

ระบบบริหารจัดการตู้รับฝากของโดยไบโอเมตริกซ์
LOCKER MANAGEMENT SYSTEM WITH NFC



รังโรจน์ บุญญารัตน์ผดุงเดช
เรืองศักดิ์ แก้วชัย

ปริญญานิพนธ์ต้นฉบับส่งมอบงานแก่กองการพัฒนาคณะบดีสุรนารีวิทยุวิทยุวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัย

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

ระบบบริหารจัดการตู้รับฝากของโดยใช้เอ็นเอฟซี
LOCKER MANAGEMENT SYSTEM WITH NFC



รุ่งโรจน์ บุญญารัตน์สถาพร
เรืองศักดิ์ แก้วอยู่

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบบริหารจัดการตู้รับฝากของโดยใช้เอ็นเอฟซี

LOCKER MANAGEMENT SYSTEM WITH NFC

ผู้จัดทำ

1. นายรุ่งโรจน์ บุญญรัตน์สถาพร รหัสนักศึกษา 53011366
2. นายเรืองศักดิ์ แก้วอยู่ รหัสนักศึกษา 53011371



[Handwritten signature]

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ประสาร ตังติสานนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบบริหารจัดการตู้รับฝากของโดยใช้เอ็นเอฟซี

นายรุ่งโรจน์ บุญญรัตน์สถาพร 53011366

นายเรืองศักดิ์ แก้วอยู่ 53011371

อาจารย์ประสาร ตั้งติสานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ที่อยู่บนโทรศัพท์มือถือเข้ามาประยุกต์ใช้กับระบบตู้รับฝากของภายในหอสมุดสถาบันฯ เนื่องจากระบบเก่าที่มีอยู่ไม่สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำจึงได้คิดค้นระบบต้นแบบในการบริหารจัดการตู้รับฝากของภายในหอสมุดสถาบันฯ โดยในส่วนของหน้าของระบบ ให้ผู้ใช้นำโทรศัพท์มือถือที่มีเทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้มาสัมผัสกับป้ายที่ติดอยู่บนตู้เพื่อทำการเปิดหรือปิดตู้รับฝากของ ซึ่งจะมีระบบรองรับเพื่อเปลี่ยนสถานะของตู้ ในส่วนหลังของระบบ จะมีระบบบริการจัดการของผู้ดูแลระบบในการเปิด-ปิดตู้ เพื่อควบคุมการเปิดหรือปิดตู้รับฝากของโดยไม่ต้องใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับในกรณีที่ผู้ใช้ใช้งานเกินจำนวนวันหรือทำโทรศัพท์มือถือสูญหาย และมีระบบเก็บสถิติและออกรายงานการใช้งานตู้รับฝากของ ซึ่งระบบทั้งหมด จะสามารถแก้ปัญหาการใช้ตู้รับฝากของในปัจจุบัน ทำให้ผู้ใช้งานตู้รับฝากของมีความสะดวกในการใช้งานที่มากขึ้น เพิ่มความน่าเชื่อถือ อำนวยความสะดวกของผู้ดูแล และเป็นระบบต้นแบบเพื่อนำไปติดตั้งใช้งานจริงในตู้รับฝากของที่หอสมุดสถาบันต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOCKER MANAGEMENT SYSTEM WITH NFC

Mr.Runrod Boonyaratsathaporn 53011366
Mr.Ruangsak Gaewyoo 53011371
Mr.Prasarn Tangtisanon Advisor
Academic Year 2013

ABSTRACT

The purpose of this project is to bring NFC (Near Field Communication) technology within mobile phone to apply for a locker management system within King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang 's library. Since the old system doesn't use efficiently for users. Because of this, producers have design a prototype system to manage lockers in a library. The new system consist of front-end and back-end system. In front-end system, users just only bring NFC enable phone in proximity to NFC tag sticked at front of lockers. The tag will operate mobile phone to connect wifi and send serial number to back-end system for processing locker's state. And in the back-end system has a management system for administrator to manage and control locker by manual, in case of too long use and NFC mobile phone has been stole or lost. Moreover, the system can keep statistic of usage and can generate a report from program. So, the new system will solve recent locker system problem, increase convenient to user and administrator, reliable and will be a prototype for apply to use at KMITL's library.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำและการให้คำปรึกษาของอาจารย์ประสาร ดังติสานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการจัดทำรายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้ามีความซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์ที่อนุเคราะห์ช่วยเหลือกลุ่มของข้าพเจ้า และขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสถาบันการศึกษาในอดีต ที่ให้โอกาสศึกษาทางศึกษาแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้เกื้อหนุนสถานที่ และอำนวยความสะดวกในการทำโครงการในภาคเรียนนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รวมทั้งเพื่อนต่างสาขาวิชา ที่คอยให้คำแนะนำ และเป็นกำลังใจให้กันตลอดการทำงาน

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เคารพรักรยิ่ง ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ เรื่อง ซึ่งข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การทำโครงการในครั้งนี้ นอกจากจะพัฒนาความรู้ให้แก่ตัวข้าพเจ้าแล้ว ยังอาจจะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อผู้อื่นได้ไม่มากนักน้อย

นาย รุ่งโรจน์

บุญญารัตน์สถาพร

นาย เรืองศักดิ์

แก้วอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.3.1 ส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ.....	2
1.3.2 ส่วนของโปรแกรมลงทะเบียนใช้งาน.....	2
1.3.3 ส่วนของโปรแกรมควบคุมตู้รับฝากของสำหรับผู้ดูแลระบบ.....	2
1.3.4 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	3
1.3.5 ส่วนของฐานข้อมูล.....	3
1.4 วิธีการดำเนินการ.....	3
1.6 ส่วนประกอบของปริญาานิพนธ์.....	4
1.7 ตารางเวลาของโครงการ.....	4
บทที่ 2.....	6
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ (NFC : Near Field Communication).....	6
2.1.1 ประวัติของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี.....	6
2.1.2 วิวัฒนาการของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี.....	6
2.2 องค์ประกอบพื้นฐานของเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้.....	7

สารบัญ (ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
2.2.1 ความหมายของอุปกรณ์ แอคทีฟ และ พาสซีฟ (Active and Passive device).....	7
2.2.2 ประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้ในเทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้.....	8
2.2.3 องค์ประกอบของอุปกรณ์เอ็นเอฟซีในโทรศัพท์เคลื่อนที่(NFC enable mobile phones).....	9
2.2.4 องค์ประกอบของป้ายเอ็นเอฟซี (NFC Tag).....	10
2.2.5 องค์ประกอบของเครื่องอ่านเอ็นเอฟซี (NFC Reader).....	11
2.3 รูปแบบการทำงานของ NFC.....	12
2.3.1 รูปแบบ NFC Card Emulation Mode.....	12
2.3.2 รูปแบบ Peer-to-Peer Mode.....	13
2.3.3 รูปแบบ Reader/Writer Mode.....	13
2.4 มาตรฐานของเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้.....	14
2.4.1 ภาพรวมของมาตรฐานเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้.....	14
2.4.2 มาตรฐานของป้ายเอ็นเอฟซี (NFC Tag).....	15
2.5 การเก็บข้อมูลภายในป้ายเอ็นเอฟซี (Storage of application data within NFC Tag).....	16
2.5.1 ข้อมูล (Data).....	16
2.5.2 เอ็นดีอีเอฟ (NDEF : NFC Data Exchange Format).....	17
2.5.3 โครงสร้างข้อมูลของเอ็นดีอีเอฟ.....	18
2.5.4 ตัวอย่างของการเขียนข้อมูลลงในป้ายเอ็นเอฟซี.....	21
2.5.5 ประเภทของป้ายเอ็นเอฟซี.....	23
NFC Forum Type 2 Tag.....	23
NTAG203.....	23
2.6 การประยุกต์การใช้งานเอ็นเอฟซี.....	24
2.6.1 ใช้จ่ายแทนบัตรเครดิต, เงินสด หรือเอทีเอ็ม.....	24

สารบัญ (ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
2.6.2 ตรวจสอบข้อมูลสินค้า	24
2.6.3 เอ็นเอฟซีแทนที่ตัวต่างๆ	25
2.6.4 การถ่ายโอนข้อมูล	26
2.6.5 โปสเตอร์อัจฉริยะ	26
2.7 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android OS).....	27
2.7.1 ประวัติของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android OS).....	27
2.7.2 โครงสร้างของแอนดรอยด์.....	28
2.7.3 รุ่นของแอนดรอยด์.....	30
บทที่ 3	32
การออกแบบและพัฒนา.....	32
3.1 ความต้องการของผู้ใช้งานระบบ.....	32
3.2 ความสามารถของระบบ	32
3.3 การออกแบบ.....	33
3.3.1 ภาพรวมของระบบ.....	33
3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ	34
3.3.2.1 การทำงานของระบบส่วนของการลงทะเบียน.....	34
3.3.2.2 การทำงานของระบบส่วนของการใช้งานระบบ.....	35
3.3.4 Use Case Diagram	39
3.4 หน้าต่างการใช้งาน	40
3.4.1 หน้าต่างโปรแกรมลงทะเบียน	40
3.4.2 หน้าต่างโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ.....	41
3.5 ส่วนของฐานข้อมูล	45
3.5.1 ER Diagram.....	45

สารบัญ (ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
3.5.2 ตารางฐานข้อมูล.....	46
บทที่ 4.....	48
การทดลองและผลการทดลอง.....	48
4.1 บทนำการทดลอง.....	48
4.2 ขั้นตอนการทดลองส่วนของแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ.....	48
4.2.1 ส่วนของการลงทะเบียน.....	48
4.2.1.1 กรณีที่ผู้ใช้เคยลงทะเบียนแล้ว.....	48
4.2.1.2 กรณีที่ผู้ใช้ไม่เคยลงทะเบียน.....	49
4.2.2 ส่วนของการใช้งานแอปพลิเคชัน.....	51
4.3 ขั้นตอนการทดลองส่วนของโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ.....	55
4.3.1 เมื่อผู้ใช้ต้องการเริ่มใช้งานโปรแกรม.....	55
4.4 ขั้นตอนการทดลองส่วนของโปรแกรมลงทะเบียน.....	60
4.5 ผลการทดลองโดยสรุป.....	61
บทที่ 5.....	62
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	62
5.1 บทสรุป.....	62
5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข.....	62
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	63
บรรณานุกรม.....	64
ภาคผนวก ก.....	65
ก1. คุณสมบัติของป้าย เอ็นเอฟซี-Mifare Ultralight (NTAG 203).....	65
ภาคผนวก ข.....	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การสืบค้นและเผยแพร่โดยไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดเป็นการฝ่าฝืนกฎหมายลิขสิทธิ์
 ข1. วงจรควบคุมการเปิด-ปิดตู้รับฝากของ การสืบค้นและเผยแพร่โดยไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดเป็นการฝ่าฝืนกฎหมายลิขสิทธิ์
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 ตารางเวลาของโครงการในภาคเรียนที่ 1	4
ตารางที่ 1.2 ตารางเวลาของโครงการในภาคเรียนที่ 2	5
ตารางที่ 2.1 วิวัฒนาการของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี.....	6
ตารางที่ 2.1(ต่อ) วิวัฒนาการของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี.....	7
ตารางที่ 2.2 การติดต่อสื่อสารของเอ็นเอฟซีระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ชนิดอื่น	8
ตารางที่ 2.3 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานเอ็นเอฟซีระหว่างมาตรฐาน ISO และ ECMA.....	14
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงมาตรฐานของป้ายเอ็นเอฟซี (NFC Tag).....	15
ตารางที่ 2.5 ค่าของ Type Name Format (TNF).....	20
ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละไบต์	21
ตารางที่ 2.6 (ต่อ) ตารางแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละไบต์	22
ตารางที่ 2.8 รุ่นและแพลตฟอร์มการทำงานจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	30
ตารางที่ 2.8 (ต่อ) รุ่นและแพลตฟอร์มการทำงานจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	31
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดตาราง Authen.....	46
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดตาราง Log.....	46
ตารางที่ 3.3 ตาราง Login.....	46
ตารางที่ 3.4 ตาราง Register.....	46
ตารางที่ 3.5 ตาราง Status.....	47
ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการทดลองจำนวนครั้งและความเร็วเฉลี่ยในการทำงาน.....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของชิพเอ็นเอฟซีภายในโทรศัพท์มือถือ.....	9
รูปที่ 2.2 องค์ประกอบภายในป้ายเอ็นเอฟซี.....	10
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างเครื่องอ่าน-เขียนเอ็นเอฟซี รุ่น ACR122U	12
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เอ็นเอฟซีในรูปแบบ Card Emulation mode.....	12
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เอ็นเอฟซีในรูปแบบ Peer to Peer mode	13
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เอ็นเอฟซีในรูปแบบ Reader/Writer mode.....	13
รูปที่ 2.7 กระบวนการเก็บข้อมูลลงในป้ายเอ็นเอฟซี.....	16
รูปที่ 2.8 การเก็บข้อมูลของเอ็นดีอีเอฟ	17
รูปที่ 2.9 โครงสร้างข้อมูลของเอ็นดีอีเอฟ	18
รูปที่ 2.10 ส่วนหัวของเอ็นดีอีเอฟ	19
รูปที่ 2.11 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการใช้จ่ายแทนบัตรเครดิต.....	24
รูปที่ 2.12 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการตรวจสอบข้อมูลสินค้า	25
รูปที่ 2.13 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการแทนที่ตัวประเภทต่างๆ	25
รูปที่ 2.14 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการส่งหรือโอนข้อมูล.....	26
รูปที่ 2.15 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการทำโสตเตอร์อัจฉริยะ	27
รูปที่ 3.1 ภาพแสดงการทำงานของระบบลงทะเบียน	34
รูปที่ 3.3 ผังการทำงานของแอปพลิเคชันควบคุมการเปิด-ปิดตู้	37
รูปที่ 3.4 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์.....	38
รูปที่ 3.5 ภาพแสดง Use Case Diagram.....	39
รูปที่ 3.6 หน้าต่างโปรแกรมลงทะเบียน.....	40
รูปที่ 3.7 หน้าต่างโปรแกรมลงทะเบียนหลังแตะบัตร	40
รูปที่ 3.8 หน้าต่างโปรแกรมลงทะเบียนเมื่อลงทะเบียนสำเร็จ.....	41
รูปที่ 3.9 (ก) ภาพหน้าต่างโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ	42

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
(ข) ภาพหน้าต่างกรอกหมายเลขลงทะเบียน.....	42
รูปที่ 3.10 ภาพผลลัพธ์ของการทำงานของแอปพลิเคชัน.....	43
(ก) ข้อความเมื่อปิดตู้รับฝากของสำเร็จ.....	43
(ข) ข้อความเมื่อเปิดตู้รับฝากของสำเร็จ.....	43
(ค) ข้อความเมื่อผู้ใช้ไปใช้ตู้รับฝากของที่คนอื่นใช้แล้ว.....	43
(ง) ข้อความเมื่อผู้ใช้ใช้งานตู้รับฝากของมากกว่าหนึ่งตู้.....	43
รูปที่ 3.11 หน้าต่างล็อกอินโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์.....	43
รูปที่ 3.12 หน้าต่างใช้งานโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์.....	44
รูปที่ 3.13 ภาพหน้าต่างแสดงสถานะ.....	45
รูปที่ 3.14 ภาพ ER Diagram.....	45
รูปที่ 4.1 ก) หน้าต่างการลงทะเบียน.....	49
รูปที่ 4.2 หน้าต่างลงทะเบียนหลังจากเลือก ‘ยังไม่เคยลงทะเบียน’.....	50
รูปที่ 4.3 ก) ผลลัพธ์กรณีกรอกหมายเลข 4 หลักถูกต้อง.....	51
รูปที่ 4.4 ก) หน้าต่างผู้ใช้งานกรณีผู้ใช้งานไม่ได้เปิดเอ็นเอฟซีก่อนเข้าแอปพลิเคชัน.....	52
รูปที่ 4.5 ภาพผลลัพธ์ของการทำงานของแอปพลิเคชัน.....	54
รูปที่ 4.6 หน้าต่างล็อกอินโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ.....	55
รูปที่ 4.7 หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ.....	56
รูปที่ 4.8 หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของกรณีปิดตู้รับฝากของผ่านโปรแกรม.....	56
รูปที่ 4.9 การแสดงปุ่มเริ่มทำงานของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ.....	57
รูปที่ 4.10 การแสดงเมนูของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ.....	57
รูปที่ 4.11 หน้าการใช้งานเมนูค้นหาประวัติของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ..	58
รูปที่ 4.12 การแสดงเมนูค้นหาประวัติของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ....	58
รูปที่ 4.13 การแสดงแถบคำสั่งของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ.....	59

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.14 การแสดงเมนูความช่วยเหลือของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ	59
รูปที่ 4.15 หน้าต่างเปลี่ยนของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ.....	59
รูปที่ 4.16 หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมลงทะเบียน	60
รูปที่ 4.17 หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมลงทะเบียนหลังนำบัตรนักศึกษาเข้ามาวางยังเครื่องอ่าน.....	60
รูปที่ ก.3 โครงสร้างของ One-Time programmable Bytes.....	67
รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมการเปิด-ปิดตู้รับฝากของทั้งหมดของระบบ.....	68
รูปที่ ข.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และอีเทอร์เน็ตโมดูล	69



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

ในการเดินทางมาเข้าใช้บริการหอสมุด ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเพื่อเข้ามาทำการอ่านหนังสือ ศึกษาค้นคว้าโครงการ หรือ สืบค้นข้อมูลสารนิเทศ โดยในบางครั้ง ผู้ที่เข้ามาใช้บริการหอสมุดอาจพบสัณนิษฐานมาด้วย ซึ่งผู้ให้บริการในแต่ละท่านก็มีการจัดการกับสัณนิษฐานที่แตกต่างกัน เช่น นำติดตัวไปด้วย หรือ นำไปฝากยังตู้รับฝากของที่หอสมุดได้เปิดให้บริการในห้องรับรองชั้นที่ 1 โดยการที่ผู้ให้บริการจะนำสัณนิษฐานไปกับตัวระหว่างที่เข้าใช้บริการหอสมุดนั้นอาจจะทำให้ตัวผู้ให้บริการเกิดความไม่สะดวกในการเข้าใช้บริการ ดังนั้นการนำสัณนิษฐานที่มีน้ำหนักมากมาฝากยังตู้รับฝากของจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการนำสัณนิษฐานไปฝากและเข้าใช้บริการภายในหอสมุด

แต่เนื่องจากระบบการทำงานของตู้รับฝากของภายในหอสมุดในปัจจุบันได้พบปัญหาที่สำคัญปัญหาเหล่านั้นคือ การที่ตู้รับฝากของถูกปิดล็อกถาวรอย่างบ่อยครั้งเพราะไม่ทราบรหัสผ่านก่อนหน้าของผู้ใช้บริการคนก่อนได้ตั้งไว้และผลไปปิดตู้รับฝากของ ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบตู้รับฝากของดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพในการใช้งานให้ดีเท่าที่ควร เนื่องจากในขั้นตอนการใช้ตู้รับฝากของ ผู้ใช้ต้องทำการตั้งรหัสผ่านขึ้นมา 4 หลัก และหมุนลูกบิดเพื่อปิดตู้ จากนั้น เมื่อผู้ให้บริการตู้รับฝากของต้องการที่จะนำสัณนิษฐานออกจากตู้ ผู้ใช้บริการจะต้องหมุนรหัสผ่านให้ตรงกับที่ตั้งไว้เพื่อเปิดตู้และรับสัณนิษฐานออกมา ซึ่งบ่อยครั้ง ผู้ใช้บริการจะทำการปิดตู้กลับไปอีกครั้ง จึงทำให้เกิดปัญหาตู้ถูกล็อกอย่างถาวร เพราะไม่มีใครทราบรหัสผ่าน 4 หลักที่ผู้ให้บริการคนก่อนได้ตั้งไว้ก่อนหน้า ทำให้บ่อยครั้งต้องมีการรีเซ็ตรหัสผ่านที่ตู้รับฝากของ เพื่อให้ผู้ใช้บริการท่านอื่นสามารถเข้าใช้บริการตู้รับฝากของได้

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ (NFC : Near Field Communication) ที่ทำงานได้กับทั้งโทรศัพท์มือถือและบัตรสมาร์ทการ์ด หรือจะเป็นเทคโนโลยีทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย สมาชิกในกลุ่มจึงเห็นถึงความสามารถของเทคโนโลยีที่ดังกล่าวมา และคาดว่าเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาของระบบบริหารจัดการตู้รับฝากของภายในหอสมุดของสถาบันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้บนโทรศัพท์มือถือ
- 2) เพื่อศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์
- 3) เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android)
- 4) เพื่อศึกษาและออกแบบฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลสถานะของฮาร์ดแวร์และข้อมูลของผู้ใช้บริการ
- 5) เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมติดต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือและไมโครคอนโทรลเลอร์
- 6) สามารถนำข้อมูลที่ได้ศึกษาและออกแบบ มาดำเนินการพัฒนาเป็นต้นแบบระบบบริหารจัดการตู้รับฝากของผ่านเทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้
- 7) สามารถออกแบบระบบเก็บข้อมูลการใช้งานตู้รับฝากของ เพื่อดูสถิติการใช้งานตู้รับฝากของภายในหอสมุดได้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ

เขียนโปรแกรมประยุกต์ (Application) เพื่อใช้งานบนโทรศัพท์มือถือสำหรับการสั่งเปิด-ปิดตู้รับฝากของ โดยการนำโทรศัพท์มือถือไปสัมผัสกับป้ายเอ็นเอฟซีที่ติดอยู่หน้าตู้รับฝากของ โปรแกรมประยุกต์ดังกล่าวจะถูกสั่งให้เปิดใช้งาน

1.3.2 ส่วนของโปรแกรมลงทะเบียนใช้งาน

เขียนโปรแกรมสำหรับลงทะเบียนใช้งานตู้รับฝากของ โดยการนำบัตรนักศึกษาที่ภายในบัตรมีข้อมูลรหัสศึกษามาสัมผัสกับเครื่องอ่านเพื่อเก็บข้อมูล จากนั้นผู้ใช้จะได้รับหมายเลขลงทะเบียน 5 หลักให้นำหมายเลขลงทะเบียนนั้นไปกรอกยังโทรศัพท์มือถือเพื่อลงทะเบียน

1.3.3 ส่วนของโปรแกรมควบคุมตู้รับฝากของสำหรับผู้ดูแลระบบ

เขียนโปรแกรมสำหรับรับข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือ ถ้าข้อมูลที่รับมามีความถูกต้อง โปรแกรมก็จะส่งคำสั่งการเปิด-ปิดตู้รับฝากของไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยโปรแกรมจะตรวจสอบข้อมูลต่างๆที่ถูกส่งมาจากโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ และสามารถยืนยันยืนยันความเป็นเจ้าของในการเข้าใช้งานตู้รับฝากของได้ และมีหน้าต่างการใช้งานสำหรับผู้ดูแลระบบให้สามารถบริหารจัดการตู้รับ

ฝากของได้ ซึ่งโปรแกรมจะมีการบันทึกการใช้งานผู้รับฝากของ และมีการระงับการใช้งานของผู้ใช้ที่
ทำผิดกฎของการใช้งานผู้รับฝากของ

1.3.4 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

เขียนชุดคำสั่งเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดผู้รับฝากของ เมื่อได้รับคำสั่งจากโปรแกรมควบคุมผ่าน
ระบบเครือข่าย

1.3.5 ส่วนของฐานข้อมูล

ส่วนของฐานข้อมูลจะมีการใช้งานมาจากส่วนของโปรแกรมควบคุมแบ่งได้ 2 ตาราง

- 1) ตาราง Log จะทำการเก็บข้อมูลสถิติการใช้งานผู้รับฝากของ โดยจะเก็บหมายเลขของผู้รับ
ฝากของ, เลขหมายประจำโทรศัพท์มือถือ (IMEI), วันและเวลาที่เข้าใช้งานผู้รับฝากของ
- 2) ตาราง Block จะทำการเก็บข้อมูลของผู้ใช้ที่ทำผิดกฎ โดยจะเก็บเลขหมายประจำ
โทรศัพท์มือถือ (IMEI), วันและเวลาที่ถูกระงับการใช้งาน

1.4 วิธีการดำเนินการ

- 1) ศึกษาการเขียนโปรแกรมประยุกต์ในโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 2) ศึกษาหลักการทำงานของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี และการอ่าน-เขียนข้อมูลลงในแท็กเอ็นเอฟซี
- 3) ศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น
- 4) ศึกษาและพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้โปรแกรม Visual C#
- 5) ศึกษาและออกแบบฐานข้อมูลสำหรับบันทึกสถิติการใช้งานผู้รับฝากของ โดยใช้โปรแกรม
MySQL
- 6) นำส่วนประกอบต่างๆที่ได้ศึกษาและออกแบบมาประกอบกันเป็นระบบ ทำการทดสอบ
ประเมินผล และแก้ไขระบบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ความรู้ในเรื่องเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ และการอ่าน-เขียนแท็ก
- 2) ความรู้ในเรื่องการเขียนชุดคำสั่งควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
- 3) ความรู้ในเรื่องการออกแบบฐานข้อมูล
- 4) สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ติดต่อกับฐานข้อมูล
- 5) สามารถเขียนโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้กับโทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่สามารถนำ
ไปทำซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 6) สามารถนำความรู้และความสามารถที่ได้ศึกษาและทดลองมาสร้างระบบต้นแบบบริหารจัดการตู้รับฝากของ

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ในปริญญานิพนธ์ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท ดังนี้

บทที่ 1 เป็นเนื้อหาในส่วนของบทนำ กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ

วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ วิธีการดำเนินการ และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

บทที่ 2 เป็นเนื้อหาที่กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงการ หลักการทำงาน และการนำทฤษฎีไปประยุกต์ใช้งาน

บทที่ 3 เป็นเนื้อหาในส่วนของกรอบระบบ กล่าวถึงภาพรวมของระบบ ภาพรวมของโปรแกรม ภาพรวมของไมโครคอนโทรลเลอร์ รายละเอียดตารางในฐานข้อมูล และส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

บทที่ 4 เป็นเนื้อหาในส่วนของผลการดำเนินงานและการทดลอง กล่าวถึงการทดลองอ่าน-เขียนแท็กเอ็นเอฟซี ส่วนในการทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ควบคุมการเปิด-ปิดของตู้รับฝากของ

บทที่ 5 เป็นเนื้อหาในส่วนของสรุปผลการทดลองปัญหาที่พบและการเสนอแนะแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้น

1.7 ตารางเวลาของโครงการ

ตารางที่ 1.1 ตารางเวลาของโครงการในภาคเรียนที่ 1

งาน	สัปดาห์ที่																			
	มิถุนายน				กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
คิดขอบเขตโครงการ ความต้องการของระบบ	■	■																		
ศึกษาการเขียนแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์	■	■	■																	
ศึกษาการอ่าน-เขียนข้อมูลลงในแท็กเอ็นเอฟซีและการทำงาน				■	■	■														
ศึกษาการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์					■	■	■													
ศึกษาวิธีการออกแบบฐานข้อมูล								■	■	■										
ออกแบบระบบต้นแบบการบริหารจัดการตู้รับฝากของเบื้องต้น												■	■	■	■					

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติความเป็นมาของเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ (NFC : Near Field Communication)

2.1.1 ประวัติของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี

ประวัติเริ่มต้นของเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ หรือเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีนั้น เริ่มต้นจากการร่วมกันก่อตั้งขึ้นจากบริษัทผู้ผลิตโทรศัพท์เคลื่อนที่ ประกอบไปด้วยบริษัท Nokia, Phillips และ Sony ได้ร่วมกันก่อตั้งสภาแห่งเอ็นเอฟซีขึ้น (NFC Forum) เพื่อทำการวิจัยและกำหนดมาตรฐานของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีในปี ค.ศ. 2004 โดยต่อมา ในปี ค.ศ. 2006 สภาเอ็นเอฟซี ก็ได้มีการกำหนดมาตรฐานของป้ายเอ็นเอฟซี(NFC Tag) ขึ้นครั้งแรก และมีการคิดค้นโปสเตอร์อัจฉริยะ (Smart Poster) ขึ้นเป็นครั้งแรก อีกทั้งในปีเดียวกัน ได้เกิดโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นแรกที่สามารถใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซีได้ นั่นคือ โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อ Nokia รุ่น 6131 ที่สามารถทำการอ่าน-เขียนข้อมูลผ่านทางไมโครชิพภายในโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

2.1.2 วิวัฒนาการของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี

วิวัฒนาการของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี ได้มีการคิดค้นและดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามช่วงเวลาด้านล่างนี้

ตารางที่ 2.1 วิวัฒนาการของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี

ช่วงเวลา (ปี ค.ศ.)	รายละเอียดของวิวัฒนาการ
2002	บริษัท Sony และ Phillips ได้ตกลงร่วมกันพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ขึ้น และเผยแพร่แบบร่างของเทคโนโลยีใหม่ ในวันที่ มีนาคม ปี ค.ศ 252002
2004	Nokia, Sony และ Philips จัดตั้งสภาเอ็นเอฟซี (NFC Forum) ขึ้น จึงเป็นการเรียกชื่อเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีครั้งแรก
2006	มีการกำหนดมาตรฐานของป้ายเอ็นเอฟซี(NFC Tag) ขึ้นครั้งแรก
	มีการคิดค้นโปสเตอร์อัจฉริยะ (Smart Poster) ขึ้นครั้งแรก
	เกิดโทรศัพท์มือถือที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีรุ่นแรก คือ Nokia 6131

ตารางที่ 2.1(ต่อ) วิวัฒนาการของเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี

ช่วงเวลา (ปี ค.ศ.)	รายละเอียดของวิวัฒนาการ
2009	สภาเอ็นเอฟซีได้กำหนดมาตรฐานรูปแบบการส่งข้อมูลแบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to-Peer)
2010	เกิดโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซี เครื่องแรก คือยี่ห้อ Samsung รุ่น Nexus S
2012	Sony ได้เปิดตัว Smart Tags เพื่อใช้ในการเปลี่ยนโหมดการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ของบริษัท ส่วน Samsung ก็ได้เปิดตัว TecTile เพื่อใช้ทำงานคู่กับแอปพลิเคชันของโทรศัพท์เคลื่อนที่ภายในบริษัท
2013	Samsung และ Visa ได้ลงนามร่วมกันเพื่อทำการพัฒนาการชำระเงินผ่านทางโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี

2.2 องค์ประกอบพื้นฐานของเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้

2.2.1 ความหมายของอุปกรณ์ แอคทีฟ และ พาสซีฟ (Active and Passive device)

นิยามของอุปกรณ์แอคทีฟและพาสซีฟถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการที่จะเข้าใจเทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้ อุปกรณ์แอคทีฟ (Active device) หมายถึงอุปกรณ์ที่ได้รับพลังงานมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า เช่น แบตเตอรี่ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ด้วยตนเอง โดยตัวอย่างของอุปกรณ์แอคทีฟ คือ โทรศัพท์มือถือ, เครื่องอ่าน-เขียนเอ็นเอฟซี หรืออุปกรณ์ใดๆที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี

ส่วนอุปกรณ์พาสซีฟ (Passive device) จะเป็นอุปกรณ์ที่ไม่มีพลังงานมาจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า ดังนั้นอุปกรณ์พาสซีฟ จะต้องการพลังงานเพื่อทำงาน ซึ่งพลังงานที่ได้ก็คือ พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากอุปกรณ์ประเภทแอคทีฟนั่นเอง โดยอุปกรณ์แอคทีฟจะทำการปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์พาสซีฟเพื่อให้พลังงาน เพื่อให้อุปกรณ์พาสซีฟมีพลังงานไปใช้ในการเก็บหรือส่งข้อมูลมายังอุปกรณ์แอคทีฟนั่นเอง

จากความหมายของอุปกรณ์ที่ใช้ในเทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้ จะเห็นได้ว่า อุปกรณ์แอคทีฟจะมีหน้าที่ในการอ่านหรือเขียนข้อมูลลงไปบนอุปกรณ์แอคทีฟเหมือนกัน หรืออุปกรณ์พาสซีฟ ส่วนอุปกรณ์พาสซีฟจะมีหน้าที่เก็บและส่งข้อมูลให้อุปกรณ์ประเภทแอคทีฟเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

เอกสารนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้ในเทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้

การที่เทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้จะสามารถทำงานได้ในแต่ละรูปแบบนั้น จะต้องมีการใช้อุปกรณ์ ที่สามารถทำงานโดยใช้การสื่อสารระยะใกล้ 3 ประเภท คือ

- 1) อุปกรณ์เอ็นเอฟซีที่ทำงานในโทรศัพท์เคลื่อนที่ (NFC enable mobile phones) ที่นิยมใช้ จะเป็นการนำชิพฝังเข้าไปในโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้โทรศัพท์มือถือ
- 2) เครื่องอ่าน-เขียนเอ็นเอฟซี (NFC Reader-Writer terminal) จะเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ในรูปแบบ Active คือจะต้องมีการส่งหรือรับข้อมูลกับอุปกรณ์เอ็นเอฟซีด้วยกัน หรือนำไปใช้ทำงานกับป้ายเอ็นเอฟซี โดยเครื่องอ่านเอ็นเอฟซีสามารถแบ่งได้สองรูปแบบคือ แบบภายใน (internal) และแบบภายนอก (external) โดยแบบภายในสามารถพบได้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ Samsung รุ่นS4 และแบบภายนอกสามารถพบได้ในรูปแบบของเครื่องอ่าน NFC เช่น เครื่องอ่านเอ็นเอฟซี ACR รุ่น122U
- 3) ป้ายเอ็นเอฟซี(NFC Tag) จะใช้ในการเก็บข้อมูลขนาดเล็ก โดยทำงานในรูปแบบ Passive คือจะต้องมีคลื่นความถี่วิทยุมากระตุ้นการทำงาน ซึ่งจะเกิดจากการนำป้ายนี้ไปแตะกับเครื่องอ่านเอ็นเอฟซี โดยประเภทของป้ายเอ็นเอฟซีสามารถแบ่งได้ 4 ประเภทคือ type1,type2,type3 และ type4

ตารางที่ 2.2 การติดต่อสื่อสารของเอ็นเอฟซีระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ชนิดอื่น

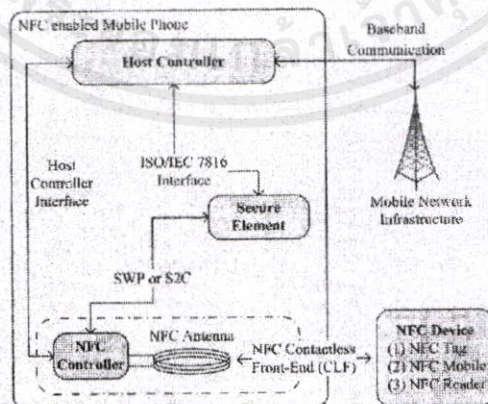
	การติดต่อสื่อสารของอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีในรูปแบบการทำงาน		
	Peer to Peer mode	Reader /Writer mode	Card emulation mode
ติดต่อกับอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีด้วยกัน ในรูปแบบ Peer to Peer mode	/		
ติดต่อกับอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีด้วยกันในรูปแบบ Reader/Writer mode			/
ติดต่อกับอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีด้วยกันในรูปแบบ Card emulation mode		/	
ติดต่อกับป้ายเอ็นเอฟซี		/	
ติดต่อกับเครื่องอ่าน-เขียนเอ็นเอฟซี			/

จากตาราง จะเห็นได้ว่า ถ้าอุปกรณ์ A มีการเปิดรูปแบบการทำงานของเอ็นเอฟซีแบบ Peer to Peer mode ถ้าอุปกรณ์ B เป็นอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี อุปกรณ์ B จะต้องเปิดรูปแบบการทำงานของเอ็นเอฟซีแบบ Peer to Peer mode เช่นเดียวกัน หรือในอีกกรณีหนึ่ง ถ้าการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เป็น อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีกับป้ายเอ็นเอฟซี อุปกรณ์ดังกล่าวจะต้องติดต่อสื่อสารกับป้ายเอ็นเอฟซีด้วยรูปแบบการทำงานแบบ Reader/Writer mode นั่นคือ อุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีจะทำหน้าที่เป็นตัวอ่านหรือเขียนข้อมูลลงในป้ายเอ็นเอฟซี

2.2.3 องค์ประกอบของอุปกรณ์เอ็นเอฟซีในโทรศัพท์เคลื่อนที่(NFC enable mobile phones)

อุปกรณ์เอ็นเอฟซีในโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น มีลักษณะเป็นชิปฝังอยู่ในโทรศัพท์มือถือ ดังนั้นอุปกรณ์ชนิดนี้จะเป็นอุปกรณ์ประเภทแอกทีฟ ซึ่งสามารถอ่าน-เขียนข้อมูลลงในอุปกรณ์ประเภทแอกทีฟที่ทำหน้าที่เป็นบัตรเก็บข้อมูล หรืออ่าน-เขียนลงในอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟเช่น ป้ายเอ็นเอฟซี ซึ่งส่วนประกอบของอุปกรณ์เอ็นเอฟซีในโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถแบ่งได้เป็น

- 1) แผงควบคุมเอ็นเอฟซี (NFC Controller) จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเสาอากาศเวลาที่มีสัญญาณเข้า-ออก และเป็นตัวควบคุมข้อมูลที่ได้รับจากองค์ประกอบที่มีความปลอดภัย
- 2) เสาอากาศ (NFC Antenna) ทำหน้าที่เป็นตัวรับ-ส่งสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปยังแผงควบคุมเอ็นเอฟซี โดยรอรับการเชื่อมต่อจากอุปกรณ์ที่มีเอ็นเอฟซีด้วยกัน เช่น ป้ายเอ็นเอฟซี , โทรศัพท์มือถือที่มีเอ็นเอฟซี หรือเครื่องอ่าน-เขียนเอ็นเอฟซี เป็นต้น
- 3) องค์ประกอบที่มีความปลอดภัย (Secure Element) ทำหน้าที่เป็นส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลที่ต้องการความปลอดภัย เช่น เลขที่บัญชี เลขบัตรเครดิต เพื่อป้องกันการจารกรรมข้อมูล



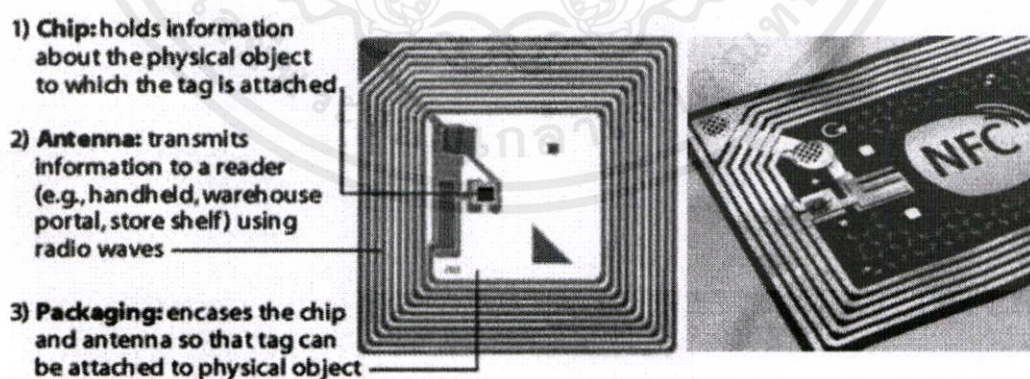
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของชิปเอ็นเอฟซีภายในโทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 องค์ประกอบของป้ายเอ็นเอฟซี (NFC Tag)

ป้ายเอ็นเอฟซี (NFC Tag) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลขนาดเล็ก ทำงานแบบพาสซีฟ โดยจะต้องรับคลื่นความถี่แม่เหล็กไฟฟ้าจากอุปกรณ์ประเภทแอคทีฟ เช่น เครื่องอ่านเอ็นเอฟซีหรือชิพในโทรศัพท์มือถือ แล้วจึงส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ต้นทางที่ตั้งที่กล่าวมา โดยภายในป้าย จะประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญต่างๆ 3 ส่วน ดังนี้

- 1) ไมโครชิพ (Microchip) จะประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วน ส่วนแรกคือ ส่วนที่เป็นแหล่งของพลังงาน มีหน้าที่ในการแปลงกระแสสลับ (AC) จากเสาอากาศของเครื่องอ่าน เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับส่วนต่างๆของป้าย ส่วนที่สองคือส่วนที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ (Modulator) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากเครื่องอ่านเอ็นเอฟซีและส่งข้อมูลกลับให้เครื่องอ่านเอ็นเอฟซี ส่วนที่สาม จะทำหน้าที่กำหนดโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องอ่านเอ็นเอฟซีกับป้าย และส่วนสุดท้ายคือส่วนที่เป็นหน่วยความจำ
- 2) เสาอากาศ (Antenna) เป็นส่วนที่ใช้ในการนำพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากเครื่องอ่านเพื่อทำให้ป้ายมีพลังงานในการส่งและรับข้อมูลจากเครื่องอ่าน โดยเสาอากาศถือเป็นส่วนประกอบสำคัญของป้ายเอ็นเอฟซีอย่างมาก เนื่องจากจะเป็นตัวรับ-ส่งข้อมูล ถ้าส่วนของเสาอากาศเสีย ก็จะทำให้ป้ายเอ็นเอฟซีใช้งานไม่ได้ในทันที
- 3) ส่วนห่อหุ้มป้าย (Packaging) เป็นส่วนกรอบที่ใช้สำหรับครอบไมโครชิพและเสาอากาศเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเมื่อนำป้ายไปสัมผัสกับอุปกรณ์อื่น



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบภายในป้ายเอ็นเอฟซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 องค์ประกอบของเครื่องอ่านเอ็นเอฟซี (NFC Reader)

เครื่องอ่านเอ็นเอฟซี เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านและเขียนข้อมูลลงในป้ายเอ็นเอฟซี โดยในการเขียนข้อมูล จะเป็นการเชื่อมโยงตัวป้ายกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่าน-เขียน เราจะเรียกว่า Commission Tag ส่วนการบันทึกข้อมูลใหม่ลงในป้ายเอ็นเอฟซี ซึ่งเปรียบเหมือนการลบข้อมูลเก่าทิ้งแล้วเขียนลงไปใหม่ เราจะเรียกว่า Decommissioning Tag โดยส่วนประกอบของเครื่องอ่าน จะประกอบไปด้วย

- 1) ส่วนการส่งข้อมูล ส่วนนี้จะรับผิดชอบในการส่งสัญญาณจากเครื่องอ่าน และรับสัญญาณจากป้ายเอ็นเอฟซี ที่ส่งกลับให้กับเสาอากาศของเครื่องอ่าน
- 2) ส่วนการรับข้อมูล ส่วนนี้จะรับข้อมูลจากป้ายเอ็นเอฟซี หลังจากได้รับข้อมูลจากแท็กแล้วจะส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนไมโครโพรเซสเซอร์
- 3) ส่วนไมโครโพรเซสเซอร์ ส่วนนี้จะรับผิดชอบในการติดต่อสื่อสารกับป้ายเอ็นเอฟซีกับเครื่องอ่าน โดยจะทำหน้าที่เป็นตัวแปลงโปรโทคอลทำการแปลงข้อมูลและตรวจสอบหลังจากได้รับข้อมูลจากป้าย โดยในการแปลงข้อมูลจะแปลงจากสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อก
- 4) ส่วนความจำ ส่วนนี้จะใช้ในการเก็บข้อมูล เช่น ข้อมูลจากป้าย โดยในการทำงานบางครั้งเมื่อส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องอ่าน, ส่วนควบคุม หรือส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ อาจมีปัญหาในการทำงาน ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายของข้อมูล ดังนั้นส่วนความจำนี้จะทำหน้าที่ในการเก็บความจำที่จะทำให้ข้อมูลที่อ่านจากป้ายไม่สูญหาย โดยการเก็บความจำจะขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยความจำในป้าย อย่างไรก็ตาม ส่วนความจำก็มีขนาดที่จำกัด ถ้าส่วนความจำเกิดเต็มอาจจะมีผลทำให้ข้อมูลที่อ่านจากป้ายมีโอกาสสูญหายได้
- 5) ส่วนการรับและส่งออกข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น การรับข้อมูลจากเซนเซอร์ เป็นต้น โดยในความเป็นจริงแล้ว เครื่องอ่านไม่จำเป็นต้องเปิดการทำงานตลอดเวลา เนื่องจากในบางครั้งตัวป้ายอาจจะเข้ามาใช้งานเครื่องอ่านไม่คุ้มค่า ซึ่งถ้าเปิดเครื่องอ่านไว้ตลอดเวลา จะเป็นการสิ้นเปลืองโดยใช่เหตุ ดังนั้นการทำงานส่วนนี้จะเป็นการเปิด-ปิด เครื่องอ่าน เมื่อมีป้ายเข้ามาใช้งาน เซนเซอร์จะส่งข้อมูลไปกระตุ้นให้เครื่องอ่านทำงาน
- 6) อุปกรณ์ควบคุม(Controller) อุปกรณ์ควบคุมจะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เชื่อมต่อชนิดอื่น นอกจากนั้นยังเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของเครื่องอ่าน
- 7) ส่วนการสื่อสาร ส่วนนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการติดต่อสื่อสารของเครื่องอ่าน โดยส่วนนี้จะทำการต่อเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ควบคุมกับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งอุปกรณ์สื่อสารนั้น สามารถทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันการศึกษานี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษานี้เป็นการค้าไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ได้หลายรูปแบบเช่น การสื่อสารแบบอนุกรม (Serial) หรือแบบเครือข่าย (Network) โดยใน

การจะติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ จะต้องทำงานโดยผ่านการสั่งงานของอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งรูปแบบของการติดต่อสื่อสารนั้นจะเป็นการเก็บข้อมูล การรับคำสั่ง และการส่งข้อมูลกลับ



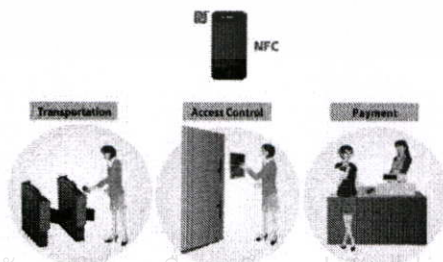
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างเครื่องอ่าน-เขียนเอ็นเอฟซี รุ่น ACR122U

- 8) ส่วนแหล่งพลังงาน ส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับเครื่องอ่าน โดยจะรับพลังงานจากภายนอก และส่งผ่านเข้ามายังเครื่องอ่านโดยแหล่งพลังงานนี้

2.3 รูปแบบการทำงานของ NFC

2.3.1 รูปแบบ NFC Card Emulation Mode

รูปแบบการทำงานนี้จะทำงานเสมือนเป็นบัตร Contactless ซึ่งหมายความว่าอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือตามมาตรฐานเอ็นเอฟซีจะทำตัวเป็นบัตร Contactless Smart Card เพื่อใช้ในการทำธุรกรรม ซึ่งมีการนำมาใช้งานจริงในประเทศไทยแล้ว เช่น Touch SIM จาก True ซึ่งใช้กับระบบ Truemoney หรือเป็นบัตรเครดิต Visa Wave เช่น GSM Mobile payWave จาก AIS และธนาคารกสิกรไทยบนมือถือโนเกีย ซึ่งในรูปแบบการทำงานประเภทนี้ จะเป็นรูปแบบการทำงานที่นำมาประยุกต์ใช้ในโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆที่ รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เอ็นเอฟซีในรูปแบบ Card Emulation mode การนำไปใช้

2.3.2 รูปแบบ Peer-to-Peer Mode

ในโหมดนี้จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์เอ็นเอฟซีด้วยกัน คล้ายกับการที่มีมือถือมี Bluetooth แล้วทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยแตะเครื่องเข้าด้วยกันแล้วแลกเปลี่ยนข้อมูลเช่นนามบัตร รูปถ่าย แฟ้มข้อมูลอื่นๆ แต่สำหรับเอ็นเอฟซีแล้ว ไม่ต้องมีการจับคู่เหมือน Bluetooth เพียงแค่เลือกข้อมูลที่ต้องการแลกเปลี่ยนแล้วนำอุปกรณ์เอ็นเอฟซีที่รองรับโหมดนี้มาแตะกัน ข้อมูลก็จะทำการถ่ายโอนกันระหว่างเครื่อง เพราะรัศมีทำการของเอ็นเอฟซีอยู่ในระดับน้อยกว่า 10 ซม



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เอ็นเอฟซีในรูปแบบ Peer to Peer mode

2.3.3 รูปแบบ Reader/Writer Mode

ในโหมดนี้จะเกี่ยวข้องกับการสื่อสารของเอ็นเอฟซี ในโทรศัพท์เคลื่อนที่กับป้ายเอ็นเอฟซีของทั้งการอ่านข้อมูลจากป้ายเอ็นเอฟซี หรือเขียนข้อมูลไปยังป้ายเอ็นเอฟซี ในโหมดนี้อุปกรณ์เอ็นเอฟซีสามารถทำตัวเสมือนเป็นเครื่องอ่านเขียน Contactless Smart Card (Tag) โดยจะสามารถอ่านข้อมูลจากเอ็นเอฟซี ที่ติดอยู่ในจุดให้บริการข้อมูล การประยุกต์ใช้งานเช่น ทำการส่งเสริมการขายโดยแจกคูปองส่วนลดสำหรับ 50 คนแรกที่มาอ่านโฆษณาที่จุดให้บริการ ซึ่งการกำหนดจำนวนแบบนี้ไม่สามารถทำได้โดยการใช้ 2D Bar Code



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้เอ็นเอฟซีในรูปแบบ Reader/Writer mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 มาตรฐานของเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้

2.4.1 ภาพรวมของมาตรฐานเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้

มาตรฐานระหว่างประเทศสำหรับในการใช้งานเอ็นเอฟซีจะมี 2 หน่วยงานหลักเป็นผู้ควบคุมดูแล คือ International Organization Standard for Organization หรือ ISO (<http://www.iso.org>) และ European association for standardizing information and communication systems หรือ ECMA โดยมีการกำหนดมาตรฐานไว้สองด้าน คือ ด้านเทคโนโลยี และรูปแบบของข้อมูล ซึ่งทั้งสองหน่วยงานได้มีการกำหนดมาตรฐานต่างๆ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานเอ็นเอฟซีระหว่างมาตรฐาน ISO และ ECMA

	ISO/IEC	ECMA
เทคโนโลยี	<ul style="list-style-type: none"> ● ISO/IEC 18092 for Near Field Communication Interface and Protocol-1 ● ISO/IEC 21481 for Near Field Communication Interface and Protocol-2 ● Clock Frequency 13.56 MHz ● Signal range 4-10 cm ● Bit coding speed 106,212,424 kb/s ● Bit coding type Manchester ISO/IEC 14443 type A, B for NFC tag type 1,2,4 	<ul style="list-style-type: none"> ● ECMA-340 for Near Field Communication Interface and Protocol-1 ● ECMA-352 for Near Field Communication Interface and Protocol-2 ● Clock Frequency 13.56 MHz \pm 7 kHz ● 4 NFC-WI states includes Off states, Activating states, Deactivating states, On states ● Bit coding speed 106,212,424 kb/s ● Bit coding type Manchester
รูปแบบของข้อมูล	NFC Data Exchange Format (NDEF) Record	NFC Data Exchange Format (NDEF) Record

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 มาตรฐานของป้ายเอ็นเอฟซี (NFC Tag)

โดยมาตรฐานของป้ายเอ็นเอฟซีถูกแบ่งเป็น 4 ประเภทจากการแบ่งของสภาเอ็นเอฟซี (NFC Forum) โดยป้ายแต่ละประเภทจะแตกต่างกันตาม มาตรฐานที่รับรอง, ผู้ผลิต และขนาดของหน่วยความจำ

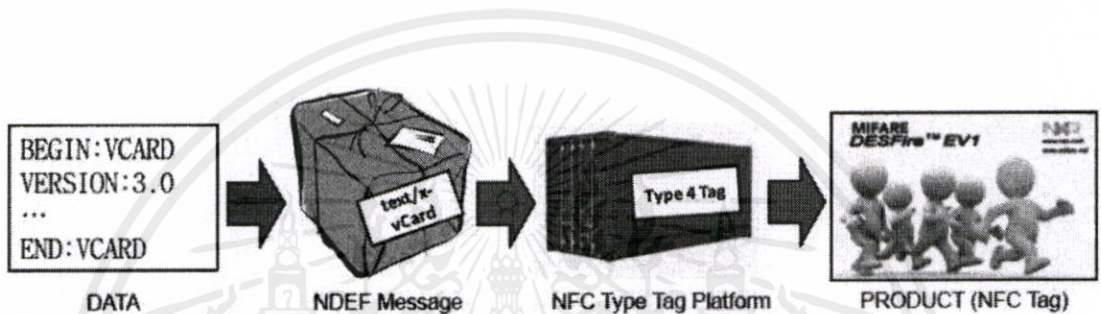
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงมาตรฐานของป้ายเอ็นเอฟซี (NFC Tag)

Parameter	NFC Tag type1	NFC Tag type2	NFC Tag type3	NFC Tag type4
มาตรฐานที่ขึ้นตรง	ISO/IEC 14443 แบบ A	ISO/IEC 14443 แบบ A	FeliCa	ISO/IEC 14443 แบบ A,B
ชื่อของชิพ	Topaz	MIFARE	FeliCa	DESFire,SmartM X-JCOP
ขนาดหน่วยความจำ	ไม่เกิน 1 kB	ไม่เกิน 2 kB	ไม่เกิน 1 MB	ไม่เกิน 64 kB
อัตราการส่งข้อมูล (kbps)	106	106	212	106-424
การดำเนินการด้านความปลอดภัย	16- or 32- bit digital signature	ไม่มีความปลอดภัย	16- or 32- bit digital signature	มีหลายรูปแบบ
ชื่อบริษัทผู้ผลิต	Innovision Research and Technology	Philips/NXP	Sony	มีหลายผู้ผลิต
ราคาต่อหน่วย	ถูก	ถูก	แพง	ปานกลาง/แพง
ลักษณะงานที่นำไปใช้	โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานแบบเดี่ยว และใช้หน่วยความจำที่น้อย		โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานหลาย โปรแกรมพร้อมกันและใช้หน่วยความจำ มาก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การเก็บข้อมูลภายในป้ายเอ็นเอฟซี (Storage of application data within NFC Tag)

ป้ายเอ็นเอฟซี(NFC Tag) เป็นอุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับเทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้ที่ทำงานในรูปแบบพาสซีฟ ซึ่งต้องได้รับพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากอุปกรณ์ประเภทแอคทีฟ เพื่อเป็นพลังงานในการอ่านหรือเก็บข้อมูลลงในป้าย ซึ่งในกระบวนการเก็บข้อมูลลงในป้ายนั้น จะแบ่งหลักๆได้เป็น 4 ส่วน ดังภาพ



รูปที่ 2.7 กระบวนการเก็บข้อมูลลงในป้ายเอ็นเอฟซี

2.5.1 ข้อมูล (Data)

เป็นส่วนที่เป็นข้อมูลดิบหรือข้อมูลจริงที่สามารถเก็บลงไปในป้ายเอ็นเอฟซีได้ ตัวอย่างของข้อมูลที่สามารถเก็บได้มีดังนี้

- 1) Uniform Resource Identifier (URI)
 - URL : “http://www.ce.kmitl.ac.th/subject.php”
 - หมายเลขโทรศัพท์ : “tel:+6682 6868 8948”
 - ข้อความสั้น (SMS) “sms:+66826868948?Body=IloveCE!”
 - การส่งอีเมลล์ : “mailto:abc@gmail.com”
- 2) ข้อความ (Text)
 - “Hello world”, “Computer Engineer”
- 3) โปสเตอร์อัจฉริยะ (Smart Poster) ซึ่งเกิดจาก URI + Text
 - “CE KMITL” + “www.reg.kmitl.ac.th”
- 4) การส่งพารามิเตอร์ (Handover Parameter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ การส่งให้อุปกรณ์ที่มีเอ็นเอฟซีเปิดบลูทูธของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) นามบัตรอิเล็กทรอนิกส์ (Business card)

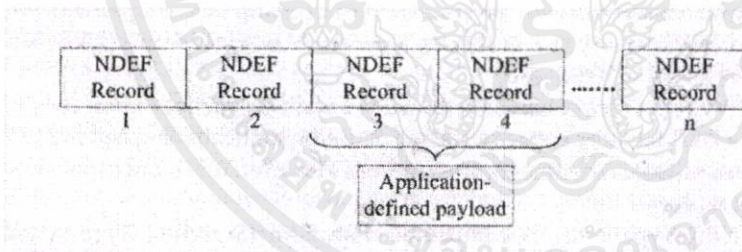
- vCard

โดยข้อมูลสามารถเก็บได้ตามขนาดของหน่วยความจำที่ระบุไว้ แต่จำนวนชุดข้อมูลสามารถเก็บได้อย่างไม่จำกัด โดยตามการทำงานของรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลของเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ (NDEF : NFC Data Exchange Format) ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

2.5.2 เอ็นดีอีเอฟ (NDEF : NFC Data Exchange Format)

เอ็นดีอีเอฟ เป็นมาตรฐานของรูปแบบการส่งข้อมูลที่คิดค้นโดยสภาเอ็นเอฟซี (NFC Forum) คิดค้นมาเพื่อใช้เป็นรูปแบบในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ที่มีเอ็นเอฟซีกับป้ายเอ็นเอฟซี (Active-Passive) หรืออุปกรณ์ที่มีเอ็นเอฟซีทั้งคู่ (Active-Active) โดยเปรียบเสมือนเป็นการห่อหุ้มข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลที่จะส่งมีรูปแบบเดียวกัน ซึ่งการแลกเปลี่ยนข้อมูลของเอ็นดีอีเอฟ ทำได้โดยการนำอุปกรณ์ทั้งสองมาแตะใกล้ๆกัน

โดยเอ็นดีอีเอฟจะเก็บข้อมูลในรูปของเลขฐานสองที่ห่อหุ้มรวมเป็นชุดข้อมูล (NDEF Record) แต่ละชุด ซึ่งอาจมีได้หลายชุดภายในข้อความหนึ่ง ซึ่งชุดข้อมูลแต่ละชุดก็จะมีลำดับที่ต่อเนื่องกันเพื่อรองรับชุดข้อมูลที่มีข้อมูลใหญ่เกินกว่าที่ชุดข้อมูลหนึ่งจะเก็บได้ ซึ่งชุดข้อมูลหลายๆชุดก็จะกลายเป็นชุดข้อความก่อนเดียว (NDEF Message)



รูปที่ 2.8 การเก็บข้อมูลของเอ็นดีอีเอฟ

รูปแบบส่งข้อมูลที่นำมาใช้กับเอ็นดีอีเอฟได้ มีดังนี้

- เป็นตัวบ่งชี้ประเภทข้อมูล (Type Identifiers) เช่น URIs , สื่อประเภท MIME , หรือ ข้อมูลประเภทเฉพาะของเอ็นเอฟซี
- หรือเป็นตัวบ่งชี้แบบทางเลือก (Optional Identifiers) ที่มีขนาดของชุดข้อมูลมากกว่าหนึ่งชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

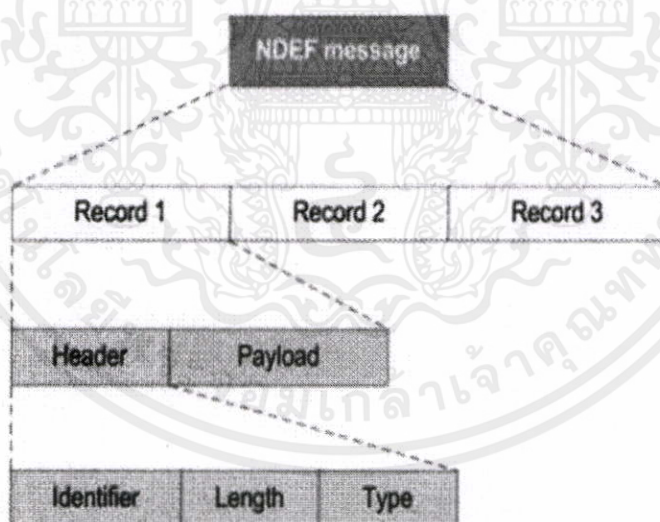
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของตัวบ่งชี้ประเภทข้อมูลแบบ MIME

- application/xml
- image/png
- image/jpeg
- image/x-rgb
- message/http
- text/x-vcard
- video/mpeg

2.5.3 โครงสร้างข้อมูลของเอ็นดีเอฟ

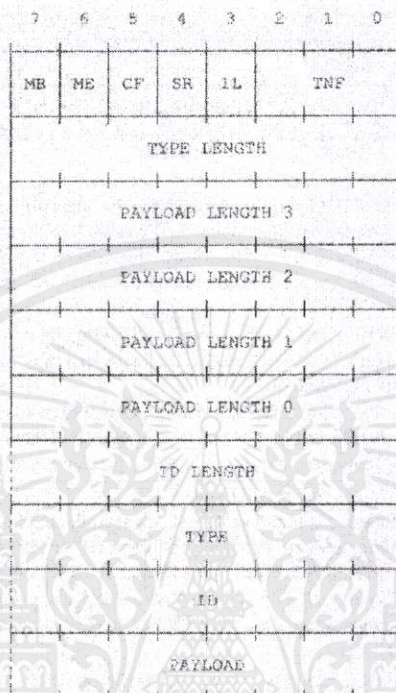
เอ็นดีเอฟมีโครงสร้างข้อมูลที่แบ่งเป็น ข้อความเอ็นดีเอฟ แบ่งเป็นชุดข้อมูลในแต่ละชุด (Record) ซึ่งภายในชุดข้อมูลจะแบ่งย่อยได้เป็น ส่วนหัว (Header) และส่วนของข้อมูลจริง (Payload) ดังรูป



รูปที่ 2.9 โครงสร้างข้อมูลของเอ็นดีเอฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.9 ส่วนหัว (Header) ของเอ็นดีอีเอฟ สามารถแบ่งย่อยได้ดังรูป



รูปที่ 2.10 ส่วนหัวของเอ็นดีอีเอฟ

โดยรายละเอียดของส่วนหัวมีดังนี้

- 1) MB (Message Begin) เป็นบิตที่เอาไว้ใช้ระบุจุดเริ่มต้นของข้อความเอ็นดีอีเอฟหรือข้อความชุดแรก เมื่อถูกตั้งค่าให้เป็น 1
- 2) ME (Message End) เป็นบิตที่เอาไว้ใช้ระบุว่าเป็นจุดสิ้นสุดของข้อความเอ็นดีอีเอฟหรือข้อความชุดสุดท้าย เมื่อถูกตั้งค่าให้เป็น 1
- 3) CF (Chunked Flag) โดยปกติจะถูกตั้งค่าให้เป็น 0 เพราะโดยปกติ ข้อความของเอ็นดีอีเอฟจะมีลักษณะแบ่งเป็นส่วนๆ ซึ่งจะถูกตั้งค่าให้เป็น 1 ก็ต่อเมื่อ ต้องการจะบอกว่าข้อมูลมีลักษณะเป็นก้อนเดียว
- 4) SR (Short Record) เป็นบิตที่เอาไว้ใช้ระบุขนาดของความยาวเพย์โหลด (Payload length) ถ้าถูกตั้งค่าเป็น 1 จะหมายถึงว่าใช้ความยาวเพย์โหลดเพียงแค่ขั้นเดียว นั่นหมายความว่า จำนวนของเพย์โหลดต้องมีค่าไม่เกิน 255 เพย์โหลด โดยบิต SR จะช่วยการห่อหุ้มข้อมูลที่มีความกระชับมากขึ้น เนื่องจากจะใช้จำนวนเพย์โหลดเพียงแค่ขั้นเดียว

- 5) IL (Identification Length) เป็นบิตที่เอาไว้ระบุว่าจะมีการเก็บค่าความยาวของการระบุตัวตน (Identify) ซึ่งจะใช้ในข้อมูลประเภทลายเซ็น (Signature) หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ข้อมูลประเภทลายเซ็น จะถูกตั้งค่าบิตให้เป็น 0
- 6) TNF (Type Name Format) มีขนาด 3 บิต เป็นบิตที่เอาไว้บ่งบอกโครงสร้างของข้อมูลในส่วนจากรูปแบบการส่งข้อมูล (Type Field) ว่ามีลักษณะใด โดยรหัสของ TNF แต่ละแบบจะแสดงดังตาราง

ตารางที่ 2.5 ค่าของ Type Name Format (TNF)

Type Name Format (TNF)	ค่าของบิต
ไม่มี TNF (Empty)	0x00
เป็นรูปแบบตามสภาเอ็นเอฟซี (NFC Forum Well-Known) Type เช่น Sp = Smart Poster, U = URI	0x01
เป็นรูปแบบสื่อ (Media Type)	0x02
เป็นรูปแบบสมบูรณ์ของยูอาร์ไอ (Absolute URI)	0x03
เป็นรูปแบบภายนอกมาตรฐานสภาเอ็นเอฟซี (NFC Forum External Type)	0x04
ไม่ทราบ TNF (Unknown)	0x05
ไม่มีการเปลี่ยนแปลง TNF (Unchanged)	0x06
ถูกจองไว้ (Reserved)	0x07

- 7) Type Length มีขนาด 8 บิต มีไว้สำหรับระบุความยาวของฟิลด์ Type มักจะมีค่าแปรผันตามค่าของ TNF เนื่องจาก TNF ฟิลด์เป็นตัวระบุประเภทของข้อมูล ตัวอย่างเช่น TNF = 0x01 คือ เป็นรูปแบบตามสภาเอ็นเอฟซี ซึ่งถ้า Type คือ Sp ซึ่งหมายถึงโปสเตอร์อัจฉริยะ (Smart Poster) ดังนั้นจะเห็นว่า Type ถูกย่อด้วยสัญลักษณ์ Sp ซึ่งมีขนาดเท่ากับ 2 ไบต์ตาม อักขระของ UTF-8 ดังนั้น Type Length มีขนาดเท่ากับ 2
- 8) Payload Length มีขนาด 8 บิต มีไว้สำหรับระบุความยาวของตั้งแต่ฟิลด์ Type, ID และ Payload ทั้งหมด ซึ่งจะมีค่าแปรผันไปตามค่าของบิต SR ตัวอย่างเช่น ถ้าข้อมูลที่ป้อนเข้ามาเป็น +6682686898 มี Type เป็น U, ID เป็น 05 หมายถึง tel: คือการโทรออก และมี Payload เป็น +66826868948 ดังนั้นขนาดของ Payload Length มีขนาดเท่ากับ 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 9) Type มีขนาด 8 บิต มีไว้สำหรับบอกประเภทของเพย์โหลด โดยจะบอกค่าตามรหัส UTF-8 เช่น Type U หมายถึงเป็น URI ซึ่ง U มีค่าในรหัส UTF-8 เท่ากับ 55 ดังนั้น ค่าในฟิลด์ Type จึงเท่ากับ 55
- 10) ID มีขนาด 8 บิต มีไว้สำหรับเป็นรายละเอียดเพิ่มเติมของฟิลด์ Type เช่น ข้อมูลมี Type U หมายถึง URI และมีค่า ID เท่ากับ 03 หมายถึง เป็นโพรโทคอล "http://"
- 11) Payload มีขนาด 8 บิต มีไว้สำหรับเก็บข้อมูลเริ่มต้นที่ต้องการจัดรูปแบบเป็นเอ็นดีอีเอฟ
- 12) Terminator byte เป็นไบต์ข้อมูลสุดท้ายของข้อมูลที่จัดเก็บในเอ็นดีอีเอฟ จะต้องมีส่วนเมื่อสิ้นสุดข้อมูลที่ต้องการเขียนลงในป้ายเอ็นเอฟซี โดยเขียนลงในไบต์สุดท้ายเป็น FE

2.5.4 ตัวอย่างของการเขียนข้อมูลลงในป้ายเอ็นเอฟซี

ในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างของการเขียนข้อมูลลงในรูปแบบต่างๆ โดยนำข้อมูลจากในหัวข้อ 2.5.3 มาใช้เขียนข้อมูล เช่น ถ้าต้องการให้ป้ายเอ็นเอฟซีเก็บข้อมูลที่สั่งให้เปิดเว็บไซต์ของสาขาวิชาจะสามารถเขียนได้ดังตาราง

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละไบต์

ลำดับไบต์ที่	ส่วนของข้อมูลเอ็นดีอีเอฟ	ค่าของข้อมูล	คำอธิบาย
1	ไบต์เริ่มต้นของข้อมูลเอ็นดีอีเอฟ	0x03	เป็นไบต์เริ่มต้นเพื่อบอกว่าจะเริ่มใช้รูปแบบของข้อมูลเป็นแบบเอ็นดีอีเอฟ
2	ผลรวมของไบต์ข้อมูลทั้งหมด	0x14	เป็นไบต์ข้อมูลที่เป็นตัวตรวจสอบผลรวม (Checksum) ของส่วนหัว (Header) และตัวข้อมูลของข้อมูลเอ็นดีอีเอฟ
3	ส่วนของข้อความเอ็นดีอีเอฟในส่วนหัว(Header)	0xD1	ภายในส่วนหัวจะประกอบไปด้วยฟิลด์ข้อมูล MB=1, ME=1, CF=0, SR=1, IL =0, TNF=0x01 จึงมีไบต์ของข้อมูลเท่ากับ 1101 0001 ซึ่งเท่ากับ 0xD1
4	ความยาวของประเภทข้อมูล (Type Length)	0x01	เป็นไบต์ข้อมูลที่เป็นตัวบอกความยาวของประเภทข้อมูลของฟิลด์ Type ดังในตัวอย่างนี้ฟิลด์ Type เป็น U ซึ่งมีขนาด 1 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) ตารางแสดงรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละไบต์

ลำดับ ไบต์ที่	ส่วนของข้อมูล เอ็นดีอีเอฟ	ค่าของข้อมูล (ฐานสิบหก)	คำอธิบาย
5	ความยาวของ ข้อมูล (Payload length)	0x11	เป็นไบต์ที่เก็บความยาวของข้อมูลที่ป้อนลงไป ในป้ายเอ็นดีอีเอฟ ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 17 ไบต์ (0x11 ใน ฐานสิบหก)
6	ประเภทข้อมูล (Type)	0x55	เป็นไบต์ที่เก็บประเภทของข้อมูลที่ป้อนลงไป ในป้ายเอ็นดีอีเอฟ ในตัวอย่างจะเป็นประเภท URI ที่เป็นการ เชื่อมต่อ ซึ่งมีสัญลักษณ์ U ดังนั้นจึงเก็บประเภท ข้อมูลเป็น 0x55 ตามหลักของการเข้ารหัสข้อมูล แบบ UTF-8
7	ประเภทรองของ ข้อมูล (Type Identifier)	0x01	เป็นไบต์ที่บอกรายละเอียดย่อยของประเภทของ ข้อมูลที่ป้อนลงไป ในป้ายเอ็นดีอีเอฟ ในตัวอย่างจะได้ ประเภทเป็น URI และรายละเอียดของประเภทเป็น http://www. ซึ่งแทนด้วยค่า 0x01
8	ตัวข้อมูลจริง (Payload)	0x63	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'c'
9		0x65	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'e'
10		0x2E	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร '.'
11		0x6B	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'k'
12		0x6D	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'm'
13		0x69	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'i'
14		0x74	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 't'
15		0x6C	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'l'
16		0x2E	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร '.'
17		0x61	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'a'
18		0x63	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'c'
19		0x2E	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร '.'
20		0x74	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 't'
21		0x68	เป็นไบต์ที่แทนค่าด้วยตัวอักษร 'h'
22	ไบต์จบข้อมูลจริง	0xFE	เป็นไบต์สุดท้ายเพื่อบ่งชี้จุดจบของข้อมูลเอ็นดีอีเอฟ

ดังนั้นจากรายการจะพบว่า ข้อมูลมีขนาด 22 ไบต์ สำหรับการเขียนลงในป้ายเอ็นเอฟซี

2.5.5 ประเภทของป้ายเอ็นเอฟซี

ป้ายเอ็นเอฟซีเป็นเหมือนตู้คอนเทนเนอร์ที่เก็บข้อความเอ็นดีอีเอฟไว้ เพื่อเป็นการยืนยันว่า ข้อมูลได้ถูกเก็บอยู่ภายในป้ายจริง โดยในป้ายแต่ละประเภทก็ยังสามารถแบ่งรุ่นของป้ายนั้นได้หลายรุ่น ซึ่งจะแบ่งประเภทแตกต่างกับมาตรฐานของเอ็นเอฟซีในตารางที่ 2.2 เพราะในรูปแบบนี้จะแบ่งตามการนำไปใช้งานกับอุปกรณ์ที่มีเอ็นเอฟซี ซึ่งรุ่นของป้ายเอ็นเอฟซีแต่ละรุ่นก็คือกระบวนการสุดท้ายของการเก็บข้อมูลลงบนป้ายเอ็นเอฟซี ตารางด้านล่างแสดงรุ่นของป้ายเอ็นเอฟซี

ตารางที่ 2.7 ประเภทและรุ่นของป้ายเอ็นเอฟซีแบ่งตามรูปแบบการทำงานของป้าย

NFC Platform	Compatible products
NFC Forum Type 2 Tag	NTAG203
	MIFARE Ultralight
	MIFARE Ultralight C
NFC Forum Type 4 Tag v2.0	MIFARE DESFire EV1
	SmartMX with JCOP or other compatible contactless products
NFC Type MIFARE Classic Tag	MIFARE Classic 1k/4k
	MIFARE Plus X/S 2k
	MIFARE Plus X/S 4k
NFC Type ICODE Tag	ICODE SLI/SLIX
	ICODE SLI-S/SLIX-S
	ICODE SLI-L/SLIX-L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การประยุกต์การใช้งานเอ็นเอฟซี

2.6.1 ใช้จ่ายแทนบัตรเครดิต, เงินสด หรือเอทีเอ็ม

คือการใช้ข้อมูลทางการเงินเช่นบัตรเครดิต, บัตรเงินสด หรือบัตรเอทีเอ็ม สามารถใช้เพื่อการชำระเงินที่ต้องการความรวดเร็วและมีมูลค่าไม่สูงซึ่งจะทำให้ โทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยวิธีการแตะบนเครื่องอ่านหรือเครื่องชำระเงินเช่น การให้บริการในร้านอาหารจานด่วน ร้านขายสินค้า การชำระเงินค่าโดยสารในระบบขนส่งมวลชน เป็นต้น การชำระเงินแบบไร้สัมผัสนี้ก่อให้เกิดการชำระเงินที่ง่ายและรวดเร็ว ลดการเข้าคิวชำระเงินในร้านค้า ห้างสรรพสินค้า และร้านสะดวกซื้อต่างๆ



รูปที่ 2.11 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการใช้จ่ายแทนบัตรเครดิต

2.6.2 ตรวจสอบข้อมูลสินค้า

รูปแบบการใช้งานมีความคล้ายคลึงกับการสแกน QR Code ที่จะมีข้อมูลรายละเอียดในแต่ละสิ่งของหรือสินค้าที่สามารถดูเพิ่มเติมได้ รวมถึงราคาหรือโปรโมชั่นส่วนลดที่มีการอัปเดตตลอด เพียงแต่เปลี่ยนการใช้งานเป็นการแตะสมาร์ตโฟนลงบนแท็กเอ็นเอฟซี ของสินค้าแทน ซึ่งสะดวกกว่าการตั้งกล้องให้นิ่งในการสแกน

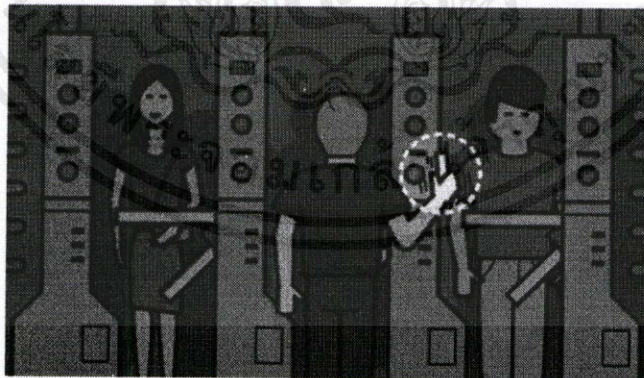
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการตรวจสอบข้อมูลสินค้า

2.6.3 เอ็นเอฟซีแทนที่ตัวต่างๆ

ตัวอย่างเช่น เมื่อออกจากโรงภาพยนตร์ก็นำมือถือมาสัมผัสที่เครื่อง เพื่อตอบแบบสอบถามก็สามารถลุ้นรางวัลใหญ่จากโรงภาพยนตร์ หรือดูตัวอย่างหนังที่กำลังจะฉายได้ ส่วนในกรณีที่พนักงานคอนเสิร์ต สามารถดูตำแหน่งที่ของผู้ใช้ได้จากโทรศัพท์มือถือทันทีที่เดินผ่านประตู และอีกตัวอย่างเมื่อสัมผัสมือถือเพื่อจ่ายค่าตัวรถโดยสารประจำทาง ก็จะทำให้การเปิดแอปพลิเคชันให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งเส้นทางของรถ และสามารถเตือนผู้ใช้เมื่อใกล้ถึงจุดหมายได้



รูปที่ 2.13 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการแทนที่ตัวประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น "ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

2.6.4 การถ่ายโอนข้อมูล

สามารถที่จะส่งข้อมูลต่างๆเช่น รูปภาพ เพลง และอื่นๆระหว่างโทรศัพท์มือถือ 2 เครื่องได้ เนื่องจากเป็นความสามารถระหว่างอุปกรณ์สื่อสารที่รองรับเอ็นเอฟซี 2 เครื่อง ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีบนอุปกรณ์อื่นมาทำงานร่วม เช่นการส่งหรือโอนไฟล์ภาพระหว่างอุปกรณ์สมาร์ตโฟน ด้วยการแตะตัวเครื่องเข้าหากัน ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถถ่ายโอนไฟล์ได้ง่ายและรวดเร็ว โดยไม่ต้องผ่านการเชื่อมต่อที่ยุงยากอย่างเช่น สายส่งข้อมูล หรือ บลูทูธไร้สาย ข้อดีของการส่งไฟล์โดยใช้เอ็นเอฟซีคือ ไม่ต้องมีการจับคู่กันระหว่างอุปกรณ์เหมือน Bluetooth ไม่ต้องเสียเวลานั่งค้นหาอุปกรณ์และรอจับคู่กัน



รูปที่ 2.14 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการส่งหรือโอนข้อมูล

2.6.5 โปสเตอร์อัจฉริยะ

เมื่อผู้ใช้สัมผัสมือถือเข้ากับโปสเตอร์ หรือป้ายไฟโฆษณาที่เดินผ่าน ผู้ใช้งานจะสามารถได้รับทราบข้อมูลอื่นๆ เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นั้นๆ รวมถึงการร่วมสนุกกับกิจกรรมการตลาด รวมถึงการได้คู่มือเพื่อนำไปแลกเปลี่ยนค่าตัวอย่างได้อีกด้วย หรือจะนำโทรศัพท์มือถือไว้ใกล้ๆกับโปสเตอร์ภาพยนตร์ที่มีป้ายเอ็นเอฟซีนี้ก็สามารถรับทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมได้ ไม่ว่าจะเป็นตัวอย่างสั้นๆ รีวิวตารางในการฉายในโรงภาพยนตร์ใกล้เคียง หรือแม้แต่สามารถซื้อตัวอย่างออนไลน์ได้ตอนนั้นเลย ซึ่งในกรณีนี้มือถือของเราทำหน้าที่เป็นตัวส่ง ซึ่งสามารถให้พลังงานกับป้ายโปสเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 การประยุกต์ใช้งานเอ็นเอฟซีในการทำโปสเตอร์อัจฉริยะ

2.7 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android OS)

2.7.1 ประวัติของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android OS)

เริ่มต้นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถูกพัฒนามาจากบริษัท แอนดรอยด์ (Android Inc.) เมื่อปี พ.ศ 2546 โดยมีนาย แอนดี้ รูบิน (Andy Rubin) ผู้ให้กำเนิดระบบปฏิบัติการนี้ และถูกบริษัท กูเกิล ซื้อกิจการเมื่อ เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ 2548 โดยบริษัทแอนดรอยด์ ได้กลายเป็นมาบริษัทลูกของบริษัทยูเกิล และยังมีการ แอนดี้ รูบิน ดำเนินงานอยู่ในทีมพัฒนาระบบปฏิบัติการต่อไป ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากการนำเอา แกนกลางของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Kernel) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อทำงานเป็นเครื่องให้บริการ (Server) มาพัฒนาต่อ เพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System) ต่อมาเมื่อเดือน พฤศจิกายน ปี พ.ศ 2550 บริษัทกูเกิล ได้ทำการก่อตั้งสมาคม OHA (Open Handset Alliance, <http://www.openhandsetalliance.com>) เพื่อเป็นหน่วยงานกลางในการกำหนดมาตรฐานกลาง ของอุปกรณ์พกพาและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีสมาชิกในช่วงก่อตั้งจำนวน 34 รายเข้าร่วม ซึ่งประกอบไปด้วยบริษัทชั้นนำที่ดำเนินธุรกิจด้านการสื่อสาร เช่น โรงงานผลิตอุปกรณ์พกพา, บริษัทพัฒนาโปรแกรม, ผู้ให้บริการสื่อสาร และผู้ผลิตอะไหล่อุปกรณ์ด้านสื่อสาร หลังจากนั้น เมื่อเดือนตุลาคม ปี พ.ศ 2551 บริษัท กูเกิล ได้เปิดตัวมือถือตัวแรกที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่ชื่อ T-Mobile G1 หรืออีกชื่อหนึ่งคือ HTC Dream โดยใช้แอนดรอยด์รุ่น 1.1 และหลังจากนั้น ได้มีการปรับพัฒนาระบบปฏิบัติการเป็นรุ่นใหม่ มาเป็นลำดับ ช่วงต่อมาได้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของงานวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกผลิตภัณฑ์จากบริษัทต่างๆ ออกมาหลากหลายรุ่น หลากหลายยี่ห้อ ตามการพัฒนา ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่มีอยู่อย่างต่อเนื่อง

2.7.2 โครงสร้างของแอนดรอยด์

สถาปัตยกรรมการออกแบบแอนดรอยด์ (Android Architecture) นั้นถูกแบ่งออกเป็นลำดับชั้น หรือจะเรียกว่า Layer โดยที่แต่ละชั้นจะเรียกบริการจากชั้นที่อยู่ด้านล่างของตัวเอง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ชั้นหลักคือ

- 1) **Applications** หรือส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการ หรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้
- 2) **Application Framework** เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากๆ เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งาน แล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน ตัวอย่างเช่น
 - **Activities Manager** เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม(Activity)
 - **Content Providers** เป็นกลุ่มของชุดคำสั่ง ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมอื่น และสามารถแบ่งปันข้อมูลให้โปรแกรมอื่นเข้าถึงได้
 - **View System** เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของหน้าจอที่แสดงผลในส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)
 - **Telephony Manager** เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านโทรศัพท์ เช่น หมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น
 - **Resource Manager** เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็น ข้อความ, รูปภาพ
 - **Location Manager** เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ที่ระบบปฏิบัติการได้รับค่าจากอุปกรณ์
 - **Notification Manager** เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้เมื่อโปรแกรม ต้องการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน ผ่านทางแถบสถานะ(Status Bar) ของหน้าจอ
- 3) **Libraries and Android Runtime**
 - **Libraries** เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

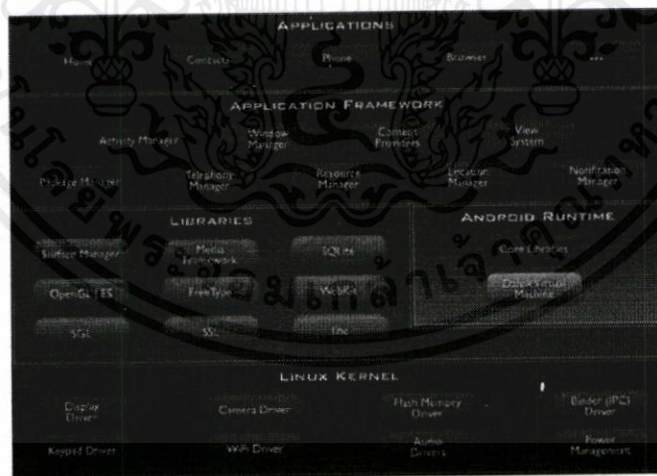
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏ ไม่รับผิดชอบต่อการใช้งานที่ผิดพลาด

วัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media

Framework จัดการเกี่ยวกับการการแสดงผลภาพและเสียง, Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3มิติ และ 2มิติ, SQLite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

- Android Runtime จะมี Darvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มี หน่วยความจำ(Memory), หน่วยประมวลผลกลาง(CPU) และพลังงาน (Battery)ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Darvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงาน ไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เมื่อใช้งานกับ หน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language)

- 4) **Linux Kernel** เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญ ในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6 (Linux 2.6 Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี



รูปที่ 2.16 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 รุ่นของแอนดรอยด์

ความเป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งในรุ่นของแอนดรอยด์คือ ในรุ่นตั้งแต่รุ่น 1.5 ขึ้นไป ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะมีชื่อเล่นหรือรหัสเป็นตัวบ่งบอกรุ่น โดยในแต่ละรุ่นจะมีการบอกระดับของแพลตฟอร์มในการทำงานของแอนดรอยด์ (API Level : Application Program Interface Level) ว่าอยู่ในระดับใด โดยเราจะไม่สามารถนำเอารุ่นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มีระดับของแพลตฟอร์มที่สูงกว่าไปใช้งานในระบบปฏิบัติการแพลตฟอร์มที่ต่ำลงมาได้ และในแต่ละรุ่นจะยังมีระบบรุ่นของลินุกซ์ (Linux Kernel)

ตารางที่ 2.8 รุ่นและแพลตฟอร์มการทำงานจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

รุ่น	ชื่อเล่น	API Level	ลินุกซ์ เคอร์เนล	เปิดตัว
1.0	N/A	1	N/A	23 กันยายน 2551
1.1	N/A	2	N/A	9 กุมภาพันธ์ 2552
1.5	Cupcake (คัพเค้ก)	3	2.6.27	30 เมษายน 2552
1.6	Donut (โดนัท)	4	2.6.29	15 สิงหาคม 2552 (SDK)
2.0	Eclair (เอแคลร์)	5	2.6.29	26 ตุลาคม 2552
2.0.1	Eclair (เอแคลร์)	6	2.6.29	3 ธันวาคม 2552
2.1	Eclair (เอแคลร์)	7	2.6.29	12 มกราคม 2553 (SDK)
2.2	Froyo (เฟรชเชนโยเกิร์ต)	8	2.6.32	20 พฤษภาคม 2553 (SDK)
2.3	Gingerbread (ขนมปังขิง)	9	2.6.35	6 ธันวาคม 2553 (SDK)
2.3.3	Gingerbread (ขนมปังขิง)	10	2.6.35	9 กุมภาพันธ์ 2554 (SDK)
3.0	Honeycomb (รวงผึ้ง)	11	2.6.36	22 กุมภาพันธ์ 2554 (SDK)
3.1	Honeycomb (รวงผึ้ง)	12	2.6.36	10 พฤษภาคม 2554 (SDK)
3.2	Honeycomb (รวงผึ้ง)	13	2.6.36	15 กรกฎาคม 2554 (SDK)
4.0	Ice Cream Sandwich (แซนด์วิชไอศกรีม)	14	3.0.1	19 ตุลาคม 2554 (SDK)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ผ่านการอนุญาตจากเจ้าของข้อมูล และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ) รุ่นและแพลตฟอร์มการทำงานของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

4.0.3	Ice Cream Sandwich (แซนด์วิชไอศกรีม)	15	N/A	16 ธันวาคม 2554 (SDK)
4.1	Jelly Bean (เจลลี่빈)	16	3.0.31	28 มิถุนายน 2555
4.2	Jelly Bean (เจลลี่빈)	17	3.4.0	29 ตุลาคม 2555
4.3	Jelly Bean (เจลลี่빈)	18	3.4.0	24 กรกฎาคม 2556
4.4	Kit Kat (คิต-แค็ต)	19	N/A	31 ตุลาคม 2556



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนา

3.1 ความต้องการของผู้ใช้งานระบบ

เนื่องจากปัญหาการใช้งานตู้รับฝากของภายในหอสมุดของสถาบัน มีผู้ใช้หลายคนต้องการที่จะใช้ตู้รับฝากของแต่ไม่สามารถใช้งานตู้ได้เนื่องจาก มีการปิดล็อกรหัสตู้ไว้โดยไม่ได้ใช้งาน ซึ่งทำให้ผู้ใช้ท่านอื่นไม่สามารถเข้าใช้งานได้ และเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการใช้งานตู้รับฝากของ ด้วยเหตุนี้สมาชิกจึงในกลุ่มจึงได้คิดและออกแบบระบบเพื่อจะแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยผู้ออกแบบระบบได้นำเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ (NFC) มาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการตู้รับฝากของ โดยระบบมีความต้องการดังต่อไปนี้

- 1) โทรศัพท์มือถือที่ใช้จะต้องรองรับเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้ (NFC Technology)
- 2) ผู้ใช้จะต้องทำการลงโปรแกรมประยุกต์ควบคุมการเปิด-ปิดตู้ลงบนโทรศัพท์มือถือก่อนการใช้งาน
- 3) จะต้องมิตัวปล่อยสัญญาณเครือข่ายไร้สายที่เปิดให้บริการบริเวณตู้รับฝากของ
- 4) โทรศัพท์จะต้องมีการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายที่เปิดไว้ให้ขณะทำการเปิด-ปิดตู้ ซึ่งโปรแกรมประยุกต์ (Application) จะทำการเชื่อมต่อให้โดยอัตโนมัติ
- 5) จะต้องเปิดเครื่องเซิร์ฟเวอร์ซึ่งเปิดโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ตลอดเวลา เพื่อรอรับคำสั่งจากโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ
- 6) โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต้องส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายได้

3.2 ความสามารถของระบบ

- 1) มีความสามารถในการบริหารจัดการการใช้งานตู้รับฝากของ
- 2) ผู้ใช้งานสามารถใช้โทรศัพท์มือถือในการสั่งเปิด-ปิดตู้รับฝากของได้
- 3) สามารถใช้โทรศัพท์มือถือแทนการใช้กุญแจหรือการใช้รหัส
- 4) มีระบบเก็บบันทึกการใช้งานของผู้ใช้และจำนวนครั้งการใช้งานของตู้รับฝากของ
- 5) มีโปรแกรมให้ผู้ดูแลบริหารจัดการตู้รับฝากของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบ

3.3.1 ภาพรวมของระบบ

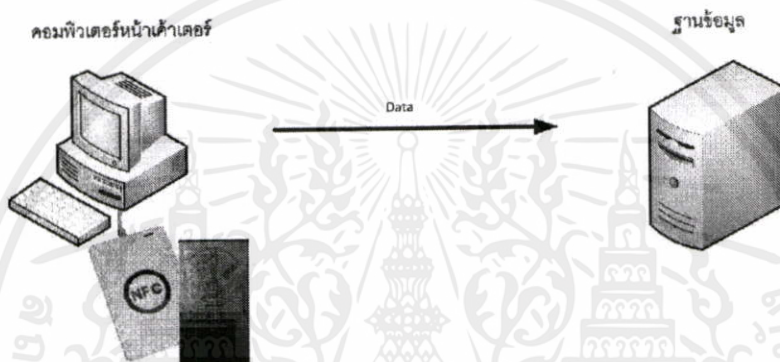
เป็นการใช้งานโทรศัพท์มือถือ ทำงานแทนกุญแจที่ใช้เปิดตู้รับฝากของ โดยจะใช้งานคุณสมบัติของการสื่อสารระยะใกล้ ของโทรศัพท์มือถือมาประยุกต์กับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ และการเขียนโปรแกรมติดต่อสื่อสารระหว่าง โทรศัพท์มือถือและไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดตู้รับฝากของ โดยการใช้งานตู้รับฝากของนั้น ชั้นแรกผู้ใช้จะต้องทำการลงโปรแกรมประยุกต์ (Application) ควบคุมการเปิด-ปิดตู้รับฝากของ สำหรับใช้งานตู้รับฝากของ และจะต้องทำการลงทะเบียนก่อนเข้าใช้งาน โดยการลงทะเบียนผู้ใช้จะต้องนำบัตรนักศึกษา มาสัมผัสที่เครื่องอ่านเพื่อดึงรหัสนักศึกษาจากบัตร จากนั้นโปรแกรมลงทะเบียนจะแสดงหมายเลข 4 หลัก ให้ผู้ใช้นำหมายเลข 4 หลักดังกล่าวไปกรอกยังแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ จากนั้นผู้ใช้จะได้รับหมายเลขชุดที่สองขนาด 4 หลัก ให้ผู้ใช้นำหมายเลขชุดที่สองไปกรอกยังโปรแกรมลงทะเบียนเพื่อทำให้การลงทะเบียนเสร็จสมบูรณ์ และเมื่อผู้ใช้งานต้องการใช้งานตู้รับฝากของ ให้ผู้ใช้เลือกตู้ที่มีเฟสเขียวซึ่งแสดงสถานะว่าตู้นั้นว่าง เมื่อนำสิ่งของใส่ตู้เสร็จเรียบร้อย ให้ผู้ใช้ปิดตู้จะต้องเปิดโปรแกรมประยุกต์ที่ติดตั้งไว้ และนำโทรศัพท์มือถือไปสัมผัสใกล้ๆ ป้ายเอ็นเอฟซี (NFC Tag) ที่ติดไว้หน้าตู้รับฝากของเพื่อทำการปิดตู้ โปรแกรมประยุกต์จะแสดงผลการปิดตู้ จากนั้นผู้ใช้อาจจะตรวจสอบสถานะของหลอดไฟว่าเปลี่ยนเป็นสีแดงหรือไม่ ถ้าเป็นสีแดงแล้วหมายความว่าตู้รับฝากของได้ทำการปิดล็อกเรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการเปิดตู้ให้นำโทรศัพท์มือถือเครื่องนั้นเปิดโปรแกรมประยุกต์ แล้วนำไปสัมผัสใกล้ๆ ป้ายเอ็นเอฟซีของตู้ ระบบก็จะทำการเปิดตู้ให้และไฟแสดงสถานะของตู้จะแสดงเป็นสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

3.3.2.1 การทำงานของระบบส่วนของการลงทะเบียน

การทำงานของระบบส่วนของการลงทะเบียนจะให้ผู้ใช้ทำการไปที่หน้าเคาน์เตอร์ที่มีคอมพิวเตอร์ที่ทำการติดตั้งโปรแกรมลงทะเบียนเอาไว้ โดยขั้นตอนการทำงานของระบบจะมีดังนี้โดยอธิบายอ้างอิงจากรูปที่ 3.1

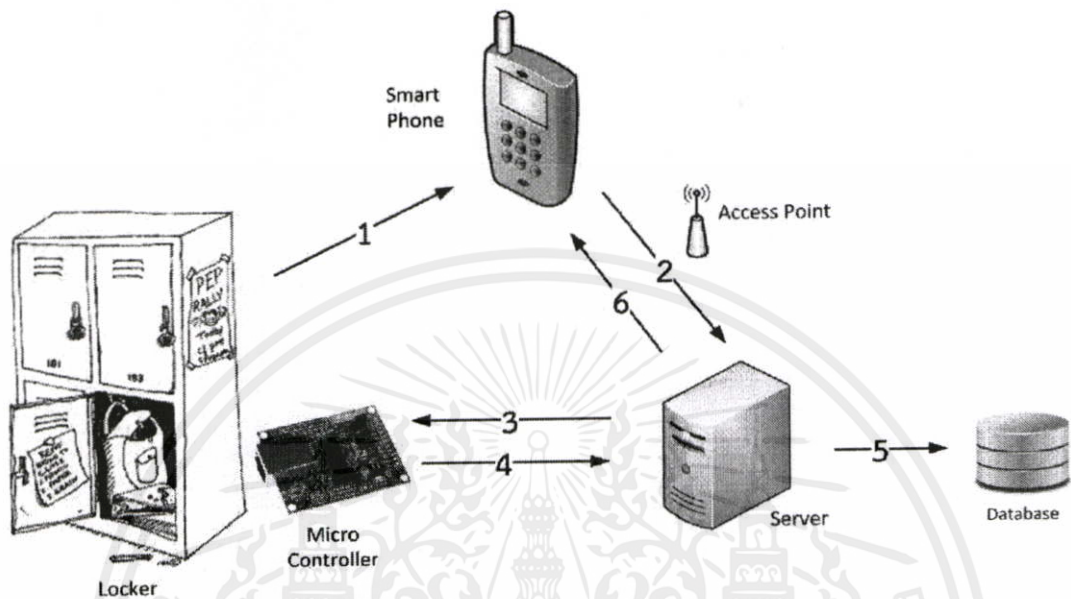


รูปที่ 3.1 ภาพแสดงการทำงานของระบบลงทะเบียน

- 1) ให้ผู้ใช้นำบัตรนักศึกษาไปวางแนบกับเครื่องอ่านบัตรนักศึกษา โดยภายในบัตรนักศึกษาจะมีข้อมูลของรหัสนักศึกษาอยู่ภายในบัตรซึ่งจะถูกอ่านโดยเครื่องอ่าน
- 2) ให้ผู้ใช้ทำการเปิดแอปพลิเคชัน และนำโทรศัพท์มือถือไปสัมผัสกับแท็กที่เก็บลิ้งค์ลงทะเบียนไว้ภายในเพื่อดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน ซึ่งจะได้รับไฟล์นามสกุล.apk
- 3) ติดตั้งไฟล์ .apk ที่ได้รับการดาวน์โหลด
- 4) เปิดแอปพลิเคชัน แล้วทำการเลือกปุ่มยังไม่เคยลงทะเบียน แอปพลิเคชันจะพาไปยังหน้าลงทะเบียน ถึงขั้นตอนนี้ให้ผู้ใช้ทำการกรอกหมายเลข 4 หลักที่เห็นจากโปรแกรมลงทะเบียน ถ้าผู้ใช้กรอกถูก ตัวแอปพลิเคชันจะทำการสร้างรหัส 4 หลักให้ผู้ใช้ นำกลับไปกรอกยังโปรแกรมลงทะเบียน
- 5) กรอกหมายเลข 4 หลักกลับไปยังหน้าโปรแกรมลงทะเบียนของคอมพิวเตอร์ ถ้าหมายเลขถูกต้อง การลงทะเบียนจะเสร็จสมบูรณ์ โดยการลงทะเบียนจะเสร็จสมบูรณ์เมื่อผู้ใช้งานทำการใช้งานแอปพลิเคชันครั้งแรก ข้อมูลของผู้ใช้งานจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ขอสงวนสิทธิ์ในเงื่อนไขการใช้งาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 การทำงานของระบบส่วนของการใช้งานระบบ



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงการทำงานของระบบ

การใช้งานระบบจะให้ผู้ใช้ทำการเปิดโปรแกรมประยุกต์ก่อนที่จะเริ่มใช้งาน โดยโปรแกรมประยุกต์จำทำการต่อเครือข่ายไร้สายและทำการเปิดระบบการสื่อสารระยะใกล้ของเครื่อง และขั้นตอนการทำงานของระบบต่อไปจะอธิบายโดยอ้างอิงจากภาพ 3.2

- 1) เมื่อผู้ใช้นำโทรศัพท์มาสัมผัสใกล้ๆป้ายเอ็นเอฟหน้าตู้รับฝากของแล้ว โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือจะอ่านเลขหมายประจำตู้จากป้ายเอ็นเอฟซี
- 2) แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือจะดึงเอาหมายเลขประจำตัวโทรศัพท์มือถือ และหมายเลขประจำตู้ที่อ่านมาได้ จากนั้นจะส่งผ่านระบบเครือข่ายไร้สายที่มีการเข้ารหัสด้วยมาตรฐาน WPA2 ไปยังเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการนั้น จะมีโปรแกรมสำหรับควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมนี้จะทำการเปิดพอร์ตของเครื่อง เพื่อรอรับข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งานที่ส่งมาให้
- 3) ในส่วนของโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ในกรณีแรกถ้าตู้รับฝากของเปิดอยู่แล้วและผู้ใช้ต้องการปิดล็อกตู้ เมื่อโปรแกรมได้รับข้อมูลเลขหมายของตู้ และหมายเลขประจำตัวโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์ว่าทำการลงทะเบียนแล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่ลงทะเบียนระบบจะยกเลิกการทำงานและส่งการตอบกลับไปยังโทรศัพท์มือถือ แต่ถ้าหมายเลขประจำตัวโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งานได้ทำการลงทะเบียนแล้ว ผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานได้ตามปกติ เก็บไว้ในตัวแปรผู้ใช้ตู้ปัจจุบันของตู้เลขหมายนั้น

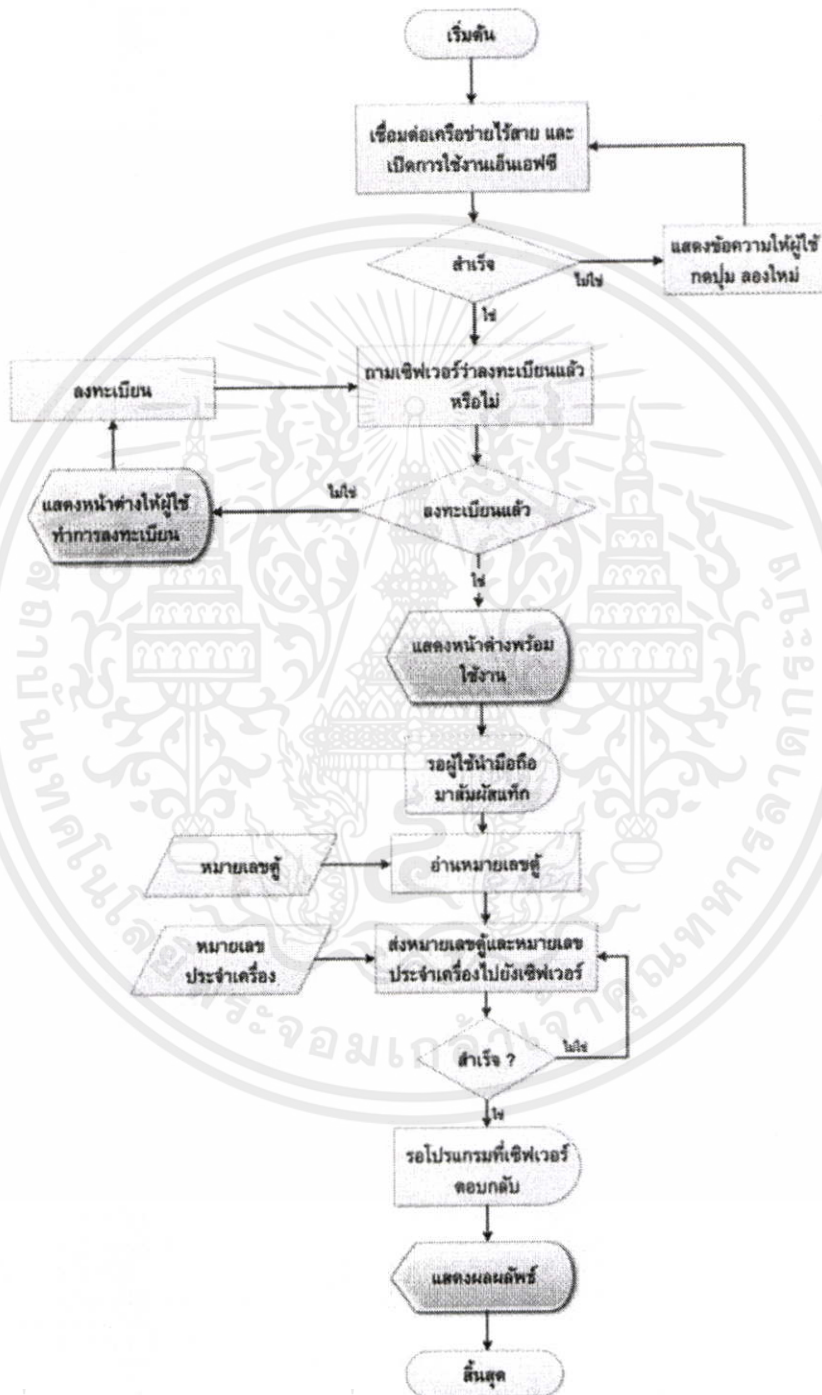
แล้วโปรแกรมจะสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการปิดล็อคตู้หมายเลขดังกล่าว สำหรับในกรณีที่สอง ถ้าตู้รับฝากของนั้นปิดล๊อคอยู่แล้วและผู้ใช้ต้องการเปิดตู้ เมื่อโปรแกรมได้รับข้อมูลเลขหมายของตู้ และเลขหมายประจำเครื่องของผู้ใช้งาน โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบเลขหมายประจำเครื่อง และหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ใช้ตู้ปัจจุบันว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงกันแสดงว่าเป็นเจ้าของตู้จริง โปรแกรมจะสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการเปิดตู้หมายเลขนั้น นอกจากนี้โปรแกรมยังมีหน้าต่างสำหรับผู้ดูแลระบบเพื่อใช้สั่งเปิด-ปิดตู้ และแจ้งเตือน

- 4) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับข้อมูลการเปิด-ปิดตู้จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครือข่าย โดยจะทราบว่าตู้หมายเลขใดต้องการให้เปิดหรือปิด แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์นำคำสั่งนั้นไปสั่งให้มอเตอร์ที่ควบคุมกลอนของตู้รับฝากของทำการเปิดล๊อคหรือปิดล๊อคตู้ แล้วส่งข้อมูลยืนยันการเปิดปิด (Acknowledgement) กลับไปยังโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
- 5) โปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์จะมีการเก็บสถิติการใช้งานตู้รับฝากของลงในรูปแบบข้อมูล โดยสามารถเลือกได้ว่าจะดูข้อมูลตามรหัสนักศึกษา โดยรายละเอียดของสถิติการใช้งานจะบอกว่ารหัสนักศึกษาดังกล่าวได้ใช้ตู้รับฝากของหมายเลขใดบ้าง, เวลาที่ใช้งานและสถานะการใช้ตู้รับฝากของ หรือดูตามหมายเลขตู้ โดยรายละเอียดของสถิติการใช้งานจะบอกว่ารหัสนักศึกษาที่มาใช้ตู้รับฝากของ, เวลาและสถานะการใช้ตู้รับฝากของ
- 6) เมื่อโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ข้อมูลยืนยันการเปิด-ปิดตู้จากไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว จะส่งข้อมูลยืนยันการเปิด-ปิดกลับไปยังโทรศัพท์มือถือเพื่อแสดงผลที่ได้ให้กับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

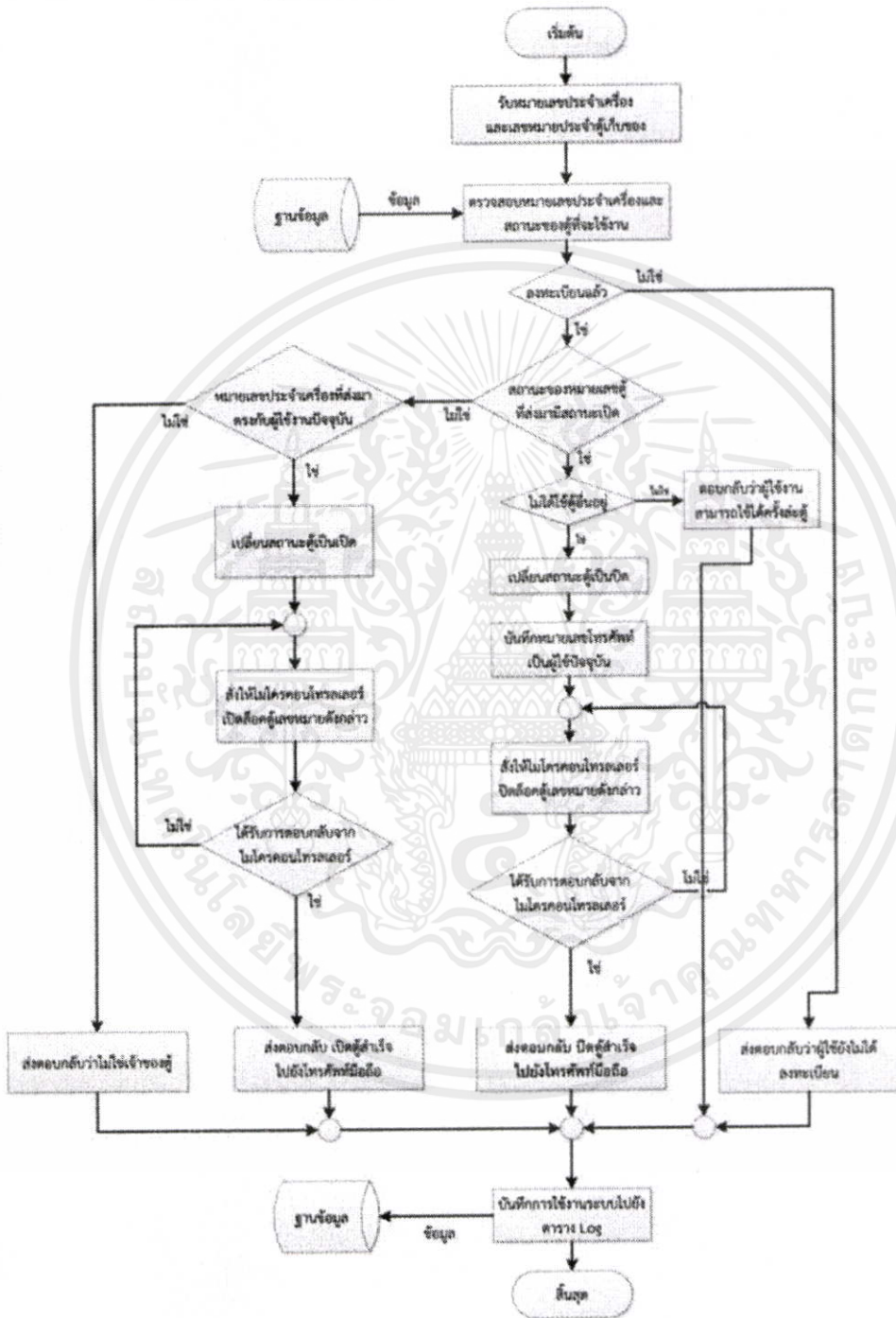
3.3.3 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

1) แอปพลิเคชันควบคุมการเปิด-ปิดตู้บนโทรศัพท์มือถือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้ง รูปที่ 3.3 ผังการทำงานของแอปพลิเคชันควบคุมการเปิด-ปิดตู้ รังที่มีการนำไปใช้

2) โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีก รูปที่ 3.4 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีการนำไปใช้

3.3.4 Use Case Diagram

การทำงานโดยรวมของระบบ แสดงรายละเอียดการใช้งานของผู้ใช้ และผู้ดูแลระบบ



รูปที่ 3.5 ภาพแสดง Use Case Diagram

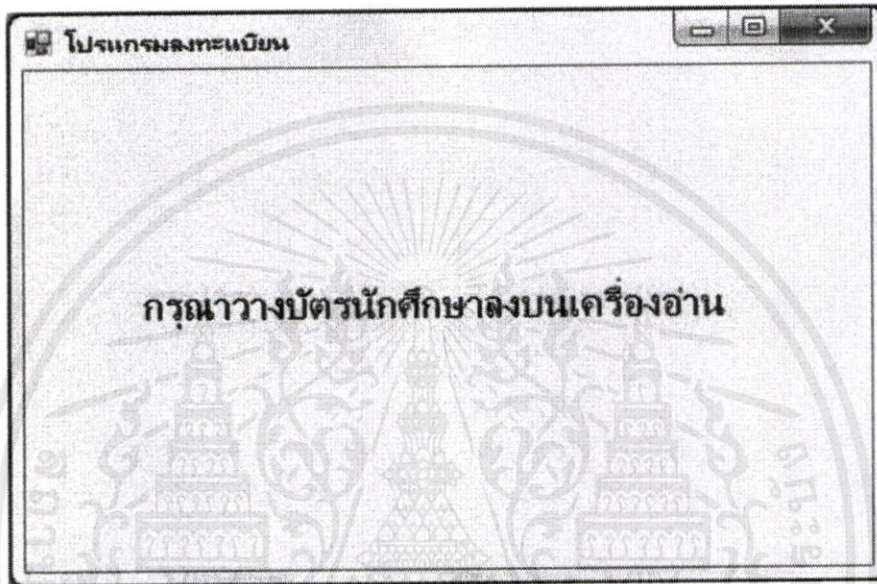
- 1) ผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถที่จะใช้งานระบบได้ 2 ชนิดคือ
 - การเปิดตู้รับฝากของ เมื่อผู้ใช้ต้องการเลิกการใช้งาน หรือนำส่งของที่เก็บไว้ออกมา
 - การปิดตู้รับฝากของ เมื่อผู้ใช้ต้องการเก็บของ
 - การลงทะเบียนใช้งานตู้รับฝากของ ผู้ใช้ต้องทำการยืนยันตนด้วยรหัสนักศึกษาที่ได้จากบัตรนักศึกษาคู่กับหมายเลขประจำเครื่องโทรศัพท์มือถือที่ได้จากโทรศัพท์มือถือ
- 2) ผู้ดูแลระบบ จะสามารถใช้งานระบบได้ 2 ชนิดคือ
 - การเปิดตู้แบบที่ไม่ต้องใช้โทรศัพท์ ใช้ในกรณีที่ใช้ตู้เกินเวลา หรือปิดตู้รับฝากของไว้แล้วไม่ได้ใช้งาน
 - การตรวจสอบการใช้งานย้อนหลัง ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบโดยอิงจากหมายเลขตู้รับฝากของ หรืออิงจากรหัสนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น "ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้"

3.4 หน้าต่างการใช้งาน

3.4.1 หน้าต่างโปรแกรมลงทะเบียน

เป็นหน้าต่างที่ให้ผู้ใช้งานทำการสมัครเข้าใช้งานระบบ โดยจะแสดงข้อความให้ผู้ใช้งานนำบัตร
นักศึกษามาสัมผัสกับเครื่องอ่าน



รูปที่ 3.6 หน้าต่างโปรแกรมลงทะเบียน

หน้าต่างหลังจากผู้ใช้นำบัตรนักศึกษามาสัมผัส ในส่วนของตัวเลขสำหรับการลงทะเบียน
และในส่วนช่องว่างให้ผู้ใช้งานกรอกรหัสที่ได้จากโทรศัพท์มือถือและปุ่ม ตกลงเพื่อทำการลงทะเบียน

 A screenshot of the same software window, now showing a registration form. The form contains three rows of labels and input fields:

รหัสนักศึกษา	53011950
รหัสลงทะเบียน	2602
รหัสจากโทรศัพท์	<input type="text"/>

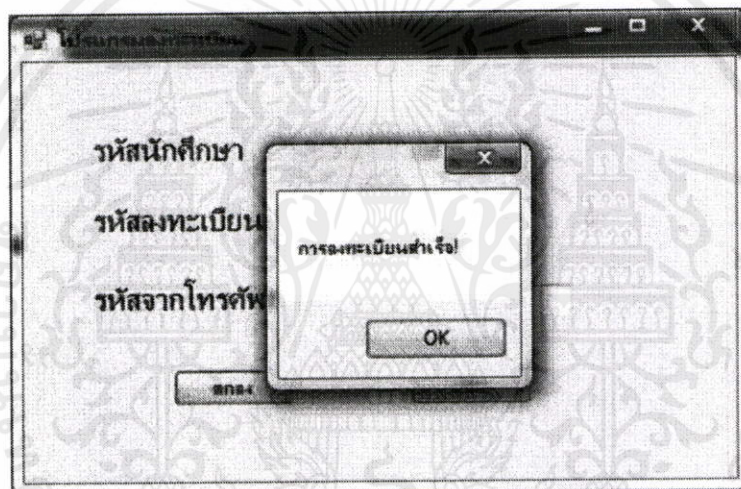
 Below the input fields are two buttons: "ตกลง" (OK) on the left and "ยกเลิก" (Cancel) on the right. The background watermark of the university seal is still visible.

รูปที่ 3.7 หน้าต่างโปรแกรมลงทะเบียนหลังแตะบัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม... ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีข้อมูลดังนี้

- 1) ช่อง รหัสนักศึกษา จะแสดงรหัสนักศึกษาที่ผู้ใช้อ่านได้
- 2) ช่อง รหัสลงทะเบียน จะแสดงรหัสเป็นหมายเลข 4 หลัก ให้ผู้ใช้นำไปกรอกที่แอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ
- 3) ช่อง รหัสจากโทรศัพท์ จะให้ผู้ใช้ทำการกรอกรหัสหมายเลข 4 หลักที่ได้รับจากแอปพลิเคชัน หลังจากทำการยืนยัน
- 4) ปุ่ม ตกลง จะเป็นการยืนยันการลงทะเบียนใช้งานระบบ
- 5) ปุ่ม ออก จะเป็นการยกเลิกการลงทะเบียน



รูปที่ 3.8 หน้าต่างโปรแกรมลงทะเบียนเมื่อลงทะเบียนสำเร็จ

3.4.2 หน้าต่างโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ

หน้าต่างโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือจะเป็นหน้าต่างที่บอกเกี่ยวกับการทำงานต่างๆ ที่โปรแกรมทำอยู่ และแสดงผลการทำงานของงาน ดังภาพ 3.5(ก) เป็นหน้าต่างหลังจากเปิดโปรแกรมขึ้นมาซึ่งจะเป็นหน้าต่างสำหรับการเปิดใช้แอปพลิเคชันครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)

ข)

รูปที่ 3.9 ก) ภาพหน้าต่างโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์มือถือ

ข) ภาพหน้าต่างกรอกหมายเลขลงทะเบียน

มีข้อมูลดังนี้

- 1) ข้อความ คุณเคยลงทะเบียนแล้วหรือไม่? จะเป็นการแสดงข้อความถามผู้ใช้งานว่าเคยลงทะเบียนแล้วหรือไม่
- 2) ปุ่ม เคยลงทะเบียนแล้ว จะเป็นการเข้าใช้ระบบได้ทันทีสำหรับในกรณีที่ผู้ใช้ได้เคยผ่านการลงทะเบียนผ่านโปรแกรมลงทะเบียนแล้ว
- 3) ปุ่ม ยังไม่เคยลงทะเบียน จะเป็นการเข้าสู่การลงทะเบียนสำหรับผู้ที่ยังไม่เคยลงทะเบียนหน้าเคาน์เตอร์ หรือ ผู้ที่ต้องการเปลี่ยนโทรศัพท์มือถือที่ใช้งาน โดยถ้ากดปุ่มนี้จะไปยังรูปที่ 3. (ข)



ก)

ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)

(ง)

รูปที่ 3.10 ภาพผลลัพธ์ของการทำงานของแอปพลิเคชัน

(ก) ข้อความเมื่อปิดตู้รับฝากของสำเร็จ

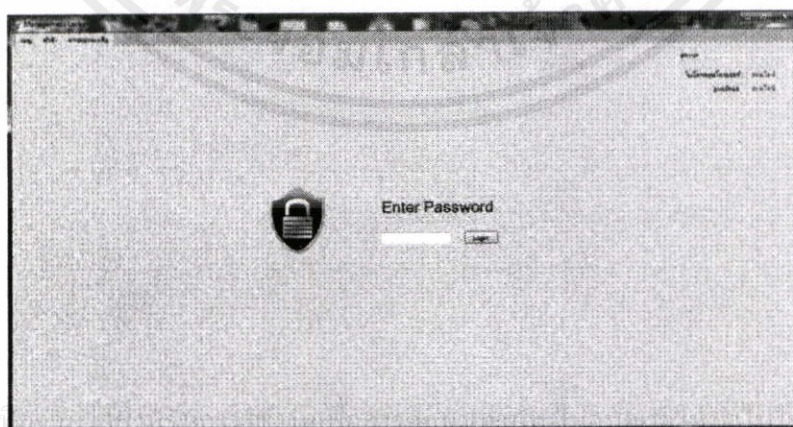
(ข) ข้อความเมื่อเปิดตู้รับฝากของสำเร็จ

(ค) ข้อความเมื่อผู้ใช้ไปใช้ตู้รับฝากของที่คนอื่นใช้แล้ว

(ง) ข้อความเมื่อผู้ใช้ใช้งานตู้รับฝากของมากกว่าหนึ่งตู้

3.4.3 หน้าต่างโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

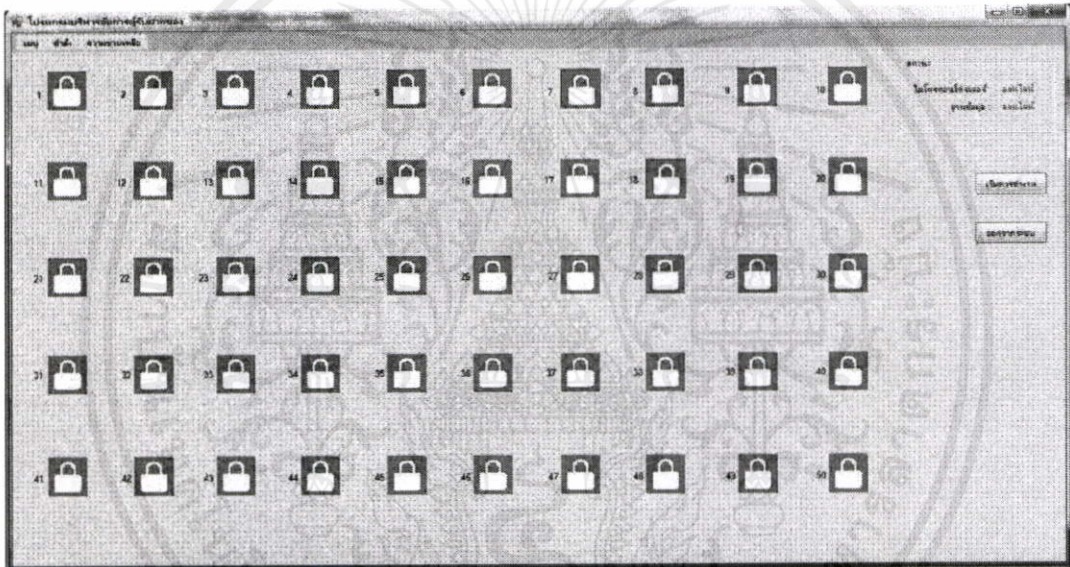
หน้าต่างของโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ หน้าต่างแรกของโปรแกรมจะเป็นหน้าต่างล็อกอินให้ผู้ใช้กรอกรหัสผ่านก่อนเข้าใช้งาน โดยทางด้านขวาจะมีข้อมูลสถานะ การเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูล และตัวไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.11 หน้าต่างล็อกอินโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้งานทำการล็อกอินสำเร็จ จะแสดงหน้าต่างสถานะของตู้รับฝากของทุกตู้ โดยเมื่อตู้ไม่มีการใช้งานสัญลักษณ์ตู้จะมีสีเขียว เมื่อเวลามีคนเข้ามาใช้งานตู้สัญลักษณ์จะเปลี่ยนเป็นสีส้ม และมีหมายเลขรหัสนักศึกษาของผู้ใช้งานแสดงอยู่ทางด้านล่างของสัญลักษณ์ตู้ต่างๆ โดยผู้ดูแลสามารถที่จะสั่งเปิด-ปิดตู้ได้ โดยเลือกตู้รับฝากของที่ต้องการ ปุ่ม Clear สำหรับให้ดูแลสั่งเปิดตู้รับฝากของทุกตู้ หน้าต่างนี้ยังแสดงสถานะโดยรวมว่าตู้ไหนเปิด-ปิดอยู่จำนวนเท่าใด มีหน้าต่างแสดงสถิติที่จะบอกจำนวนคนที่มาใช้บริการตู้รับฝากของที่จะบอกเป็น วัน สัปดาห์ และเดือน นอกจากนี้ผู้ดูแลสามารถค้นหาการใช้งาน จากบันทึกได้ โดยกดปุ่มค้นหาทางด้านล่าง โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างค้นหามาให้ และผู้ดูแลสามารถออกรายงานบันทึกสถิติการใช้งานที่เป็นไฟล์ออกมาให้ได้ โดยกดปุ่มบันทึก ดังรูป



รูปที่ 3.12 หน้าต่างใช้งานโปรแกรมควบคุมไม่โครคอนโทรลเลอร์

การค้นหาประวัติการใช้งาน เมื่อผู้ใช้กดค้นหา จะปรากฏหน้าต่าง ประกอบด้วยช่องให้ระบุวันที่ที่ต้องการเริ่มค้นหา และวันสิ้นสุดที่ต้องการค้นหาโดยสามารถเลือกจากปฏิทินได้ เมื่อผู้ดูแลระบบกดปุ่มค้นหา โปรแกรมจะแสดงข้อมูลการใช้งานตู้รับฝากของภายในเวลาที่ระบุไว้ ทางกล่องข้อความทางด้านขวา ซึ่งจะแสดงรายละเอียดวันที่ใช้งาน เวลาที่ใช้งาน ชื่อตู้ที่ใช้งาน และการใช้งานตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

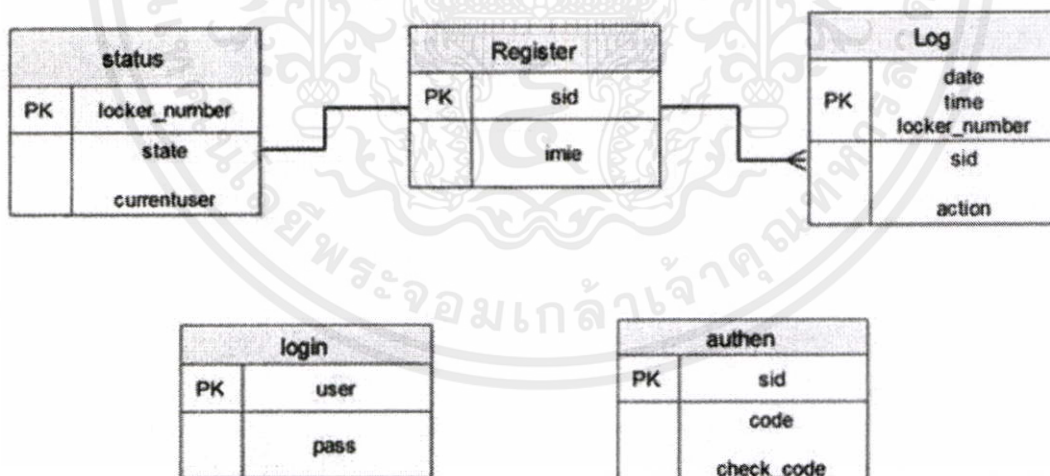
หมายเลขตู้	วันที่	เวลา	การใช้งาน
1	25-02-2557	23:34	เปิด
1	25-02-2557	23:34	ปิด
2	25-02-2557	23:32	เปิด
2	25-02-2557	23:30	ปิด
1	25-02-2557	23:29	เปิด
1	25-02-2557	23:29	ปิด
2	25-02-2557	23:24	เปิด
2	25-02-2557	23:20	ปิด
1	25-02-2557	05:04	เปิด
1	25-02-2557	05:04	ปิด
1	25-02-2557	05:03	เปิด
1	25-02-2557	05:03	ปิด

รูปที่ 3.13 ภาพหน้าต่างแสดงสถานะ

3.5 ส่วนของฐานข้อมูล

3.5.1 ER Diagram

ฐานข้อมูลของระบบ จะประกอบด้วยตารางสองตารางคือ ตาราง Block ซึ่งเก็บข้อมูลผู้ใช้ที่ถูกระงับการใช้งาน และตาราง Log ซึ่งเก็บข้อมูลการใช้งานตู้รับฝากของซึ่งจะบันทึกรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับการใช้งาน



รูปที่ 3.14 ภาพ ER Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ตารางฐานข้อมูล

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดตาราง Authen

	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	sid	Int	รหัสนักศึกษา
	code	Int	รหัสที่สร้างขึ้นจากการสุ่มแบบไม่ซ้ำ
	check_code	Int	รหัสที่ได้รับจากผู้ใช้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดตาราง Log

	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	locker_number	Int	หมายเลขตู้รับฝากของ
	date	Date	วันที่ใช้งาน
	time	Time	เวลาที่ใช้งาน
FK	sid	Int	รหัสนักศึกษา
	action	Int	การกระทำกับตู้รับฝากของ

ตารางที่ 3.3 ตาราง Login

	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	user	String	ชื่อของผู้ใช้งาน
	pass	String	รหัสผ่าน
	time	Time	เวลาที่ใช้งาน

ตารางที่ 3.4 ตาราง Register

	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	imie	BigInt	หมายเลขประจำเครื่องโทรศัพท์มือถือ
FK	sid	Int	รหัสนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 ตาราง Status

	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	locker_number	Int	หมายเลขตู้รับฝากของ
	state	Int	แสดงสถานะของตู้
	currentuser	BigInt	เก็บหมายเลขประจำเครื่องโทรศัพท์มือถือที่ใช้ตู้อยู่ในขณะนั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 บทนำการทดลอง

ในส่วนของการทดลอง จะเป็นการแสดงตัวอย่างการใช้งานจริงของตัวโครงการ โดยทางผู้จัดทำได้แบ่งการทดลองทั้งหมดออกเป็น 3 ส่วน คือ การทดลองอ่านส่วนของแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ, การทดลองส่วนของโปรแกรมลงทะเบียน และการทดลองส่วนของโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

4.2 ขั้นตอนการทดลองส่วนของแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ

4.2.1 ส่วนของการลงทะเบียน

เมื่อเปิดแอปพลิเคชันขึ้นมาครั้งแรก แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าต่างการใช้งานครั้งแรก โดยจะมีข้อความขึ้นว่า “คุณเคยลงทะเบียนแล้วหรือไม่?” และจะมีปุ่มคำตอบให้ผู้ใช้ในการเลือกว่า เคยลงทะเบียนแล้วหรือยังไม่เคยลงทะเบียน ซึ่งปุ่มลงทะเบียนแล้วมีไว้สำหรับกรณีที่ผู้ใช้เคยไปลงทะเบียนที่หน้าเคาน์เตอร์แล้ว แต่ได้ทำการ Restore เครื่องไป ทำให้ตัวแอปพลิเคชันนั้นหายไป ส่วนปุ่มยังไม่ลงทะเบียน จะมีไว้สำหรับผู้ที่ต้องการลงทะเบียนแอปพลิเคชันใส่ลงในโทรศัพท์มือถือเครื่องใหม่ ซึ่งจะทำให้เครื่องเก่าไม่สามารถใช้งานได้ทันที โดยการทดลองจะทดลองให้ดูทั้งกรณีที่ผู้ใช้เคยลงทะเบียนแล้ว และกรณีที่ผู้ใช้ยังไม่เคยลงทะเบียน

4.2.1.1 กรณีที่ผู้ใช้เคยลงทะเบียนแล้ว

1) ในกรณีนี้ผู้ใช้จะเลือกกดปุ่ม ลงทะเบียนแล้ว ระบบจะพาไปยังส่วนของการใช้งานแอปพลิเคชันทันที แต่ถ้าระบบตรวจสอบแล้วว่า ผู้ใช้ไม่มีการลงทะเบียนการใช้งานจริง ตัวแอปพลิเคชันจะแสดงหน้าต่างบอกว่า “ไม่มีข้อมูลของท่านอยู่ในฐานข้อมูล เนื่องจากยังไม่ได้ทำการลงทะเบียน หรือยังทำการลงทะเบียนไม่สมบูรณ์ กดปุ่ม ‘ลงทะเบียน’ เพื่อไปหน้าลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ในกรณีที่ระบบตรวจสอบจากเซิร์ฟเวอร์แล้วว่าโทรศัพท์มือถือเครื่องนี้ได้ผ่านการลงทะเบียนแล้ว ผู้ใช้จะสามารถใช้โทรศัพท์มือถือเครื่องนี้ทำงานได้ทันที



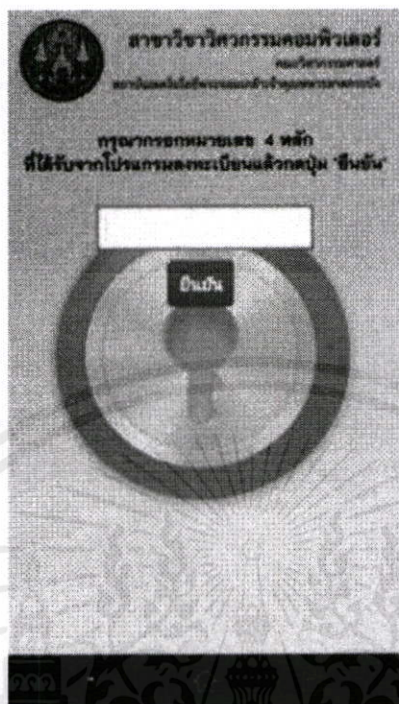
รูปที่ 4.1 ก) หน้าต่างการลงทะเบียน

ข) หน้าต่างการใช้งานกรณีเลือกปุ่มเคยลงทะเบียนแล้วแต่ยังลงทะเบียนไม่สำเร็จ

4.2.1.2 กรณีที่ผู้ใช้ไม่เคยลงทะเบียน

- 1) ในกรณีนี้ผู้ใช้จะเลือกกดปุ่ม ยังไม่เคยลงทะเบียน ระบบจะพาไปยังหน้าต่างลงทะเบียน
- 2) ให้ผู้ใช้ทำการกรอกหมายเลข 4 หลักที่ได้จากโปรแกรมลงทะเบียนหน้าเคาน์เตอร์ลงในโทรศัพท์มือถือ แล้วกดปุ่ม 'ยืนยัน'

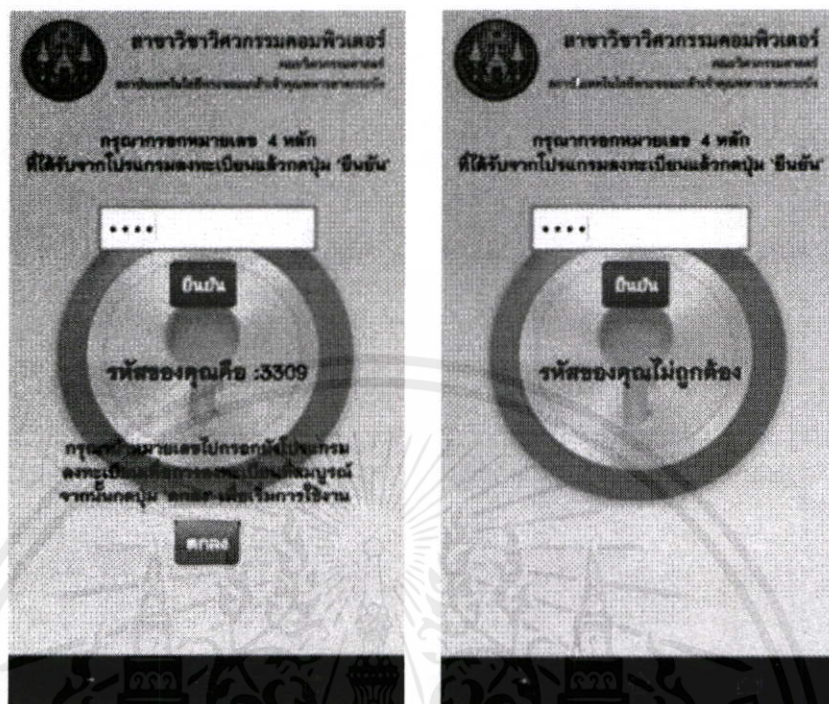
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 หน้าต่างลงทะเบียนหลังจากเลือก 'ยังไม่เคยลงทะเบียน'

- 3) ถ้าหมายเลข 4 หลักที่ผู้ใช้กรอกมาถูกต้อง หน้าต่างการลงทะเบียนจะแสดงผล หมายเลขชุดที่สอง 4 หลักที่ผู้ใช้ต้องกรอกกลับลงในโปรแกรมลงทะเบียนหน้าเคาน์เตอร์ แต่ในกรณีที่หมายเลข 4 หลักที่ผู้ใช้กรอกมานั้นไม่ถูกต้อง หน้าต่างการลงทะเบียนจะแสดงผล "รหัสของคุณไม่ถูกต้อง"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)

ข)

รูปที่ 4.3 ก) ผลลัพธ์กรณีที่กรอกหมายเลข 4 หลักถูกต้อง

ข) ผลลัพธ์กรณีที่กรอกหมายเลข 4 หลักผิด

4) เมื่อผู้ใช้กรอกรหัสกลับไปยังโปรแกรมลงทะเบียนแล้ว การลงทะเบียนจะเสร็จสมบูรณ์ และสามารถเริ่มใช้งานตัวรับฝากของได้ทันที

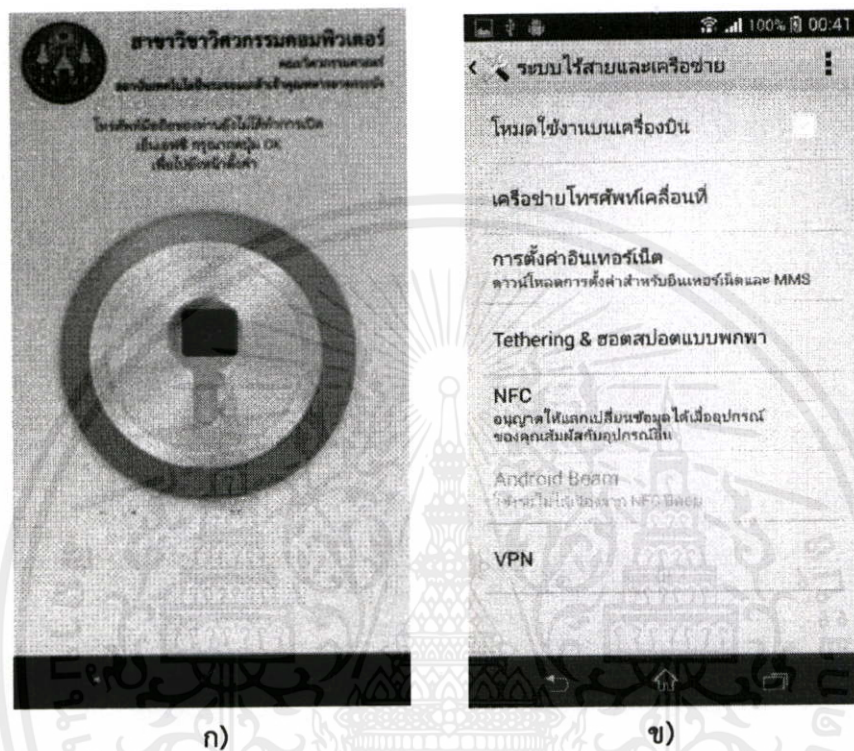
4.2.2 ส่วนของการใช้งานแอปพลิเคชัน

1) หลังจากที่ใช้ได้ทำการลงทะเบียนเพื่อยืนยันตนในการใช้งานเรียบร้อยแล้วผู้ใช้จะสามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้ตามปกติ โดยในขั้นแรกเมื่อผู้ใช้เข้าใช้แอปพลิเคชันแล้วยังไม่ได้เปิดเอ็นเอฟซี ระบบจะแสดงหน้าจอขึ้นมาว่า “โทรศัพท์มือถือของท่านยังไม่ถูกเปิดเอ็นเอฟซี กรุณาถอดกลางเพื่อไปยังหน้าต่างตั้งค่า” แต่ถ้าเอ็นเอฟซีในโทรศัพท์มือถือเปิดอยู่ก่อนแล้ว ระบบจะเข้าสู่ขั้นตอนที่ 4

2) ให้ผู้ใช้ทำการกดปุ่ม “ตกลง” จากนั้นระบบจะพาไปยังหน้าต่าง Setting ของโทรศัพท์มือถือ

3) ทำการเปิดเอ็นเอฟซี แล้วจึงกดปุ่ม “Back” เพื่อกลับมายังแอปพลิเคชันอีกครั้ง เอกสารนี้เป็นเอกสารของธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน) ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏและอาจมีการเปลี่ยนแปลงโดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

4) เมื่อเปิดเอ็นเอฟซีแล้ว แอปพลิเคชันจะทำการตั้งค่าระบบเครือข่ายไร้สายให้เชื่อมต่อไปยังตัวปล่อยสัญญาณไร้สาย ซึ่งหน้าจอจะแสดงข้อความ “กำลังตั้งค่าเครือข่าย”



รูปที่ 4.4 ก) หน้าต่างผู้ใช้งานกรณีที่ไม่ได้เปิดเอ็นเอฟซีก่อนเข้าแอปพลิเคชัน
ข) หน้าต่างการตั้งค่าระบบไร้สายและเครือข่ายหลังผู้ใช้กดปุ่ม ‘OK’

5) ถ้าสามารถเชื่อมต่อไปยังตัวปล่อยสัญญาณไร้สายได้ หน้าจอจะแสดงข้อความ “แอปพลิเคชันพร้อมใช้งาน กรุณานำโทรศัพท์มือถือไปสัมผัสกับจุดติดป้ายเอ็นเอฟซีหน้าตู้รับฝากของ” แต่ถ้าแอปพลิเคชันไม่สามารถติดต่อเครือข่ายได้ภายใน 3 ครั้ง หน้าจอจะแสดงข้อความ “ไม่สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายได้ กรุณาลองใหม่อีกครั้ง” และมีปุ่ม “OK” แสดงขึ้นมา

6) นำโทรศัพท์ไปแตะสัมผัสกับตู้ที่ต้องการเปิด/ปิด โดยที่ผลลัพธ์หลังสัมผัสจะแบ่งได้ดังนี้

- กรณีเปิดตู้สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในระบบการฝึกอบรมเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดที่นำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย
แอปพลิเคชันจะแสดงผลข้อความป๊อปอัพ “การเปิดตู้เสร็จสมบูรณ์” และ
อัปเดตหมายเลขตู้เก็บของที่ใช้งานตามหมายเลขของตู้ที่ใช้

- กรณีปิดตู้สำเร็จ

แอปพลิเคชันจะแสดงผลข้อความป๊อปอัพ “การปิดตู้เสร็จสมบูรณ์” และ
 อัปเดตหมายเลขตู้เก็บของที่แสดงผลเป็น “ยังไม่ได้ใช้ตู้ใด”

- กรณีเปิด/ปิดตู้ไม่สำเร็จเนื่องจากไมโครคอนเลอร์ดับ

แอปพลิเคชันจะแสดงผลข้อความป๊อปอัพ “การเปิด/ปิดตู้ไม่สำเร็จ กรุณา
 ลองอีกครั้ง”

- กรณีผู้ใช้จะไปเปิดตู้รับฝากของของคนอื่น

แอปพลิเคชันจะแสดงผลข้อความป๊อปอัพ “ตู้นี้ไม่ใช่ของคุณ กรุณานำ
 โทรศัพท์มือถือไปสัมผัสให้ถูกต้อง”

- กรณีผู้ใช้จะใช้งานตู้รับฝากของมากกว่าหนึ่งตู้

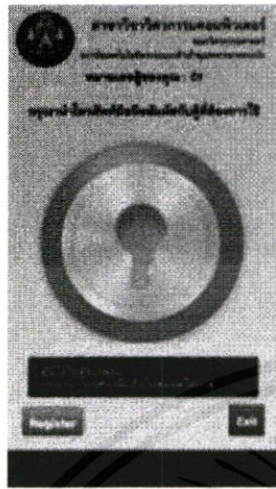
แอปพลิเคชันจะแสดงผลข้อความป๊อปอัพ “คุณได้ใช้งานตู้อื่นแล้ว สามารถ
 ใช้งานได้เพียงครั้งละหนึ่งตู้เท่านั้น



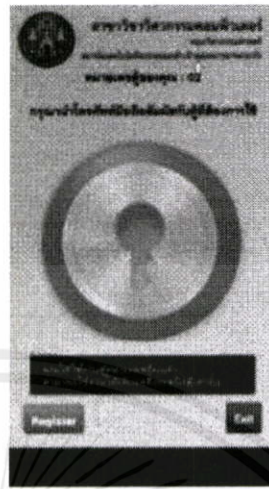
ก)

ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค)



(ง)

รูปที่ 4.5 ภาพผลลัพธ์ของการทำงานของแอปพลิเคชัน

- (ก) ข้อความเมื่อปิดตู้รับฝากของสำเร็จ
- (ข) ข้อความเมื่อเปิดตู้รับฝากของสำเร็จ
- (ค) ข้อความเมื่อผู้ใช้ไปใช้ตู้รับฝากของที่คนอื่นใช้แล้ว
- (ง) ข้อความเมื่อผู้ใช้ใช้งานตู้รับฝากของมากกว่าหนึ่งตู้

7) เมื่อทำการปิดหรือพักหน้าแอปพลิเคชัน ค่าของตัวแปรต่างๆ เช่น ค่าหมายเลขตู้รับฝากของ จะยังคงอยู่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามสถานะล่าสุดของค่าของตัวแปรแต่ละตัว

โดยในการทดลอง ได้ทำการนำโทรศัพท์มือถือที่มีเอ็นเอพีซีในรุ่นที่แตกต่างกันมาทำการทดลองใช้งานจริงในการเปิด-ปิดตู้ 10 ครั้ง และทำการจับเวลาในการใช้งานเพื่อความเร็วเฉลี่ยในการทำงาน เมื่อนำโทรศัพท์มือถือไปสัมผัสหน้าตู้รับฝากของ ซึ่งหลังจากทดลองได้ผลการทดลองตามตาราง

ตารางที่ 4.1 ตารางสรุปผลการทดลองจำนวนครั้งและความเร็วเฉลี่ยในการทำงาน

ยี่ห้อและรุ่นของโทรศัพท์มือถือที่มีเทคโนโลยีเอ็นเอพีซี	จำนวนครั้งที่ทำงานถูกต้อง (คิดเป็น % จากการใช้งาน 10 ครั้ง)	ความเร็วเฉลี่ยในการทำงานแต่ละครั้ง (วินาที)
Sony Xperia ZR	100	2.48
Sony Xperia SP	100	2.52
Sony Xperia V	100	2.61
LG Nexus 4	100	2.73
LG Nexus 5	100	3.12
Samsung Galaxy Note II	100	2.77

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากอธิการบดี
ไม่ว่ากรณีใดๆ ขอสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากอธิการบดี

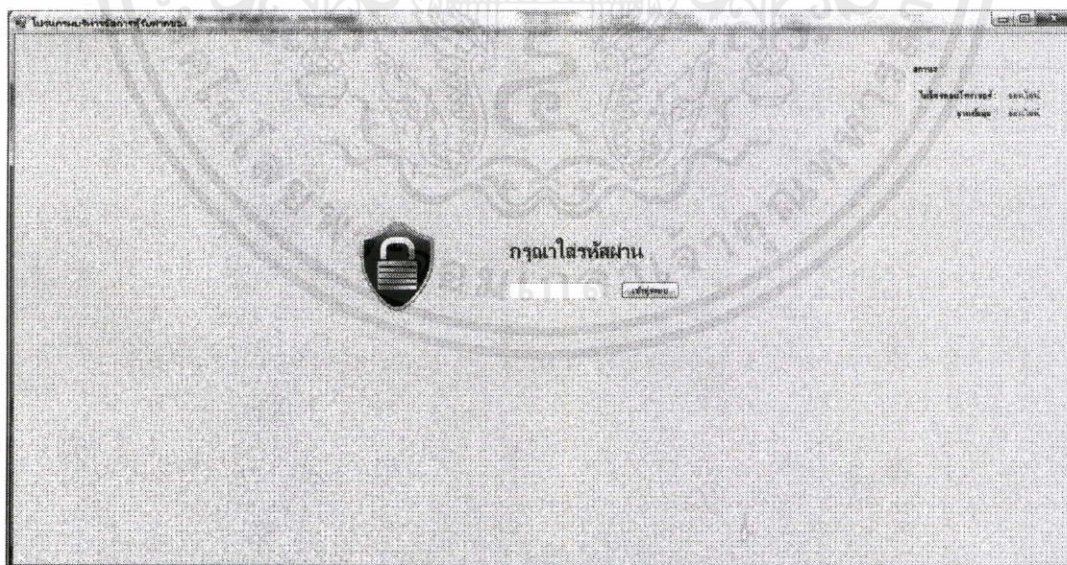
4.2.3 สรุปผลการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการทดลองแล้ว จะพบได้ว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยค่าเฉลี่ยการส่งข้อมูลเมื่อนำโทรศัพท์มือถือที่มีเอ็นเอฟซีไปสัมผัสหน้าตู้รับฝากของจะสำเร็จ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำงานนั้นจะขึ้นอยู่กับยี่ห้อและรุ่นของโทรศัพท์มือถือ เนื่องจากตัวชิพเอ็นเอฟซีของแต่ละยี่ห้อที่ผลิตจากผู้ผลิตแตกต่างกันออกไป และอีกปัจจัยหนึ่งคือ ความหนาและวัสดุของตัวโทรศัพท์มือถือ เนื่องจากการใช้วัสดุที่หนาจนเกินไปของโทรศัพท์มือถือในแต่ละรุ่นและในการใช้งานจริง ผู้ใช้บางคนอาจจะนำอุปกรณ์ป้องกันกระแทก (Case) ใส่เพิ่มเติม ซึ่งทำให้ตัวโทรศัพท์มือถือหนามากขึ้น หรือวัสดุของโทรศัพท์มือถือคุณสมบัติของแม่เหล็กอยู่ด้วย ก็จะเป็นปัจจัยที่ทำให้ใช้เวลาในการทำงานเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยดังกล่าวมีผลกระทบต่อระยะเวลาการใช้งานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4.3 ขั้นตอนการทดลองส่วนของโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

4.3.1 เมื่อผู้ใช้ต้องการเริ่มใช้งานโปรแกรม

- 1) เมื่อผู้ใช้ทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะมีหน้าต่างให้ผู้ใช้งานกรอกรหัสผ่านก่อนเข้าใช้งานโปรแกรมและมีสถานะการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์และฐานข้อมูลแสดงอยู่ทางมุมบนขวาของโปรแกรม

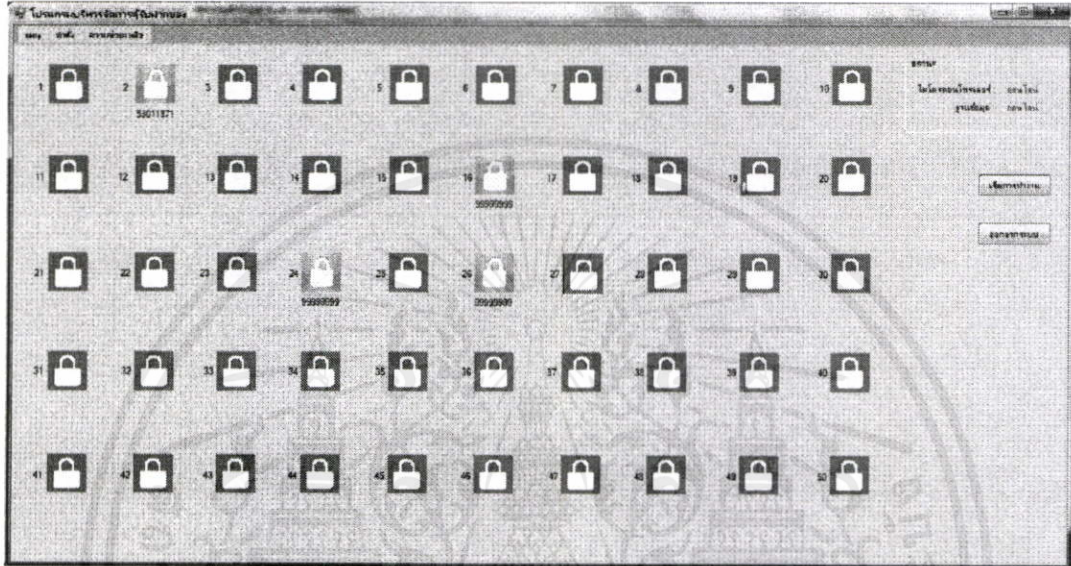


รูปที่ 4.6 หน้าต่างล็อกอินโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

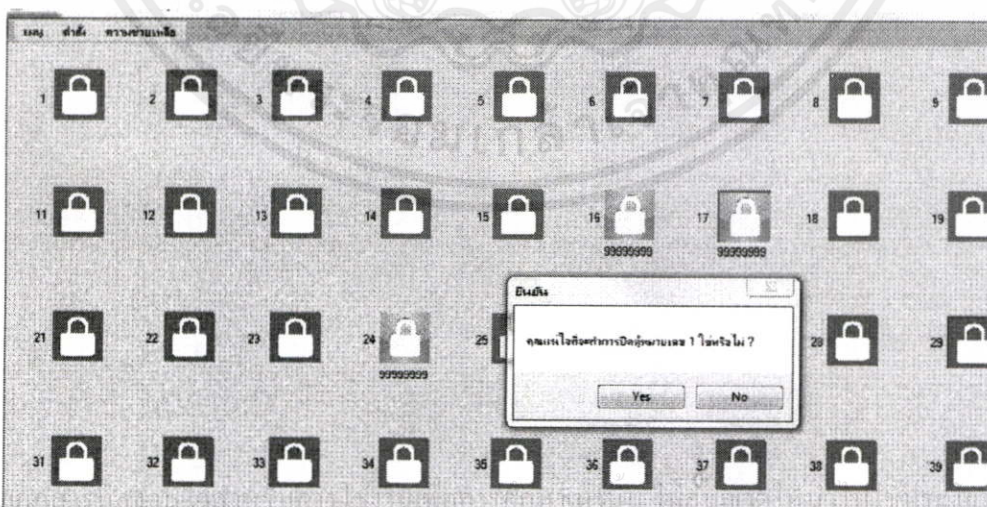
- 2) เมื่อทำการเข้าสู่ระบบสำเร็จ โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างของการใช้งานซึ่งจะประกอบด้วยส่วนที่แสดงสถานะของตู้รับฝากของโดยถ้าไม่มีการใช้งานตู้จะมีสีเขียว ส่วนตู้ที่มีการใช้งาน

แล้วตัวจะแสดงด้วยสีส้มและมีรหัสของผู้ใช้งานแสดงทางด้านล่างของรูปด้วย โดยโปรแกรมจะมีเมนูการใช้งานต่าง ๆ อยู่ทางด้านบนซ้าย มีการแสดงในส่วนสถานะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ และฐานข้อมูลอยู่ทางด้านบนขวา



รูปที่ 4.7 หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

3) เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการที่จะเปิดหรือปิดตู้ให้ทำการคลิกที่ไอคอนสองครั้ง จากนั้นจะมีหน้าต่างยืนยันถามผู้ดูแลระบบกดยืนยัน หรือยกเลิกการกระทำ



รูปที่ 4.8 หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของกรณีปิดตู้รับฝากของผ่านโปรแกรม

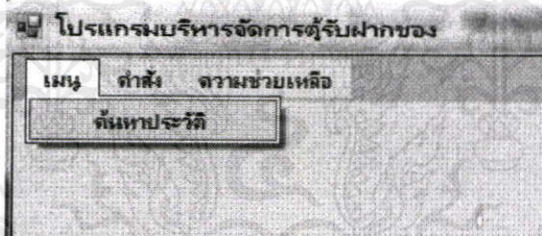
4) ให้ผู้ใช้กดปุ่มเริ่มการทำงานเพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำการรับข้อมูลจากโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 4.9 การแสดงปุ่มเริ่มทำงานของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

4.3.2 การใช้งานในส่วนของเมนูต่างๆ

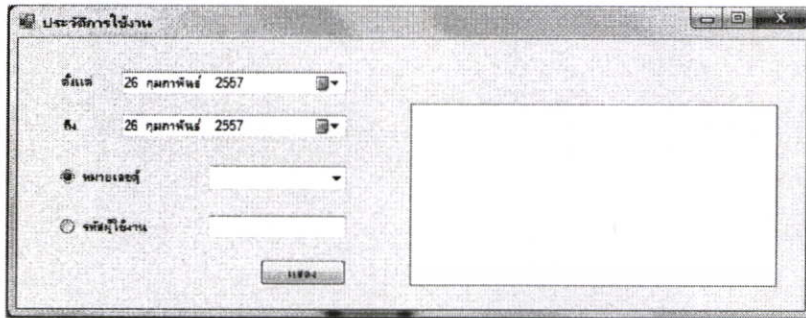
1) เมนู จะมีเมนูย่อยเป็นค้นหาประวัติ



รูปที่ 4.10 การแสดงเมนูของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

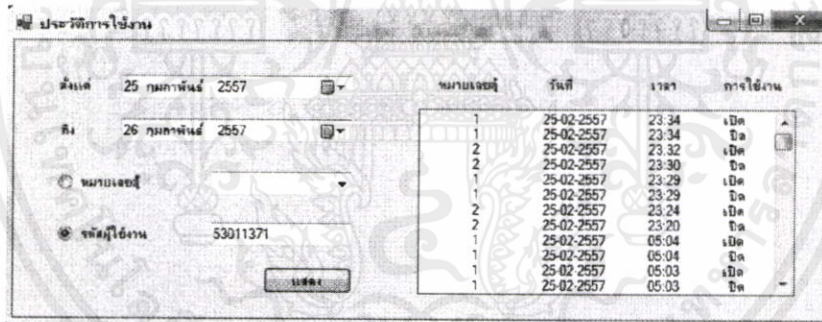
ในเมนูค้นหาประวัติจะให้ผู้ใช้เลือกวันที่ที่ต้องการค้นหาโดยให้ผู้ใช้งานใส่วันที่ที่ต้องการเริ่มค้นหา วันสิ้นสุดที่ต้องการค้นหา และให้ผู้ใช้งานเลือกว่าต้องการค้นหาตามหมายเลขตู้ หรือตามรหัสผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 หน้าการใช้งานเมนูค้นหาประวัติของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

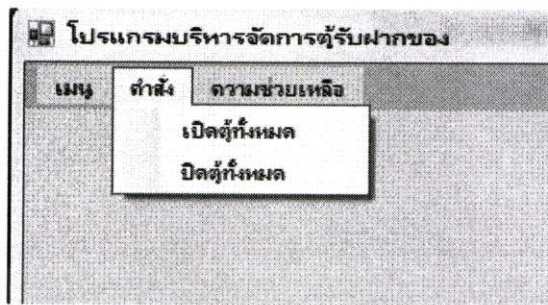
เมื่อผู้ใช้งานกดปุ่มแสดงโปรแกรมจะทำการค้นหาประวัติการใช้งานตามที่ใช้เลือกและแสดงออกทางกรอบทางด้านขวาของโปรแกรมซึ่ง ตัวอย่างด้านล่างผู้ใช้งานกดตามรหัสผู้ใช้งานก็จะมีประวัติการใช้งานแสดงซึ่งมีรายละเอียดหมายเลขตู้ที่ใช้ วัน เวลาที่ใช้งาน ผู้ใช้ทำการเปิดหรือปิดตู้



รูปที่ 4.12 การแสดงเมนูค้นหาประวัติของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

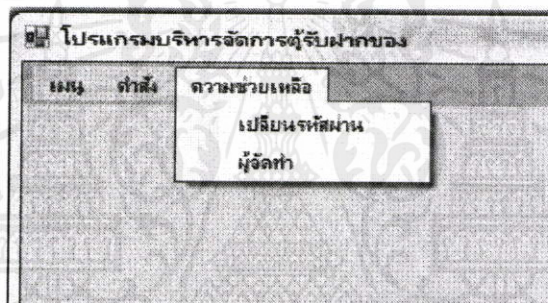
2) คำสั่ง ในเมนูนี้จะมีเมนูย่อยเป็น เปิดตู้ทั้งหมด ซึ่งจะใช้ในกรณีที่ต้องดูและระบบต้องการที่จะเปิดตู้ทั้งหมดในตอนเย็น เพื่อเอาของที่ผู้ใช้ลืมเอาไปเก็บไว้ในหอสมุดและเมนูปิดตู้ทั้งหมด เพื่อปิดตู้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



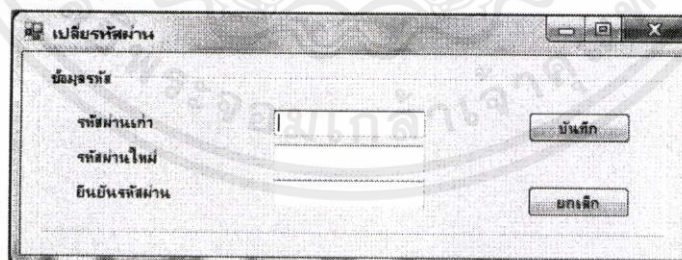
รูปที่ 4.13 การแสดงแถบคำสั่งของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

- 3) ความช่วยเหลือ ในเมนูนี้จะมีเมนูย่อยเป็น เปลี่ยนรหัสผ่านสำหรับการใช้งานโปรแกรม และ ผู้จัดทำซึ่งจะแสดงหน้าต่างเกี่ยวกับผู้จัดทำโปรแกรม



รูปที่ 4.14 การแสดงเมนูความช่วยเหลือของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

- 4) หน้าต่างเปลี่ยนรหัสผ่านให้ผู้ใช้งานกรอกรหัสผ่านเก่าและรหัสผ่านใหม่เพื่อทำการเปลี่ยนรหัส การเข้าใช้งานโปรแกรม



รูปที่ 4.15 หน้าต่างเปลี่ยนของหน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมบริหารจัดการตู้รับฝากของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ขั้นตอนการทดลองส่วนของโปรแกรมลงทะเบียน

- 1) หน้าหลักของโปรแกรมจะแสดงข้อความให้ผู้ใช้ นำบัตรนักศึกษา มาวางบนเครื่องอ่านเพื่ออ่านข้อมูลรหัสนักศึกษาของผู้ใช้



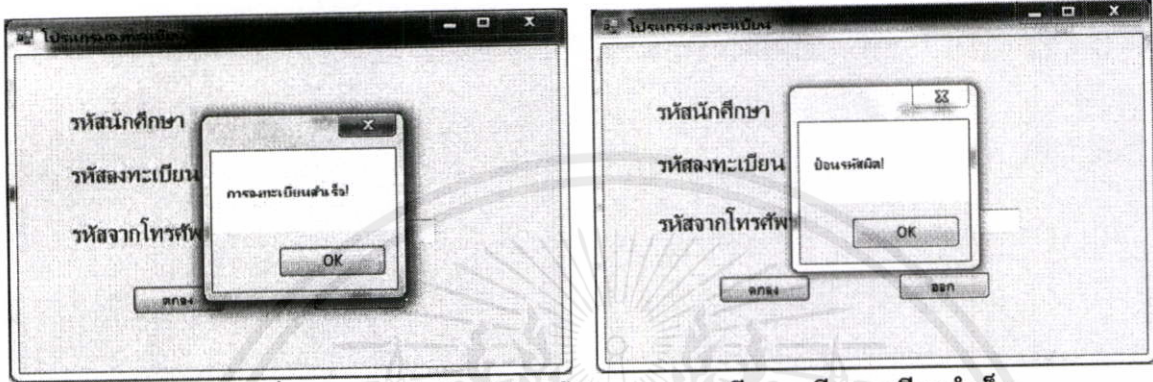
รูปที่ 4.16 หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมลงทะเบียน

- 2) เมื่อผู้ใช้งานนำบัตรมาวางบนเครื่องอ่าน โปรแกรมจะสร้างรหัสสำหรับการลงทะเบียนเข้าใช้งานให้ผู้ใช้กรอกใส่โทรศัพท์มือถือ และเมื่อผู้ใช้กรอกรหัสใส่โทรศัพท์เรียบร้อยแล้วจะต้องกรอกรหัสที่ได้จากโทรศัพท์มือถือกลับเข้ามายังโปรแกรมลงทะเบียน

รูปที่ 4.17 หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมลงทะเบียนหลังนำบัตรนักศึกษามาวางยังเครื่องอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อผู้ใช้กรอกรหัสเสร็จแล้วกดตกลง จะมีข้อความแสดงว่าการลงทะเบียนสำเร็จ หรือในกรณีที่รหัสผิด จะมีข้อความแสดงว่ารหัสผิด



รูปที่ 4.18 ก) หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมลงทะเบียนกรณีลงทะเบียนสำเร็จ

ข) หน้าต่างผู้ใช้งานโปรแกรมลงทะเบียนกรณีป้อนรหัสผิด

4.5 ผลการทดลองโดยสรุป

จากปัญหาของผู้รับฝากของแบบเก่าที่ใช้ระบบจำรหัสผ่านหรือลือคกุญแจนั้น เราจึงได้ทำการพัฒนาระบบผู้รับฝากของโดยใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซีที่มีในโทรศัพท์มือถือมาสัมผัสกับตัวป้ายเอ็นเอฟซีเพื่อเป็นการกระตุ้นให้แอปพลิเคชันที่ทำงานในโทรศัพท์มือถือทำการส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะรับข้อมูลแล้วนำไปประมวลผลส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งเปิด-ปิดตู้รับฝากของต่อไป ซึ่งในขั้นตอนการใช้งานจะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนั้นเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการใช้งาน โดยผู้ใช้งานต้องทำการลงทะเบียนที่หน้าเคาน์เตอร์เพื่อทำการยืนยันตนว่ารหัสนักศึกษาดังกล่าวใช้โทรศัพท์มือถือเครื่องนี้ในการใช้บริการ ส่วนที่สองคือในการใช้บริการผู้รับฝากของ โดยผู้ใช้งานเพียงแค่เปิดแอปพลิเคชันขึ้นแล้วนำโทรศัพท์ไปเลือกสัมผัสกับตำแหน่งหน้าตู้รับฝากของที่มีสถานะเปิดอยู่ เพียงเท่านี้การปิดตู้ก็เสร็จสิ้น เมื่อผู้ใช้งานต้องการเปิดตู้ก็ให้นำโทรศัพท์มือถือมาสัมผัสกับตำแหน่งที่ติดป้ายหน้าตู้เดิมอีกครั้ง ซึ่งผลการทำงานโดยรวมจะมีประสิทธิภาพกว่าระบบผู้รับฝากของแบบเก่าในด้านความสะดวกสบาย, ความล้ำสมัยในเทคโนโลยี และความปลอดภัยในการรักษาสິงของภายในตู้รับฝากของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลทั้งหมดที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบ ทำให้คณะผู้จัดทำมีความรู้ความเข้าใจถึงเทคโนโลยีต่างๆ และสามารถนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้เข้ากับโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบระบบบริหารจัดการตู้รับฝากของโดยใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซี โดยในการดำเนินงาน ตัวระบบสามารถแบ่งย่อยเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือ แอปพลิเคชันที่ทำงานอยู่บนสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, โปรแกรมลงทะเบียนใช้งานตู้รับฝากของ, โปรแกรมแสดงสถานการณเปิด-ปิดของตู้รับฝากของ และโปรแกรมการตรวจบันทึกข้อมูล

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางการแก้ไข

1) ปัจจุบันบัตร์นักศึกษาของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นป้ายเอ็นเอฟซีได้นั้น ไม่มีการเขียนข้อมูลของรหัสนักศึกษาเพื่อใช้ในการลงทะเบียนเอาไว้ ดังนั้นทางผู้จัดทำโครงการจึงต้องทำการเขียนข้อมูลหมายเลขรหัสนักศึกษาลงในบัตรนักศึกษาเอง

2) ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องอ่านเอ็นเอฟซีกับโทรศัพท์มือถือที่มีชิพเอ็นเอฟซีเพื่อใช้ในการยืนยันตนสำหรับลงทะเบียนใช้งานระบบนั้น ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากในโทรศัพท์มือถือที่มีชิพเอ็นเอฟซีแต่ละรุ่น ชิพเอ็นเอฟซีที่ใช้ในแต่ละยี่ห้อของโทรศัพท์มือถือนั้นเป็นคนละแบบกัน ซึ่งไม่มีเครื่องอ่านเอ็นเอฟซีรุ่นใดที่สามารถตรวจพบโทรศัพท์มือถือที่มีเอ็นเอฟซีได้ทุกรุ่น ดังนั้นจึงแก้ไขโดยการสร้างหมายเลขขึ้นมา 4 หลักเพื่อให้ผู้ใช้ได้นำหมายเลขที่ได้จากการลงทะเบียนไปกรอกกลงในหน้าต่างลงทะเบียนบนแอปพลิเคชันเพื่อเสร็จสิ้นการสมัครและเพื่อใช้งานตู้รับฝากของได้ตามปกติ

3) ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับใช้งานบนโทรศัพท์มือถือที่มีเอ็นเอฟซี จำเป็นต้องใช้เวลาานมากจึงจะสามารถเข้าใจไลบรารีชนิดต่างๆ การเรียกใช้เมธอดที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีความจำเป็นต้องใช้เวลาศึกษาทำความเข้าใจในส่วนนี้มากเป็นพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ในการเลือกใช้งานกลอนไฟฟ้า เพื่อทำการเปิด-ปิดตู้รับฝากของนั้นหาซื้อได้ยากมาก เนื่องจากกลอนไฟฟ้าที่มีขายทั่วไปนั้นมีราคาสูง ดังนั้นจึงแก้ไขโดยการนำกลอนไฟฟ้ามือสองนำมาประกอบเข้ากับกลอนสไลด์

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

- 1) สามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานได้จริงกับระบบรับฝากของทั่วไป
- 2) สามารถนำระบบไปพัฒนาต่อสำหรับระบบที่ต้องการการยืนยันตน เช่น ระบบเข้า-ออกสำนักงาน
- 3) สามารถนำเทคโนโลยีอื่นนอกจากเอ็นเอฟซี เช่น เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดี หรือเทคโนโลยีที่คาดว่าจะเกิดขึ้นใหม่ในอนาคตมาประยุกต์ใช้แทนโทรศัพท์มือถือที่มีชิพเอ็นเอฟซีได้
- 4) สามารถนำโทรศัพท์มือถือที่มีเอ็นเอฟซีไปใช้งานต่อการเข้าใช้งานหอสมุดสถาบัน
- 5) สามารถนำโทรศัพท์มือถือที่มีเอ็นเอฟซีไปใช้งานต่อกับระบบการเข้าเรียนของศึกษา
- 6) สามารถนำโทรศัพท์มือถือที่มีเอ็นเอฟซีไปใช้งานต่อในเทคโนโลยีเอ็นเอฟซีประเภทอื่นๆ เช่น การใช้โทรศัพท์มือถือแทนกระเป๋าเงินในการจ่ายเงินรถไฟฟ้าบีทีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- 1 Vedat Coskun, Kerem Ok, Busra Ozdenizci. **Near Field Communication**. Singapore : Markono Print Media Pte Ltd. 2012.
- 2 กันต์กวี บุญประसार, คมกฤษ เอี่ยมวิไล. “การประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีกับบัตรนักศึกษาเพื่อใช้งานในห้องสมุด” ปริญญาโทวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2555
- 3 “NFC Tags, A technical introduction, applications and products.” [Online]. Available : http://www.nfctags.com/documents/White_paper_NFC%20Tags_NXP_Technical%20report_December_2011.pdf. 2011.
- 4 “NFC Data Exchange Format.” [Online]. Available : www.nfc-Forum.org/specs/. 2006
- 5 “Type 2 Tag Operation Specification” [Online]. Available : www.nfc-Forum.org/specs/. 2007.
- 6 “NFC Application” [Online]. Available : <http://nearfieldcommunication.com>. 2011.
- 7 “NFC Record Type Definition (RTD), Technical Specification.” [Online]. Available : www.nfcForum.org/specs/. 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ก1. คุณสมบัติของป้าย เอ็นเอฟซี-Mifare Ultralight (NTAG 203)

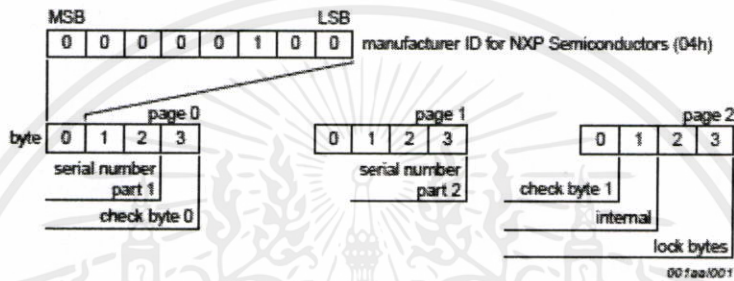
- ระยะห่างการใช้งาน สูงสุดถึง 10 เซนติเมตรขึ้นอยู่กับความแรงของอุปกรณ์
- ใช้งานย่านความถี่ 13.56 MHz
- อัตราการถ่ายโอนข้อมูลสูงสุด 106 kbit/s
- มีความถูกต้องของข้อมูลสูง โดยใช้ CRC 16bit, parity, bit coding, bit counting
- มีหมายเลขประจำแท็กขนาด 7 ไบต์
- มีหน่วยความจำทั้งหมดขนาด 168 ไบต์ ซึ่งจะแบ่งเป็น 42 เพจ (เพจละ 4 ไบต์)
- พื้นที่ที่สามารถอ่านเขียนได้ 144 ไบต์ จะแบ่งเป็น 32 เพจ (เพจละ 4 ไบต์)
- สามารถล็อกข้อมูลเป็นเพจได้สำหรับ 64 ไบต์แรก
- สามารถล็อกข้อมูลในแต่ละบล็อกได้
- มีส่วนของเคาเตอร์ขนาด 16 บิต
- สามารถเก็บรักษาข้อมูลได้ 5 ปี
- ป้องกันการปลอมแท็ก โดยมีเลขหมายประจำแท็กขนาด 7 ไบต์
- 32 บิต สำหรับ One Time Programming (OTP)

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงรูปแบบของหน่วยความจำในป้ายเอ็นเอฟซี

หน้าที่	หมายเลขไบต์			
	0	1	2	3
0	serial number			
1	serial number			
2	serial number	internal	lock bytes	lock bytes
3	OTP	OTP	OTP	OTP
4 ถึง 39	user memory	user memory	user memory	user memory
40	lock bytes	lock bytes	-	-
41	16-bit counter	16-bit counter	-	-

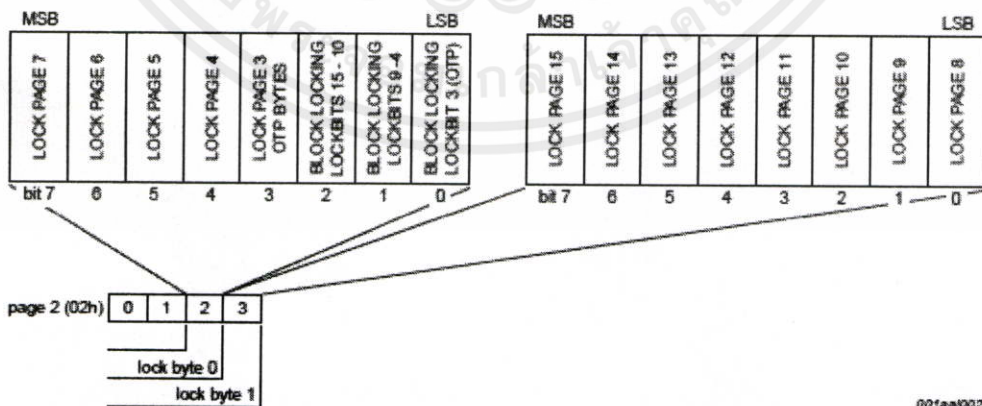
รายละเอียดขององค์ประกอบในแต่ละส่วนมีดังนี้

- 1) Serial Number จะอยู่ในหน้าหมายเลข 0 ในไบต์ที่ 0-2 และหน้าหมายเลข 1 ในไบต์ที่ 0-3 โดยจะมี 2 ไบต์ที่เพิ่มเติมที่ทำหน้าที่เป็นไบต์ในการตรวจสอบบล็อก (Block Check Character Bytes) ในส่วนหน้าหมายเลข 2 ไบต์ที่ 1 จะจองที่ไว้ให้กับข้อมูลที่เป็นภายใน (internal data)



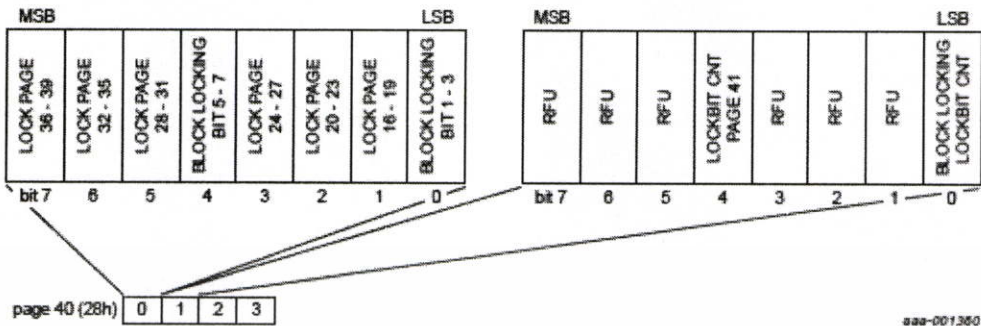
รูปที่ ก.1 โครงสร้างของ Serial Number

- 2) Lock bytes จะแบ่งตำแหน่งที่อยู่เป็นสองส่วน คือหน้าหมายเลข 2 ไบต์ที่ 2 ซึ่งจะใช้สำหรับการล็อกทั้งหมายเลขหน้าและแต่ละไบต์ และ 3 สำหรับการล็อกหมายเลขหน้าเพียงอย่างเดียว กับหน้าหมายเลข 40 ในไบต์ที่ 0 สำหรับใช้ล็อกหมายเลขหน้าและแต่ละไบต์ และไบต์ที่ 1 สำหรับใช้ล็อกแต่ละไบต์ โดยในแต่ละบิตถ้าถูกตั้งค่าให้เป็น 1 จะทำการล็อกข้อมูลในไบต์หรือในเพจดังรูป



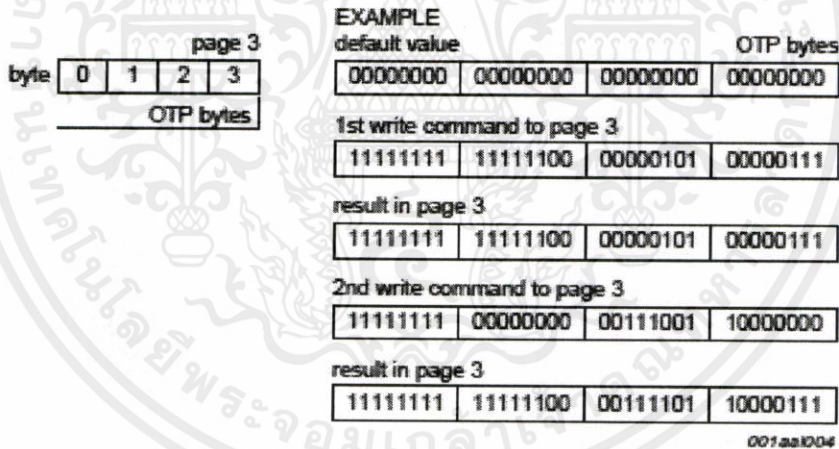
รูปที่ ก.2 โครงสร้างของ Lock bytes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 (ต่อ) โครงสร้างของ Lock bytes

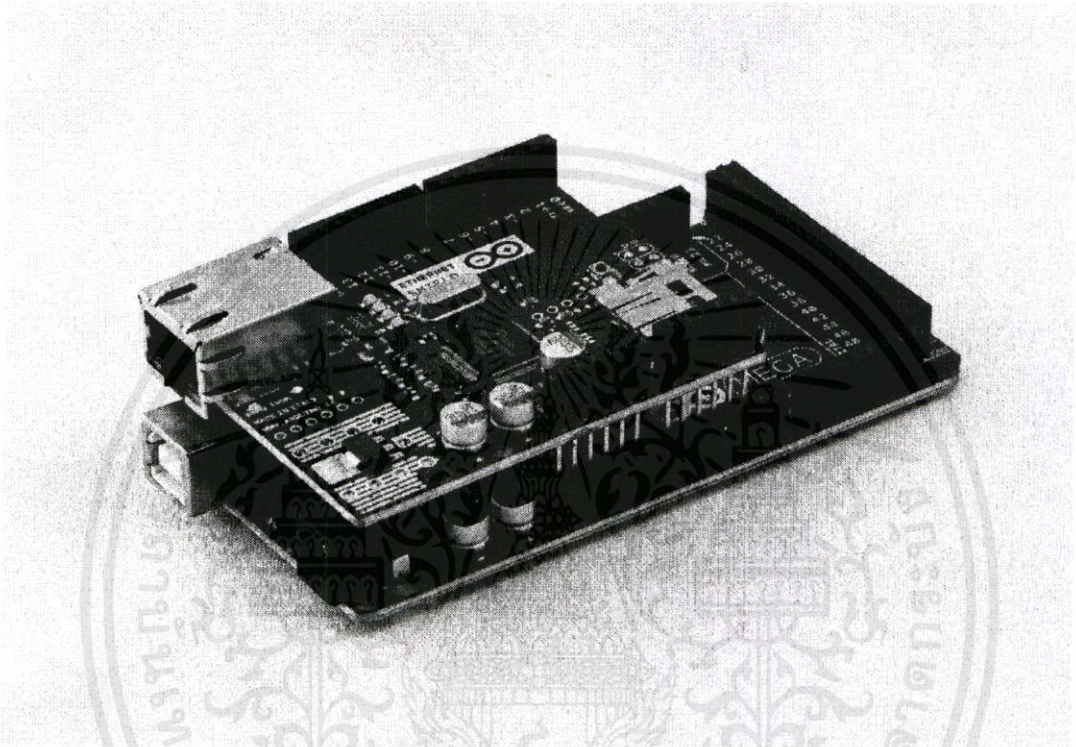
- 3) OTP Byte (One-Time programmable Bytes) จะอยู่ในหมายเลขหน้าที่ 3 ไบต์ที่ 0-3 ซึ่งจะเป็นส่วนที่สามารถเขียนได้เพียงครั้งเดียว จะไม่สามารถรีเซ็ตข้อมูลตรงส่วนนี้ได้ ซึ่งมีประโยชน์คือ ใช้สำหรับเป็นเลขหมายเฉพาะตัวของบัตรต่างๆ เช่น บัตรเข้าชมแข่งขันฟุตบอลโลกในปี 2006 ก็ใช้หลักการนี้เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงข้อมูล



รูปที่ ก.3 โครงสร้างของ One-Time programmable Bytes

- 4) Data page เป็นส่วนที่ผู้ใช้จะสามารถอ่าน-เขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ มีขนาดรวม 144 ไบต์ โดยเริ่มตั้งแต่หมายเลขหน้าที่ 4 ถึง 39 โดยค่าเริ่มต้นของในแต่ละไบต์จะมีค่าเท่ากับ 00 ฐานสิบหก
- 5) Counter จะเป็นส่วนของวงจรมานับที่ใช้บันทึกจำนวนครั้งที่เขียนข้อมูลลงไปภายในหน่วยแอมป์ โดยมีความ 2 ไบต์ ตั้งแต่หมายเลขหน้าที่ 41 โดยเมื่อมีการเขียนข้อมูลหนึ่งครั้ง ส่วนของการนับจำนวนการเขียนก็จะเพิ่มไปหนึ่งครั้งไปเรื่อยๆจนถึง 0xFFFF ซึ่งเป็นค่าที่สูงที่สุด ซึ่งส่วนของการนับจะไม่มีการนับเพิ่มอีกแล้ว

โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ในการทำโครงการนี้ ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Arduino Mega 2560 ประกอบเข้ากับ Ethernet Shield module ดังรูป



รูปที่ ข.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และอีเทอร์เน็ตโมดูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้