

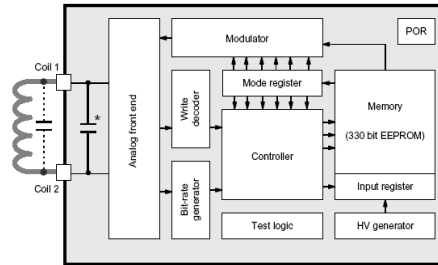
โดยทั่วไปป้าย RFID จำแนกออกได้เป็นหลายประเภทตามความสามารถในการโปรแกรมข้อมูล และตามแหล่งพลังงานที่ใช้ ภาพ แสดงโครงสร้างของป้าย RFID ที่แบ่งตามความสามารถในการโปรแกรมซึ่งมี 2 แบบคือ

1. ป้าย RFID ที่ไม่สามารถโปรแกรมได้ โดยข้อมูลต่างๆ ที่อยู่ภายในป้ายนี้ (เช่น หมายเลขรหัส) จะถูกบันทึกมาตั้งแต่การผลิตซึ่งจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลเหล่านี้ได้

2. ป้าย RFID ที่สามารถโปรแกรมได้ (อ่านและเขียนข้อมูลผ่านทางเครื่องอ่าน) โดยภายในป้ายนี้จะประกอบด้วยหน่วยความจำแบบ EEPROM (electrically erasable programmable read only memory) ซึ่งนิยมใช้มากที่สุดในป้าย RFID



(ก) Read-only RFID tag



(ข) Writable RFID tag

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของป้าย RFID ที่แบ่งตามความสามารถในการโปรแกรม



(ก) HF passive tag (RVB System)



(ข) UHF active tag

ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างป้าย RFID ที่แบ่งตามลักษณะของแหล่งจ่ายพลังงาน

ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างป้าย RFID แบ่งตามลักษณะของแหล่งจ่ายพลังงานมี 2 แบบ คือ

1. แบบพาสซีฟ (passive) เป็นป้าย RFID ที่ไม่ต้องมีแหล่งจ่ายพลังงานบรรจุไว้ภายในป้าย แต่จะอาศัยการแปลงสัญญาณพลังงานไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากเครื่องอ่านเป็นไฟเลี้ยงเพียงอย่างเดียว ข้อดีคือไม่ต้องมีการเปลี่ยนแหล่งพลังงาน แต่ข้อจำกัดคือระยะทางในการสื่อสารระหว่างป้ายRFIDกับเครื่องอ่านได้ไม่ไกล

2. แบบแอคทีฟ (active) เป็นป้าย RFID ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานบรรจุไว้ภายในเพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับชิพประมวลผลที่ติดตั้งอยู่ภายในข้อดีคือสามารถสื่อสารกับเครื่องอ่านได้ในระยะไกล แต่ข้อจำกัดคือต้องเปลี่ยนแหล่งจ่ายพลังงานเป็นระยะๆ เมื่อหมดอายุการใช้งาน

นอกจากนี้ย่านความถี่ใช้งาน (operating frequency) ก็ถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการเลือกใช้อุปกรณ์ RFID โดยความถี่ใช้งานหมายถึง คลื่นความถี่วิทยุที่เครื่องอ่านทำการส่งออกไปเท่านั้น โดยไม่สนใจว่าป้าย RFID จะส่งคลื่นความถี่ในย่านใดตอบกลับมา ในบางกรณีป้าย RFID อาจส่งคลื่นความถี่เดิมกลับไปหาเครื่องอ่านก็ได้ โดยอาศัยเทคนิคการกล้ำสัญญาณแบบ load modulation [3] โดยทั่วไปย่านความถี่ใช้งานของอุปกรณ์ RFID แบ่งออกเป็น 3 ย่านความถี่หลัก คือ

- ย่านความถี่ต่ำ (LF: low frequency) มีความถี่ตั้งแต่ 30 – 300 กิโลเฮิร์ตซ์ (kHz) นิยมนำมาใช้กับงานปศุสัตว์ หรืองานประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต
- ย่านความถี่สูง (HF: High Frequency) หรือความถี่วิทยุ (RF: radio frequency) มีความถี่ตั้งแต่ 3 – 30 เมกะเฮิร์ตซ์ (MHz) นิยมนำมาใช้กับงานควบคุมการเข้า-ออก, บัตรรถโดยสาร, บัตรเงินสด อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น โดยมีระยะการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับบัตรอยู่ในช่วงประมาณ 5 – 15 เซนติเมตร
- ย่านความถี่สูงยิ่ง (UHF: ultra high frequency) มีความถี่ตั้งแต่ 300 เมกะเฮิร์ตซ์ – 3 กิกะเฮิร์ตซ์ (GHz) และย่านความถี่ไมโครเวฟ (microwave) ซึ่งมีความถี่ตั้งแต่ 3 กิกะเฮิร์ตซ์ขึ้นไป นิยมนำมาใช้กับงานทางด้านโลจิสติกส์ เช่น ระบบขนย้ายตู้บรรจุสินค้า ระบบคลังสินค้า เป็นต้น โดยการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับบัตรในระบบโลจิสติกส์จะกระทำในขณะที่อุปกรณ์มีการเคลื่อนไหว ดังนั้นเพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการสื่อสาร ป้าย RFID ในย่านความถี่สูงยิ่งนี้ จึงถูกออกแบบมาให้มีพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลจำนวนไม่มาก โดยทั่วไปการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับป้าย RFID มีระยะทางได้มากกว่า 2 เมตร (สามารถใช้ในระยะทางที่ไกลกว่านี้ได้ เมื่อใช้งานร่วมกับป้าย RFID แบบแอกทีฟ)

โดยในแต่ละย่านความถี่ใช้งานก็ยังมีมาตรฐานหลายมาตรฐานให้เลือกใช้งาน ซึ่งแต่ละมาตรฐานก็ยังไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ในปัจจุบัน เช่น ย่านความถี่ 13.56 MHz มีมาตรฐาน ISO14443, ISO15693 และ ISO18000-3 เป็นต้น

6.2 รูปแบบของป้ายอาร์เอฟไอดี

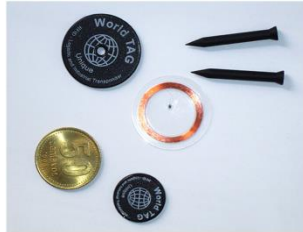
ป้าย RFID ที่ใช้งานในปัจจุบันมีหลายรูปแบบซึ่งสามารถจำแนกได้ตามความแตกต่างของโครงสร้างการออกแบบและลักษณะการประยุกต์ใช้งานดังแสดงในภาพเช่น

6.2.1 แบบจานและเหรียญ ซึ่งทนอุณหภูมิได้สูง จึงนิยมนำไปใช้โดยยึดติดกับชิ้นงานในระบบอุตสาหกรรม(ภาพที่ 2.6(ก))

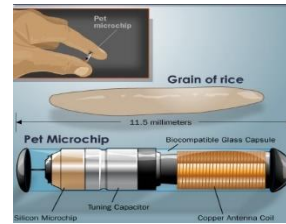
6.2.2 แบบกระดาษแก้ว มีขนาดเล็กและยาวประมาณ 12 – 32 มิลลิเมตร นิยมนำไปใช้กับสิ่งมีชีวิตด้วยการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง (ภาพที่ 2.5(ข))

6.2.3 แบบมาตรฐาน ID-1 นิยมนำมาใช้งานมากในรูปของบัตรสมาร์ทการ์ดแบบไร้สัมผัส สามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่า 100 องศาเซลเซียส พกพาได้สะดวก และสามารถพิมพ์ข้อความหรือลวดลายต่างๆลงบนบัตรได้ (ภาพที่ 2.5(ค))

6.2.4 แบบเลเบลอัจฉริยะ มีขนาดบางเท่ากับแผ่นกระดาษ สามารถงอหรือพับได้ จึงนิยมนำไปใช้พัน หูหิ้วของกระเป๋าเดินทางหรือสัมภาระต่างๆ เป็นต้น



(ก) มีขนาดเท่ากับเหรียญ



(ข) มีขนาดเล็กเท่าเม็ดข้าว



(ค) มีขนาดบางเท่ากับแผ่นกระดาษ



(ง) เท่ากับแผ่นการ์ดบัตร ATM

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างป้าย RFID แบบต่างๆ

นอกจากป้าย RFID ที่มีรูปร่างต่างกันแล้ว เครื่องอ่านที่ใช้งานทั่วไปก็มีรูปร่างหลายแบบ เช่น แบบที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม แบบพกพา และแบบอุโมงค์ เป็นต้น ตามภาพที่ 7



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างเครื่องอ่าน RFID แบบต่างๆ ที่มีอยู่

6.3 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานระบบอาร์เอฟไอดี

ประเทศไทยได้มีการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้งานมากขึ้นเรื่อยๆ ในหลายรูปแบบ เช่น บัตรทางด่วน บัตรรถโดยสาร บัตรพนักงาน บัตรเงินสด งานห้องสมุด งานปศุสัตว์ และงานระบบขนส่ง เป็นต้น โดยระบบบางระบบก็นำเข้าจากต่างประเทศทั้งระบบเข้ามาติดตั้งและใช้งาน และบางระบบก็เริ่มมีการพัฒนาขึ้นใช้งานเองโดยวิศวกรคนไทย ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นการพัฒนาส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องอ่าน โดยการใช้หน่วยประมวลผลขนาดเล็กไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น MCS, PIC, X86 และ ARM เป็นต้น ภาพที่ 1.8 แสดงตัวอย่างการนำระบบ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ที่คนไทย สามารถพัฒนาเองได้ เช่น ระบบศูนย์อาหาร ระบบลงเวลา หรือระบบควบคุมการผ่านเข้าออก เป็นต้น โดยที่แต่ละระบบมีรายละเอียดดังนี้



(ก) ระบบศูนย์อาหาร

(ข) ระบบลงเวลา



(ค) ระบบควบคุมการผ่านเข้าออก

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างการนำระบบ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ

ระบบศูนย์อาหาร เป็นการนำเทคโนโลยี RFID มาใช้เป็นบัตรเงินสด แทนบัตรแถบแม่เหล็ก โดยทั้งสองแบบมีลักษณะการทำงานคล้ายกันคือเริ่มต้นจากลูกค้านำเงินสดมาที่จุดจำหน่ายบัตร พนักงานขายบัตรทำการอ่านรหัสบัตรและเติมยอดเงินของบัตรลงในฐานข้อมูลของเครื่องประมวลผลกลาง จากนั้น

ลูกค้าก็นำบัตรเงินสดดังกล่าวไปซื้ออาหารที่ร้านค้า โดยที่ร้านค้าก็จะมีเครื่องอ่านบัตรแถบแม่เหล็กและรหัสที่อ่านได้ก็จะถูกส่งผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องประมวลผลกลาง จากนั้นโปรแกรมก็จะทำการเปรียบเทียบจำนวนเงินในฐานข้อมูลกับราคาสินค้าที่ซื้อ พร้อมทั้งทำการตัดยอดขาย และส่งสัญญาณกลับไปยังเครื่องอ่านที่ร้านค้านั้นๆ เพื่อแสดงผลหรือออกใบเสร็จรับเงินเนื่องจากระบบศูนย์อาหารที่ใช้บัตรแถบแม่เหล็กจะไม่ได้จัดเก็บจำนวนเงินไว้ในบัตร ดังนั้นถ้าระบบเครือข่ายระหว่างร้านค้ากับเครื่องประมวลผลกลางสื่อสารกันไม่ได้ ระบบก็จะไม่สามารถทำงานได้

ระบบศูนย์อาหารที่นำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยการเก็บจำนวนเงินไว้ในหน่วยความจำของบัตร RFID และร้านค้าก็มีเครื่องอ่าน RFID ที่สามารถอ่านจำนวนเงินในบัตร ทำการตัดยอดเงิน และบันทึกยอดเงินคงเหลือลงในบัตรทันที เมื่อมีการซื้อสินค้า การทำงานเช่นนี้จะช่วยให้ระบบสามารถทำการซื้อขายสินค้าได้โดยไม่ต้องมีการสื่อสารผ่านระบบเครือข่าย จึงทำให้มีความรวดเร็วในการใช้งานและมีเสถียรภาพสูง อย่างไรก็ตามหากมีการเก็บจำนวนเงินไว้ในบัตร ก็มีข้อควรระวังในเรื่องการปลอมแปลงข้อมูลจำนวนเงินในบัตร ดังนั้นแนวทางแก้ไขคือ ควรเลือกใช้บัตร RFID ที่มีรหัสผ่านในการเข้าถึงข้อมูล เช่น บัตรของ MIFARE 13.56 MHz มาตรฐาน ISO/IEC 14443 A [8] เป็นต้น

การนำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ในการลงเวลาและระบบควบคุมการผ่านเข้าออกประตู ทำให้ระบบมีความโดดเด่นในหลายประการ เช่น สะดวก และรวดเร็ว ในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นประโยชน์มากสำหรับองค์กรที่พนักงานที่มีการเข้าออกในเวลาพร้อมๆ กันจำนวนมาก เช่น โรงงานอุตสาหกรรม หรือโรงเรียน เป็นต้น นอกจากนี้หากมีการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลในหน่วยความจำของบัตร RFID ที่เหมาะสม ก็สามารถทำให้ระบบมีความรวดเร็วมากขึ้นได้อีก

7. ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro controller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: Microcontroller) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

7.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

โดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

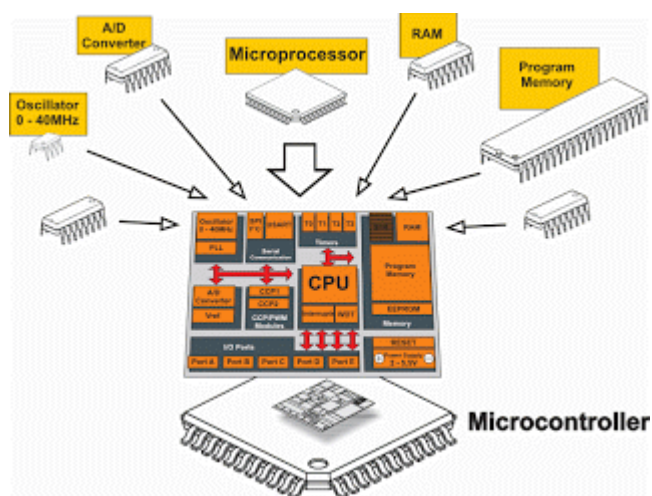
7.1.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมดโดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงานประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

7.1.2 หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของ เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานชดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically programmable Read-only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

7.1.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้ด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

7.1.4 ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูล ระหว่างซีพียูหน่วยความจำและพอร์ตเป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

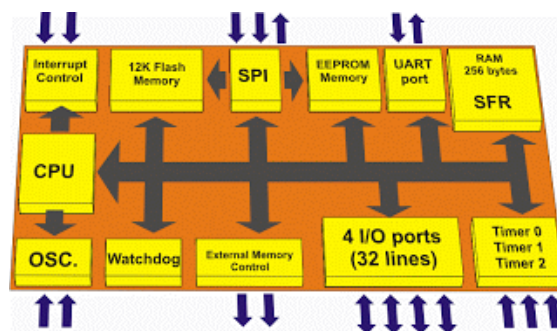
7.1.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่งเนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนัดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกา มีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย



ภาพที่ 2.8 ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์

นอกจากนี้ยังมีส่วนพิเศษอื่นๆ จะขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตของแต่ละบริษัทที่จะผลิตขึ้นมาใส่คุณสมบัติพิเศษลงไปเช่น

- **ADC** (Analog to Digital) ส่วนภาครับสัญญาณอนาล็อกแปลงไปเป็นสัญญาณดิจิทัล
- **DAC** (Digital to Analog) ส่วนภาคส่งสัญญาณดิจิทัลแปลงไปเป็นสัญญาณอนาล็อก
- **I2C** (Inter Integrate Circuit Bus) เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ติดต่อสื่อสาร ระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL) ซึ่งสามารถ เชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวนหลายๆ ตัว เข้าด้วยกันได้ ทำให้ MCU ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น
- **SPI** (Serial Peripheral Interface) เป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เพื่อรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส (Synchronize) มีสัญญาณนาฬิกาเข้ามาเกี่ยวข้องกับระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หรือจะเป็นอุปกรณ์ภายนอกที่มีการรับส่งข้อมูลแบบ SPI อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นมาสเตอร์ (Master) โดยปกติแล้วจะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ หรืออาจกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ Master จะต้องควบคุมอุปกรณ์ Slave ได้ โดยปกติตัว Slave มักจะเป็นไอซี (IC) หน้าที่พิเศษต่างๆ เช่น ไอซีอุณหภูมิ, ไอซีฐานเวลานาฬิกาจริง (Real-Time Clock) หรืออาจเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่ในโหมด Slave ก็ได้เช่นกัน
- **PWM** (Pulse Width Modulation) การสร้างสัญญาณพัลส์แบบสแควร์เวฟ ที่สามารถปรับเปลี่ยนความถี่และ Duty Cycle ได้เพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์
- **UART** (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสสำหรับมาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบ RS-232



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างภายในไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีด้วยกันหลายประเภทแบ่งตามสถาปัตยกรรม(การผลิตและกระบวนการทำงานระบบการประมวลผล) ที่มีใช้ในปัจจุบันยกตัวอย่างดังนี้

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC (บริษัทผู้ผลิต Microchip ไมโครชิพ)

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS51 (บริษัทผู้ผลิต Atmel,Phillips)
3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR (บริษัทผู้ผลิต Atmel)
4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ARM7,ARM9 (บริษัทผู้ผลิต Atmel, Phillips, Analog Device, Samsung, STMicroelectronics)
5. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Basic Stamp (บริษัทผู้ผลิต Parallax)
6. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PSOC (บริษัทผู้ผลิต CYPRESS)
7. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MSP (บริษัทผู้ผลิต Texas Instruments)
8. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 68HC (บริษัทผู้ผลิต MOTOROLA)
9. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล H8 (บริษัทผู้ผลิต Renesas)
10. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล RABBIT (บริษัทผู้ผลิต RABBIT SEMICONDUCTOR)
11. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล Z80 (บริษัทผู้ผลิต Zilog) และอีกหลายเบอร์หลายบริษัทที่ยังไม่ได้ยกมาเป็นตัวอย่าง

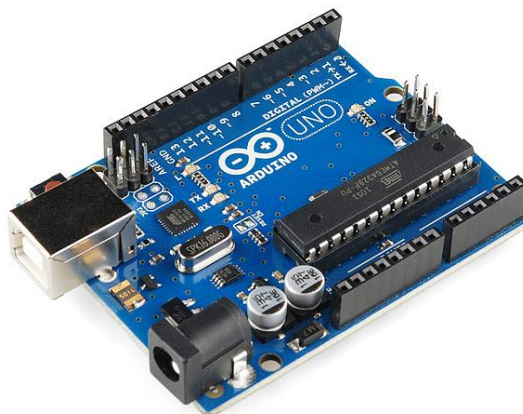
ภาษาที่ใช้เขียน โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหลายโปรแกรม เช่น

1. ภาษา Assembly
2. ภาษา Basic
3. ภาษา C
4. ภาษา Pascal
5. ภาษา Java
6. ภาษา Python และอีกหลากหลายภาษาซึ่งได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง

ภาษาดังกล่าวที่กล่าวในเบื้องต้น ไมโครคอนโทรลเลอร์บางตระกูล จะใช้ได้ครบทุกภาษา แต่บางตระกูลจะใช้ได้บางภาษา ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต Software (โดยทั่วไปจะเรียกว่า Editor And Compiler) ที่ใช้เขียนภาษาไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะผลิตออกมาให้ Support หรือไม่ ผมขอสรุปในเบื้องต้นแบบง่ายๆ ไมโครคอนโทรลเลอร์เปรียบเทียบกับรถยนต์ทั่วไปรถยนต์ มีหลายบริษัทผู้ผลิต,ในแต่ละบริษัทก็มีอยู่หลายรุ่นหลายแบบ รถยนต์มีระบบทุกอย่างพร้อมขึ้นอยู่กับเราจะขับหรือควบคุมการใช้งานนั่นเอง ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็เช่นกัน มีหลายบริษัทผู้ผลิต,ในแต่ละบริษัทผู้ผลิตก็จะมีหลายเบอร์ให้เลือกใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์มีระบบต่างๆ อยู่เพียบพร้อม ส่วนการใช้งานขึ้นอยู่กับเราจะเขียนโปรแกรมควบคุมให้มันทำงานตามที่เราต้อง การเท่านั้น

8. โปรแกรม Arduino

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อี-โน้ หรือ อาดูยโน้) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย



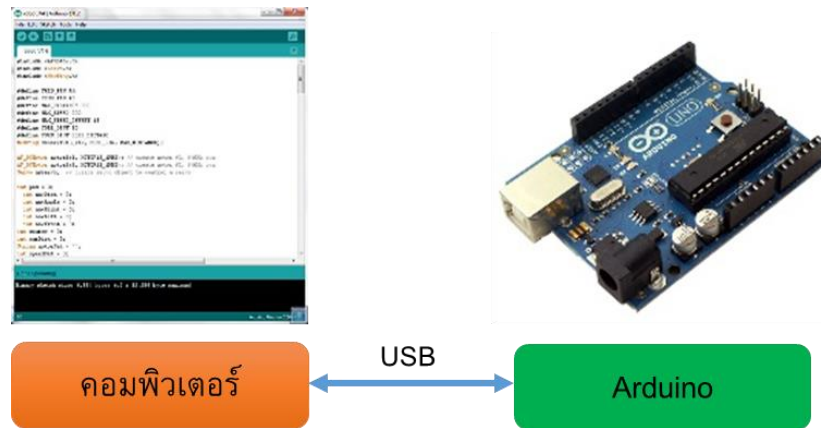
ภาพที่ 2.10 บอร์ด Arduino ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR

ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น

8.1 จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม

- ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
- มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแกร่ง
- Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน
- ราคาไม่แพง
- Cross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

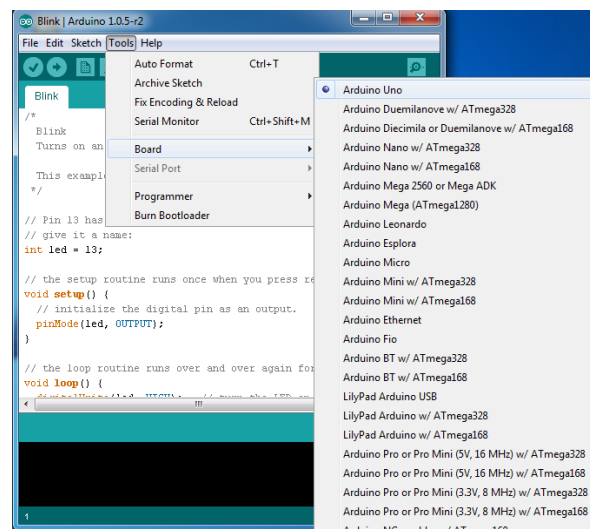
8.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino



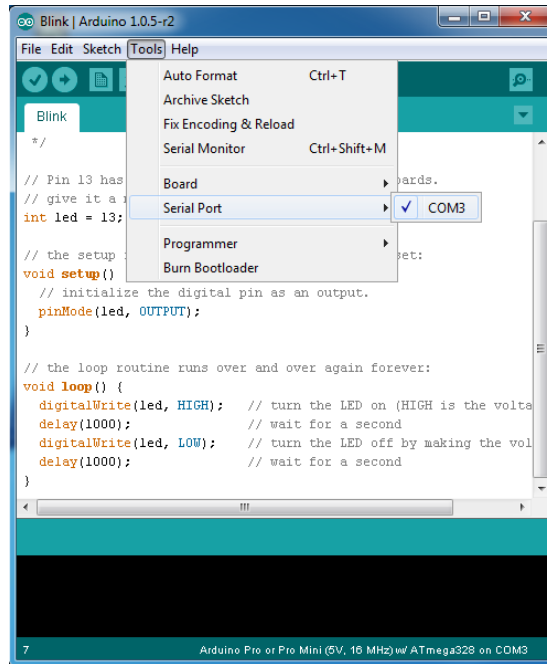
ภาพที่ 2.11 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino

8.2.1 เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software

8.2.2 หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port

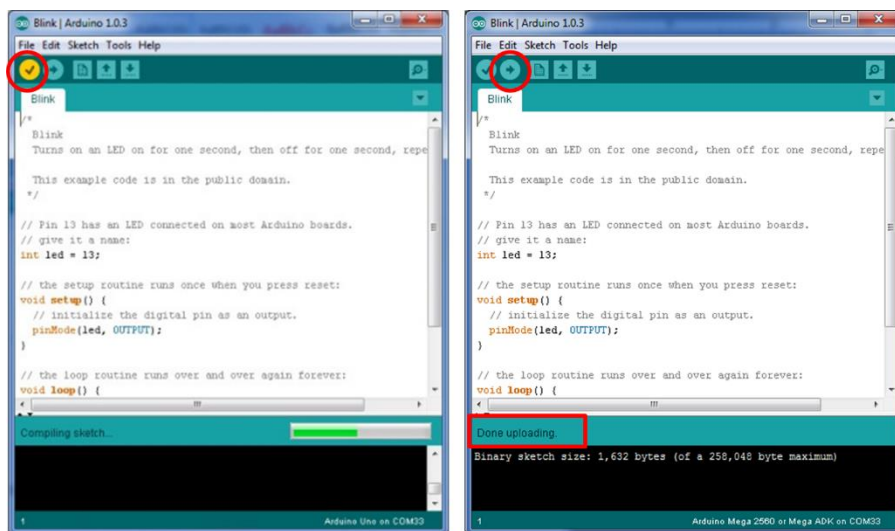


ภาพที่ 2.12 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload



ภาพที่ 2.13 Comport ของบอร์ด

8.2.3 กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที

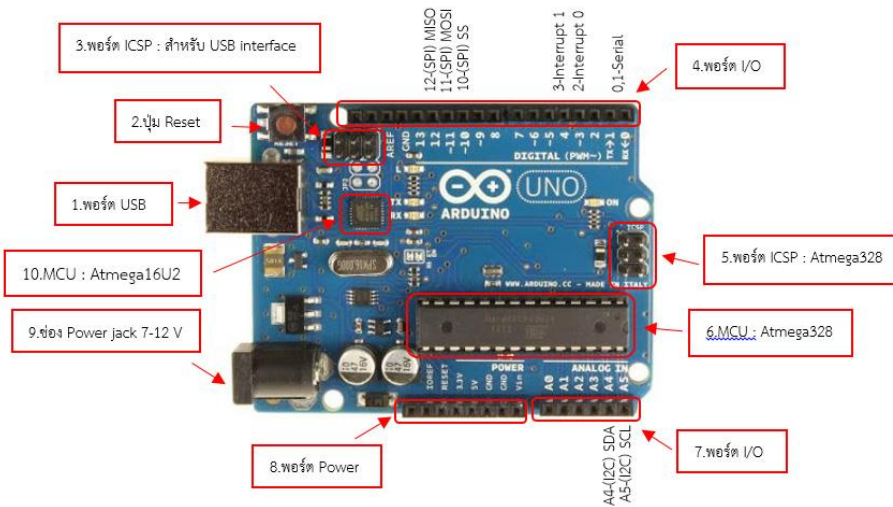
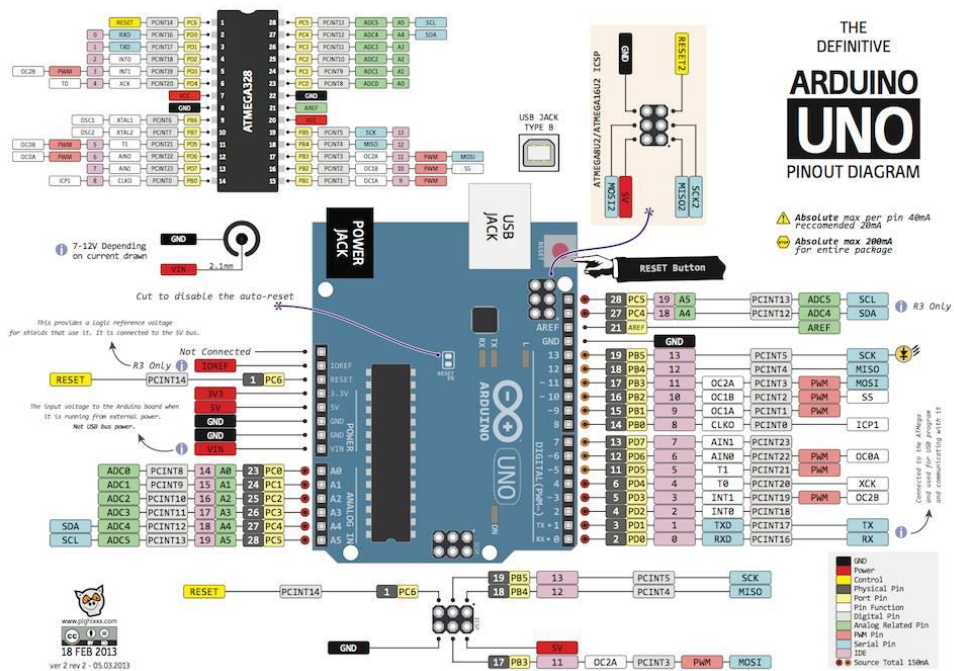


กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
และ Compile โค้ดโปรแกรม

Upload โค้ดโปรแกรม

ภาพที่ 2.14 ตรวจสอบความถูกต้องและ Compile และ Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino

8.3 ส่วนประกอบของขาต่างๆของ Arduino UNO R3



ภาพที่ 2.15 ส่วนประกอบของขาต่างๆของ Arduino UNO R3

8.3.1 USB Port ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

8.3.2 Reset Button เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

8.3.3 ICSP Port Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

8.3.4 I/O Port Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่น ๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin 0,1 เป็นขา Tx, Rx Serial, Pin3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM

8.4.5 ICSP Port Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

8.4.6 MCU Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

8.4.7 ADC I/O Port นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็นช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8.4.8 Power Port ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอกประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, V_{in}

8.4.9 Power Jack รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

8.4.10 MCU Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

9. การวัดความพึงพอใจ

9.1 ความหมายของความพึงพอใจ

9.2 วิธีการวัดความพึงพอใจ

9.3 ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์

9.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ราชบัณฑิตสถาน (2546 : 793) ได้ให้ความหมายของคำว่า ความพึงพอใจดังนี้ คำว่า “พึง” เป็นคำกริยาอื่นหมายความว่ายอมตาม เช่น พึงใจ และคำว่า “พอใจ” หมายถึง สมชอบ ชอบใจ สรรค์ พิศาลบุตร (2550 : 135) ความพึงพอใจของลูกค้า หรือผู้ใช้บริการหมายถึง การที่ลูกค้า หรือผู้ใช้บริการได้รับสิ่งที่ต้องการ แต่ต้องอยู่ในขอบเขตที่ผู้ให้บริการสามารถจัดหา บริการให้ได้โดยไม่ขัดต่อกฎหมายและศีลธรรมอันดีงาม กชกร เป้าสุวรรณ และคณะ (2550 : 13) ความพึงพอใจหมายถึง สิ่งที่เราควรจะเป็นไป ตามความต้องการ ความพึงพอใจเป็นผลของการแสดงออกของทัศนคติของบุคคลอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีประสบการณ์ ที่มนุษย์เราได้รับอาจจะมากหรือน้อยก็ได้ และเป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งทางบวก และทางลบ แต่ก็เมื่อใดสิ่งนั้น สามารถตอบสนองความต้องการ หรือทำให้บรรลุ คุณค่า ี่นรมย์, เพลินทพิโยโกเมศโสภา และ สาวิกา อุณหันธ์ (2547 : 98) ได้ให้ ความหมายถึง ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่แต่ละบุคคลแสดงออกถึงความยินดีจากการใช้ผลิตภัณฑ์หรือการบริโภคสินค้า ซึ่งคุณค่าหรือประโยชน์ที่ได้รับนั้นเท่ากับหรือสูงกว่าระดับ ความคาดหวังของคน ๆ นั้น ในทางตรงข้ามถ้าผลจากการใช้สินค้าหรือการได้รับบริการนั้นต่ำกว่า ค่าความคาดหวัง บุคคลนั้นย่อมจะเกิดความไม่พอใจ เอนก สุวรรณบัณฑิต และ ภาสกร อดุลพัฒ นกิจ (2548 : 171) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ ว่าสภาวะการณแสดงออกถึงความรู้สึกที่มีต่องานและประเมินได้จากความแตกต่าง ของ

ปริมาณผลตอบแทนที่ได้กับผลตอบแทนที่บุคคลคาดหวังไว้หากบุคคลได้รับผลตอบแทน มากกว่าหรือเท่ากับสิ่งที่คาดหวังไว้ก็จะเกิดเป็นความพึงพอใจในงานแต่หากว่าผลตอบแทนที่ได้ มีค่าน้อยกว่าสิ่งที่คาดหวังไว้ก็จะเกิดเป็นความไม่พึงพอใจในงานขึ้นแทนที่ จากความหมายของความพึงพอใจ ดัง กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นระดับ ความรู้สึกของบุคคล หรือความต้องการที่จะได้บรรลุเป้าหมาย หรือภาวะของการมีอารมณ์ที่มีผล เกิดขึ้นจากการเปรียบเทียบระหว่างการรับรู้คุณค่าที่ได้รับจากสินค้าหรือบริการ กับความคาดหวัง ของแต่ละบุคคลก่อนที่จะใช้หรือได้รับสินค้าและบริการนั้นๆ เป็นพฤติกรรม ออกมามีความสุข มีความพอใจและไม่พอใจ สังเกตได้จากสายตา คำพูด และ การแสดงออก

9.2 วิธีการวัดความพึงพอใจ ภาณิตาชัย ปัญญา (2541 : 34) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้ หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจ ถามความพอใจในด้านต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัด ความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกต เป็นวิธีวัด ความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคล สมศักดิ์ คงเที่ยง และอัญชลี โพธิ์ทอง(2542 : 161-162) ได้กล่าวว่า การวัดความพึง พื่อใจอาจกระทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) การใช้แบบสอบถาม เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยการขอความร่วมมือ จากกลุ่มบุคคลที่ต้องการวัด แสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบว่าให้เลือกตอบ หรือ เป็นคำตอบอิสระ โดยคำถามที่ถามถึงความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ที่กำลังให้บริการอยู่

2) การสัมภาษณ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่วัด ถึงระดับ ความพึงพอใจของผู้ให้บริการต้องอาศัย เทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจผู้ตอบคำถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง วิธีนี้ประหยัดและมีประสิทธิภาพอีกวิธีหนึ่ง

3) การสังเกตทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยวิธีการสังเกต ดูพฤติกรรมก่อนใช้งาน ขณะใช้งาน และหลังจากใช้งานไปแล้ว เช่น สังเกตสีหน้า ท่าทางการพูด การวัดความพึงพอใจวิธีนี้ต้องทำอย่างจริงจัง จึงจะสามารถประเมินถึงความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ได้อย่างถูกต้อง

ประภาพันธ์ พลายนจันทร์ (2546 : 6) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธีดังต่อไปนี้

(1) วิธีการใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถามถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ

(2) วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัด ความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและ วิธีการที่ดีจึงจะได้ข้อมูลที่แท้จริง

(3) วิธีการสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคล เป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าวิธีการวัดความพึงพอใจ สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับ ความสะดวกความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมายของการวัดด้วย จะส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพ หรือน่าเชื่อถือได้

9.3 ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ Maslow (1970 : 26-27) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจ ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับพฤติกรรม ของมนุษย์ไว้ดังนี้

1) มนุษย์มีความต้องการซึ่งไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อความต้องการหนึ่งได้รับการตอบสนอง แล้ว ความต้องการอย่างอื่นจะเข้ามาแทนที่ และกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นอย่างไม่สิ้นสุด

2) ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้ว จะไม่เป็นสิ่งจูงใจอีกต่อไป ความต้องการ ที่ยังไม่ได้รับการตอบสนองเท่านั้นที่ยังคงเป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรม

3) ความต้องการของมนุษย์จะถูกจัด เป็นลำดับ ขั้นตอนความสำคัญ (Maslow's hierarchy of needs) กล่าวคือ ความต้องการของมนุษย์จะเริ่มต้นที่ลำดับขั้นที่ต่ำที่สุด คือความต้องการทางกาย และเมื่อความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว มนุษย์จะเริ่มเรียกร้องถึงความต้องการใน ระดับสูงขึ้นไป ซึ่งได้แก่ ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการทางสังคม ความต้องการการยก ย่อง และความ ต้องการประสบความสำเร็จ โดยที่มาสโลว์ได้อธิบายถึงความต้องการของมนุษย์ตามลำดับความสำคัญดังนี้

1) ความต้องการทางกาย (physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน หรือ ความต้องการเพื่อความอยู่รอด อาทิเช่น อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

2) ความต้องการความปลอดภัย (safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่า ความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

3) ความต้องการทางสังคม (social needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน ครอบครัว และคนใกล้ชิด

4) ความต้องการการยกย่อง (esteem needs) เป็นความต้องการที่จะได้รับการยกย่อง ความนับถือและความมีหน้ามีตาในสังคม

5) ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (Self-actualization needs) เป็น ความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ได้แก่ ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ ความต้องการ ที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ กล่าวถึงความต้องการ หรือ ความคาดหวังที่ไม่มี

ที่สิ้นสุด และเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น ในการศึกษาความพึงพอใจซึ่ง เป็นการประเมินความแตกต่างระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงจึงต้องมีการประเมินผลอย่าง สม่ำเสมอ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างแต่ละช่วงเวลา เพื่อให้ผลการประเมินนั้นทันสมัยและเป็นประโยชน์มากที่สุด

10. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤติกา มุลภักดี (2554) ได้ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบอาร์เอฟไอดีกับการจัดการคลังสินค้า ในศูนย์กระจายสินค้าบริษัทบุญถาวร เซรามิค จำกัด โดยวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อการศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำเสนอระบบการจ่ายสินค้าออกจากคลังสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าสาขารังสิต ซึ่งมีจุดประสงค์หลักเพื่อลดระยะเวลาและขั้นตอนในการทำงาน ซึ่งผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาถึงขั้นตอนและกระบวนการรับสินค้าของศูนย์กระจายสินค้า จากนั้นทำการทดลองติดตั้งระบบอาร์เอฟไอดีในกระบวนการรับสินค้าเข้าและจ่ายสินค้าออกจากคลังสินค้า รวมถึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการสั่งงานพร้อมทั้งติดตั้งระบบอาร์เอฟไอดี จากการทดลองพบว่า เมื่อนำระบบอาร์เอฟไอดีเข้ามาประยุกต์ใช้งานสามารถช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนการทำงานเดิมที่ใช้ระบบบาร์โค้ดลงได้ ในการทดลองการติดตั้งตัวสัญญาณ (Tag) ลงบนสุขภัณฑ์เซรามิคซึ่งเป็นวัสดุที่มีความมันวาว พบว่า การอ่านข้อมูลและการส่งสัญญาณทำงานได้อย่างปกติ ในส่วนของตัวอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง พบว่า ยังตอบสนองต่อการทำงานโดยรวมได้ไม่เต็มที่เท่าที่ควรและระยะที่เหมาะสมในการอ่านคือ 3 เมตร สาเหตุเนื่องจากมาตรฐานของอุปกรณ์และขาดระบบป้องกันการรบกวนจากปัจจัยแวดล้อมภายนอก นอกจากนี้ในการติดตั้งระบบอาร์เอฟไอดีของสินค้าสุขภัณฑ์ควรทำให้ครบวงจรของโซ่อุปทาน โดยเริ่มติดตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ เพื่อการไหลของข้อมูลสารสนเทศที่ถูกต้องและแม่นยำในการบริหารจัดการคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กฤติกา มุลภักดี และคณะ (2552) ได้ศึกษาเรื่องบัตรเดิมน้ำมันรายเดือนด้วยอุปกรณ์ RFID และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR โดยพัฒนาโปรแกรมควบคุมการสั่งงานด้วยระบบ Delphi 7 จากผลการทดลองประยุกต์ใช้พบว่า เครื่อง RFID To up สามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับฐานข้อมูลได้เป็นอย่างดี ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถสร้างฐานข้อมูลลูกค้า ตลอดจนถึงข้อมูลของลูกค้าทั้งหมด เช่น บันทึกการเติมน้ำมันของลูกค้า ยอดเงินที่เติมน้ำมัน วันและเวลาที่เติมน้ำมัน เป็นต้น

ชนะ นิमितพันธ์ (2549) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาระบบคลังสินค้าอัตโนมัติโดยใช้ RFID โดยได้เข้าไปศึกษาขั้นตอนและรายละเอียดการทำงานของระบบคลังสินค้า ณ บริษัทอุตสาหกรรมปิโตเคมีคัลไทย จำกัด (มหาชน) โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อมุ่งเน้นในการพัฒนาระบบการตรวจสอบตรวจเช็คจำนวนสินค้าในคลังสินค้า เพื่อให้สามารถยืนยันความถูกต้องของจำนวนสินค้าเมื่อเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของระบบคลังที่มีอยู่เดิม รวมไปถึงเพื่อลดความผิดพลาดในการตรวจสอบสินค้า จาก

ผลการวิจัยปรากฏว่า การพัฒนาระบบสินค้าอัตโนมัติโดยใช้ RFID สามารถตอบสนองความต้องการในการตรวจสอบตรวจเช็คสินค้าได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง สามารถยืนยันการขนส่งสินค้าที่แน่นอนได้ สามารถตรวจสอบสินค้าคงคลังเปรียบเทียบกับยอดสินค้าที่มีอยู่จริงได้ รวมถึงตอบสนองลูกค้าในเรื่องข้อมูลการส่งออกสินค้าออกจากโรงงาน จากการทดลองนำมาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานจริง พบว่า ค่าความผิดพลาดในการตรวจสอบลดลงกว่าที่เป็นอยู่ประมาณร้อยละ 50 และใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบเร็วขึ้น เท่าจากการทำงานในแบบเดิม

นนทวัชร์ ธิติอัครศักดิ์ (2551) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบบาร์โค้ดมาใช้แทนที่ระบบบาร์โค้ดในกระบวนการบรรจุ โดยผู้วิจัยได้เข้าศึกษาขั้นตอนและรายละเอียดในการทำงานของศูนย์โลจิสติกส์เพื่อการส่งออกสำโรง บริษัทโตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย ซึ่งทางบริษัทได้มีการใช้เทคโนโลยีหรือระบบการบรรจุที่มีชื่อว่า ระบบ G-PAC ซึ่งทำงานร่วมกับระบบบาร์โค้ดในการติดตามข้อมูลชิ้นส่วนของรถยนต์ จากนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและความเป็นไปได้ในด้านต่างๆ เพื่อนำเทคโนโลยี RFID เข้ามาประยุกต์ใช้ทั้งในด้านสภาพปัญหาและอุปสรรค รวมถึงมองในด้านของผลที่คาดว่าจะได้รับหลังจากการนำเทคโนโลยี RFID เข้ามาใช้ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า เห็นควรให้ใช้ระบบเดิม คือระบบบาร์โค้ด เนื่องจากปัจจัยด้านต้นทุนของ Tag มีราคาสูง ประกอบกับ Tag ที่ต้องติดกับชิ้นส่วนรถยนต์ในจำนวนมาก รวมถึงปัญหาในการจัดเรียงสินค้ามีผลกระทบต่ออ่านข้อมูลที่ได้จาก Tag

ปานหทัย นิติลัทธิ (2552) ได้ศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้ RFID เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมการเข้า-ออก ประตูตรวจสอบอัตโนมัติ (e-Gate) โดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ กรณีศึกษาท่าเรือกรุงเทพ การท่าเรือแห่งประเทศไทย โดยทำการศึกษารูปแบบและกระบวนการทำงานของระบบควบคุมการเข้า-ออกประตูในระบบปัจจุบันของท่าเรือกรุงเทพและการประยุกต์ใช้ RFID สำหรับระบบควบคุมการเข้า-ออกประตูตรวจสอบอัตโนมัติ (e-Gate) เพื่อรองรับนโยบายการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของการท่าเรือแห่งประเทศไทยไปสู่ท่าเรืออิเล็กทรอนิกส์แบบเบ็ดเสร็จอัตโนมัติ (e-Port) ที่มุ่งเน้นประสิทธิภาพการให้บริการเป็นสำคัญ โดยสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Modeling) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของทั้งสองระบบด้วยโปรแกรม Arena 10.0 พบว่า การควบคุมระบบการเข้า-ออกประตูตรวจสอบอัตโนมัติ (e-Gate) ด้วยระยะเวลา UNIF (30,40) วินาที ทำให้ระยะเวลาดำเนินการรวมเฉลี่ยของรถบรรทุกที่อยู่ในระบบ (Truck Turnaround Time) ต่ำสุด จากนั้นจะนำผลลัพธ์ไปวิเคราะห์เพื่อหาระดับทรัพยากรที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) ภายใต้เป้าหมายระยะเวลารอคอยของรถบรรทุกผู้ใช้บริการต่ำสุด พบว่า ควรเพิ่มจำนวนปั้นจั่นหน้าท่า 20A และ 20AB 1 คัน และเพิ่มจำนวนช่องประตูตรวจสอบขาเข้า 1 ช่อง เพิ่มจำนวนรถคานยกเคลื่อน 1 คัน

วีรรากร หนูทอง และอนุกุล น้อยไม้ ได้นำเสนอการออกแบบเครื่องอ่าน RFID สำหรับงานควบคุมการเข้าออกเป็นการออกแบบเครื่องอ่าน RFID (Radio Frequency Identification) ย่านความถี่ 125 KHz เพื่อใช้งานประเภทควบคุมการเข้าออกสำนักงานต่างๆ โดยมีจุดประสงค์เพื่อทดแทนการนำเครื่องอ่าน RFID ราคาแพงจากต่างประเทศ โดยเครื่องอ่านที่จะต้องสามารถอ่านและเขียนบัตร RFID มาตรฐานทั่วไปได้ มีหน่วยแสดงผลแบบ LCD ขนาด 2 บรรทัด มีหน่วยความจำอีอีพรอม 8 กิโลไบต์สำหรับบันทึกข้อมูลการใช้งาน และสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต RS-232 ไดรฟ์

มานพ ธรรมสิริอนันต์, อภิศักดิ์ วรพิเชฐ และคณะ. ได้นำเสนอการออกแบบไมโครชิพ RFID ย่านความถี่ 13.56 MHz ในปัจจุบัน การใช้บัตรอัจฉริยะ (Smart Card) และระบบตรวจสอบรหัสโดยใช้ความถี่วิทยุ (RFID) เป็นที่ยอมรับอย่างสูงว่าเป็นเทคโนโลยีที่เอื้ออำนวยต่อการใช้งานที่ต้องการการปกป้องความแตกต่างหรือข้อมูลจำเพาะของแต่ละบุคคล ที่สามารถทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ รวดเร็ว และมีความเป็นอัตโนมัติกว่าระบบตรวจสอบรหัสในระบบอื่นๆ เช่น รหัสแบบแท่ง (Barcode) การใช้งานที่ง่ายและยังเพิ่มขีดความสามารถในการให้บริการเสริมในเชิงพาณิชย์ด้านต่างๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับเทคโนโลยีทางการเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ ยังผลให้การขยายตัวของการใช้งาน RFID/Smart Card สูงขึ้นอย่างก้าวกระโดด

นราศักดิ์ ผิวผ่อง, ภราดร ภูงค์คำ และคณะ. ได้นำเสนอการใช้บัตร RFID ในการบันทึกประวัติผู้ป่วยต่างๆโดยใช้ประโยชน์เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินระบบโรงพยาบาลก็จะมีการบันทึกฐานข้อมูลอยู่แล้วสามารถที่จะรู้ข้อมูลต่างๆได้เลยในตัวฐานข้อมูลสามารถที่จะเพิ่ม ลบ ปรับ และบันทึกได้โดยตัวหน้าต่างของโปรแกรมใช้โปรแกรม Visual Basic เป็นตัวสร้างการเชื่อมต่อตัวโมดูล RFID โดยส่งผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232 โดยตัวบัตรที่บันทึกข้อมูล ID ว่าจะยังสามารถใช้เปิดประตูห้อง โดยที่จะมีการบันทึกไว้ว่า ID ไหนผ่านได้และส่วนอื่นผ่านไม่ได้

ทศชัย สีหะวีรชาติ, รัชมี จันทร์บางและคณะ. ได้นำเสนอโครงการ RFID กับการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เป็นการนำ RFID มาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกสบายโดยการเปิดปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและสร้างความปลอดภัยในกรณีที่มีคนอื่นเข้ามาภายในบ้านพักและต้องการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ระบบนี้จะอนุญาตให้ผู้อื่นใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ได้ รวมถึงช่วยเรื่องการประหยัดไฟฟ้าได้ในกรณีที่ผู้ใช้ลืมปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าก่อนออกจากบ้านพักในกรณีที่ผู้พักอาศัยหลายคน แล้วมีผู้พักอาศัยที่ต้องการออกไปข้างนอกบ้านพักโดยไม่ต้องทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าปิดเพราะยังมีผู้พักอาศัยคนอื่นอยู่ก็สามารถเปิดประตูออกไปได้โดยการหมุนลูกบิดให้ประตูเปิดออก ซึ่งการหมุนลูกบิดนี้จะไม่มียุติยานส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ในการปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงทำให้เครื่องใช้ไฟฟ้าเปิดอยู่เช่นเดิม

จากรุ่นที่ ๓๓๓๓ และอังกฤษ สาธารณะ. ได้นำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้า ด้วยระบบ Radio Frequency Identification : RFID ของบริษัท เอ จำกัด คือในสถานะปัจจุบันผลิตภัณฑ์ เม็ดพลาสติกที่มีอยู่ในท้องตลาดมีการแข่งขันในหลายรูปแบบ ทั้งด้านราคาคุณภาพ แต่เนื่องจากเม็ดพลาสติกเป็นสินค้าที่มีลักษณะที่ทดแทนกันได้ ดังนั้นสถานะการแข่งขันด้านราคาจึงไม่ต่างกันมากนัก เพราะฉะนั้นการแข่งขันภายใต้สภาวะตลาดลักษณะนี้ ผู้ผลิตจึงจำเป็นต้องกลับมาพิจารณาถึงต้นทุนสินค้าคลังสินค้าเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อต้นทุน การเก็บสินค้าคงคลังมีทั้งผลดีและผลเสีย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละบริษัทที่จะบริหารคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัย จึงเล็งเห็นถึงความสำคัญของการที่คลังสินค้าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกวิจัย “การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าด้วยระบบ RFID ของบริษัท เอ จำกัด” เพื่อทำการค้นหาปัญหา แนวทางการแก้ไขปัญหา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อบริษัทและสังคมโดยรวม ด้วยการทำงานที่เร่งรีบและขั้นตอนการทำงานแบบ Manual ส่งผลให้เกิดแนวโน้มการจ่ายสินค้าผิดสูงชัน เนื่องจาก Human Error และสินค้าแตกเสียหายสูงชัน จากการดำเนินงานแบบ Double Handling ทั้งนี้ ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้ต้นทุนการดำเนินงานและต้นทุนสินค้าขึ้นในปี 2005 จากการศึกษาพบว่าแนวโน้มสินค้า แตกเสียหายเพิ่มขึ้น ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเทคโนโลยี RFID เข้ามาใช้ในการปฏิบัติงานภายในคลังสินค้าของบริษัท โดยการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและทางการเงิน ผลจากการศึกษาพบว่า เงินลงทุนเบื้องต้นอยู่ที่ 1,810,000 บาท โดยในระยะเริ่มต้นจะทำการติด RFID tag ที่ Pallet ซึ่งการลงทุนเริ่มต้นในครั้งนี้จะสามารถประหยัดต้นทุนได้ถึง 791,285 บาท ในปี 2010 มีระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 2 ปี 11 เดือน และมีอัตราผลตอบแทนของการลงทุน (ROI) เท่ากับ 43.71% ในปี 2010