

การเข้ารหัสข้อมูลบัญชีผู้ใช้ ด้วย QR code บนแอนดรอยด์ User Account Encoding using QR Code based on Android

พิทยา คำปิ่น, กฤตญา บุญสุขแสง, ปัทมา ตริตานนท์, อวยไชย อินทรสมบัติ, ธาณิล ม่วงพูล
โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
85 ถ.มาลัยแมน อ.เมือง จ.นครปฐม 73000 โทรศัพท์: 034261021, email: ouychai@npru.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาของการใช้งานอุปกรณ์พกพา คือการใช้งานคีย์บอร์ด เนื่องจากเป็นคีย์บอร์ดเสมือนซึ่งมีขนาดเล็กและไม่สามารถที่จะพิมพ์สัมผัสได้ ทำให้บ่อย ครั้งผู้ใช้พิมพ์ผิดโดยไม่รู้ตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นการพิมพ์ชื่อผู้ใช้และมีการตรวจสอบรหัสผ่าน ผู้ใช้จะรู้ตัวก็ต่อเมื่อมีรายงานความผิดพลาดจากเว็บไซต์ ทำให้เกิดความล่าช้าและไม่สะดวก การพัฒนาระบบการแทนบัญชีผู้ใช้ด้วยบาร์โค้ดสองมิตินี้ มุ่งเน้นการอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ โดยไม่จำเป็นต้องพิมพ์ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านทุกครั้งสำหรับการเข้าใช้งานเว็บไซต์ ในการทดลองนี้ ได้ทำการจำลองระบบการดูแลของนักศึกษาผ่านเว็บ โดยที่ผู้ใช้จะต้องป้อนชื่อผู้ใช้กับรหัสผ่านทุกครั้งที่ต้องการดูแลของตัวเอง ในระบบที่นำเสนอนี้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องป้อนข้อมูลทุกครั้ง เพียงแต่สร้างบาร์โค้ดสองมิติ เพื่อเก็บชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน จากนั้นจึงเรียกใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาอ่านบาร์โค้ดสองมิติดังกล่าว จะทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าสู่เว็บที่ต้องการได้โดยไม่ต้องพิมพ์ข้อมูล

คำสำคัญ: บาร์โค้ดสองมิติ, แอนดรอยด์, การเข้ารหัสข้อมูล.

Abstract

Currently, the problem of mobile device is keyboard typing. Due to it use virtual keyboard. It has small size and hardly type by hand. Therefore, users are often mistake by themselves. Particularly, users type a log in account that they will know mistake until failure report from web site. This application aims to provide convenience that user do not remember their account to access web site. We simulate the grading web site which user must input user account and password. In this application, users generate the QR code represent their user and password. And then, to use our application on mobile recognize user and pass word for access the web site. Finally, user can get the web site without typing.

Keyword: QR code, android, data encryption.

1. บทนำ

ปัจจุบันอุปกรณ์พกพา (mobile device) ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง ไม่ว่าจะเป็นแท็บเล็ตพีซี หรือสมาร์ทโฟน เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา พกพาสะดวก อีกทั้งมีประสิทธิภาพสูง สะดวกต่อการพกพาและใช้งาน และในปี 2550 บริษัทกูเกิ้ลได้เปิดตัวระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งได้เปิดให้ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์สามารถนำไปใช้ได้ฟรี ดังนั้นจำนวนผู้ใช้งานจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้หลายบริษัทผู้ผลิตทั้งหลายต่างให้ความสำคัญกับอุปกรณ์เหล่านี้ [1] ปัญหาของการใช้งานอุปกรณ์ขนาดเล็กเหล่านี้มีอยู่ 3 ประการคือ พลังงาน จอภาพขนาดเล็ก และไม่มีแป้นพิมพ์ ปัญหาเรื่องพลังงานนั้นมีความพยายามที่จะลดการใช้พลังงานด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์เช่นการลดความสว่าง ลดแอปพลิเคชันที่ไม่จำเป็นออก รวมถึงการที่พยายามเพิ่มปริมาณการเก็บแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น ปัญหาต่อมาคือจอภาพ ในหลายบริษัทพยายามสร้างอุปกรณ์มาหลายรุ่นให้ผู้เลือกใช้ซึ่งแต่ละรุ่นจะมีขนาดและความละเอียดต่างกัน ในปัจจุบันการพัฒนาแอปพลิเคชันจะมีการพัฒนาให้มีเวอร์ชันสำหรับอุปกรณ์เหล่านี้โดยเฉพาะ เช่น เว็บไซต์ของยูทูบ [2] เว็บไซต์ของหนังสือพิมพ์มติชน [3] เป็นต้น ส่วนปัญหาสุดท้ายคือแป้นพิมพ์ เนื่องจากอุปกรณ์พกพาเหล่านี้ไม่มีแป้นพิมพ์ จึงได้ใช้แป้นพิมพ์เสมือนแทน โดยมีการพัฒนาเอาระบบสัมผัสบนหน้าจอขึ้นมาเป็นแป้นพิมพ์แทน แต่เนื่องจากมีขนาดเล็กทำให้การพิมพ์มีความผิดพลาดบ่อยครั้งมาก ทำให้การพิมพ์แต่ละครั้งไม่มีความแม่นยำ ถึงแม้ว่าจะมีการใช้ระบบการเดาตัวอักษร หรือการเดาคำเข้ามาช่วย แต่ปัญหาดังกล่าวยังไม่สามารถแก้ไขได้

การพัฒนาระบบนี้ จึงมุ่งเน้นอำนวยความสะดวกในการพิมพ์ให้แก่ผู้ใช้โทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ตพีซีที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในการเรียกใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ที่ต้องมีการป้อนชื่อและรหัสผ่าน โดยระบบที่พัฒนานี้ผู้ใช้เพียงแต่สร้างบาร์โค้ดสองมิติเพื่อแทนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านของตัวเอง จากนั้นสามารถที่จะเรียกใช้ได้ตลอดโดยไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการพิมพ์ กรณีศึกษานี้ได้จำลองการทำงานระบบสารสนเทศขึ้นมาหนึ่งระบบโดยผู้ใช้งานจะต้องทำการป้อนชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าใช้งานระบบ แต่หากเป็นการใช้งานผ่านอุปกรณ์พกพา ผู้ใช้เพียงแต่สร้างบาร์โค้ด 2 มิติขึ้นมา [4] จากนั้นใช้อุปกรณ์ที่มีทำการอ่านรหัสดังกล่าวจะสามารถเข้าสู่ระบบได้โดยอัตโนมัติ

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 บาร์โค้ด 2 มิติ

บาร์โค้ดสองมิติ หรือที่เรียกว่า QR code (Quick Response Code) [5, 6] ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเก็บข้อมูลตัวอักษรโดยใช้รูปภาพ ที่แทนด้วยจุดดำ บนพื้นหลังสีขาว ซึ่งผลลิตคิดค้นขึ้นมาโดยบริษัท Denso-Wave ในวิธีการเก็บได้พัฒนามาจากบาร์โค้ดแบบเดิมซึ่งจะเก็บข้อมูลได้ในเพียงมิติเดียว จากนั้นได้พัฒนาให้สามารถเก็บข้อมูลได้มากขึ้น ภาพที่ 1 (a) แสดงให้เห็นถึงบาร์โค้ดแบบเดิม ซึ่งจะเก็บข้อมูลได้เฉพาะในแนวนอน โดยจะใช้เก็บตัวเลข ส่วนภาพด้านขวา (b) เป็นการเก็บข้อมูลของ QR code โดยสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งแนวนอนตั้งและแนวนอนทำให้เก็บข้อมูลได้มากขึ้น โดยมีมาตรฐานในการเก็บดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งบอกถึงปริมาณตัวอักษรหรือตัวเลขสูงสุดที่สามารถเก็บได้ โดยขนาดของภาพมีได้ตั้งแต่ 21 x 21 ถึง 177 x 177 พิกเซล



ภาพที่ 1 แสดงความแตกต่างระหว่างบาร์โค้ดแบบเดิมกับ QR code

ชนิดข้อมูล	จำนวน (ตัวอักษร)
ตัวเลข	7,089
ตัวเลขผสมตัวอักษร	4,296
ไบนารี	2,953
คันจิ	1,817

ตารางที่ 1 มาตรฐานในการเก็บข้อมูลของบาร์โค้ดสองมิติ

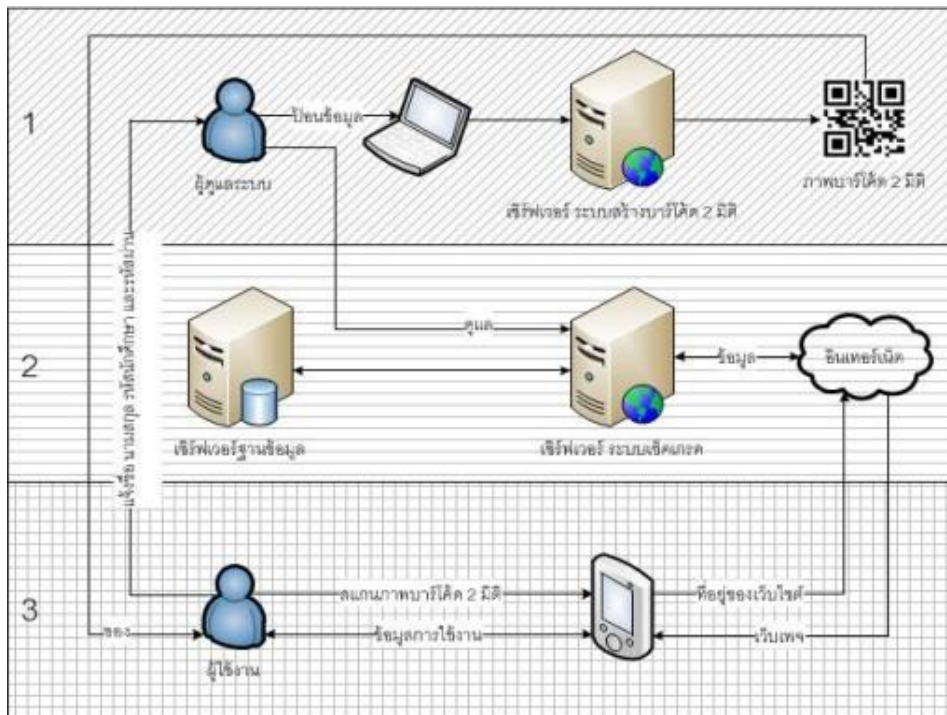
ปัจจุบันได้มีการนำเอา QR code มาใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาเก็บ URL ของเว็บไซต์ต่างๆ ดังจะเห็นภาพของบาร์ได้จากป้ายโฆษณาสินค้า ตามหนังสือ หรือตามเว็บไซต์ต่างๆ ซึ่งจะอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ไม่ต้องพิมพ์ชื่อเว็บไซต์ เพียงแต่ใช้กล้องจากโทรศัพท์มือถืออ่านภาพ แล้วสามารถเข้าสู่เว็บไซต์ได้เลย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Peter [6] ได้แนะนำวิธีการอ่านข้อมูลที่อยู่ใน QR code โดยแสดงถึงวิธีการเก็บข้อมูลและการอ่านข้อมูลอย่างละเอียด พร้อมทั้งเสนอวิธีการเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบ QR code Yue Liu [7] ได้นำเสนอวิธีการอ่าน QR code แบบเรียลไทม์บนอุปกรณ์พกพา โดยใช้การประมวลผลภาพเข้าช่วยทำให้ประสิทธิภาพในการรับส่งข้อมูลดีขึ้น โปรแกรมคีย์บอร์ดแมนๆ [8] (keyboard manman) เป็นโปรแกรมหนึ่งที่ได้รับคามนิยมในปัจจุบัน สำหรับผู้ใช้งานแอนดรอยด์ โปรแกรมได้เพิ่มความสามารถในการพยากรณ์เข้าไป โดยจะทำการเดาจากตัวอักษรก่อนหน้า เช่น หากพิมพ์คำว่า “สวัสดี” แป้นพิมพ์โปรแกรมจะแสดงสระ “อี” ที่ใหญ่ขึ้น แต่การแก้ปัญหาดังกล่าวจะมีความถูกต้องประมาณ 45% เนื่องจากใช้ระบบทำนายจาก n-gram

3. การออกแบบและพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบเพื่อทำการทดสอบโปรแกรมนี้ได้มีการแบ่งออกเป็นสามส่วน ดังภาพที่ 1 ประกอบด้วย 1) การสร้าง QR code 2) ทำการสร้างเว็บไซต์ เพื่อทำหน้าที่เป็นเว็บแอปพลิเคชัน สำหรับการจำลองการทำงานโดยใช้ล็อกอิน และ 3) การอ่านบาร์โค้ดสองมิติพร้อมทั้งถอดรหัสข้อมูล เพื่อเข้าสู่เว็บไซต์



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาาระบบ

3.1 การสร้างบาร์โค้ดสองมิติ

ส่วนนี้เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถทำการสร้างบาร์โค้ดสองมิติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยได้ทำการดัดแปลงจากโปรแกรมต้นฉบับ [4] ซึ่งจะให้อ่านชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน เมื่อสร้างเสร็จจะได้ภาพที่เป็นบาร์โค้ดสองมิติ สำหรับใช้ในการอ่านเพื่อล็อกอินเข้าสู่ระบบ ขั้นตอนในการสร้างบาร์โค้ด 2 มิติ สำหรับระบบที่สร้างขึ้นมานี้จะมีการเข้ารหัสข้อมูลที่เป็นชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน เพื่อป้องกันคนทั่วไปอ่านเอารหัสไปใช้งานได้ การเข้ารหัสข้อมูลนี้ได้เลือกใช้วิธีการเข้ารหัสแบบ ซีซาร์ [9] ดังแสดงในสมการที่ (1) เมื่อให้ y คือผลลัพธ์ของการเข้ารหัส (cipher text) x คือข้อมูลต้นฉบับ (plaintext) และ c ค่าคงที่ใดๆ การถอดรหัสสามารถดำเนินการได้ดังสมการที่ (2) ยกตัวอย่างเช่น หากต้องการที่จะเข้ารหัสคำว่า “computer” โดยกำหนดให้ลำดับของพยัญชนะในภาษาอังกฤษแทนตัวอักษรนั้นๆ เช่น a มีค่า 1, b มีค่า 2 เป็นต้น กำหนดค่า c มีค่าเป็น 3 ดังนั้นเมื่อเข้ารหัสแล้วตัวอักษร a ที่มีค่าเป็น 1 จะมีค่าเป็น 4 จะถูกแทนด้วยตัวอักษร d จากวิธีดังกล่าวทำให้ข้อมูลต้นฉบับกลายเป็นข้อมูลใหม่คือ “frpsxwhu” จากการเข้ารหัสด้วยวิธีนี้จะเป็นการป้องกันไม่ให้คนอื่นสามารถอ่านชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านได้โดยง่ายถึงแม้จะมี QR code

$$y = (x + c) \quad (1)$$

$$x = (y - c) \quad (2)$$

ความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งานจะถูกป้องกันโดยการเข้ารหัสเป็นขั้นแรก นอกจากนั้นหากจะทำการล็อกอินเข้าสู่ระบบจำเป็นจะต้องใช้แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นโดยเฉพาะ เพราะในการส่งข้อมูลที่จำเป็นจะต้องสอดคล้องกับเว็บที่พัฒนา แต่อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการรักษาความปลอดภัยของตนเอง ผู้ใช้งานจำเป็นจะต้องรักษา QR code ของตัวเองไว้ให้ดี เหมือนกับบัตรประจำตัวอื่นๆ ที่มีใช้อยู่

3.2 การสร้างเว็บแอปพลิเคชันสำหรับทดสอบ

เว็บนี้จะจำลองให้นักศึกษาเข้าใช้งานระบบ โดยจะต้องมีการป้อนชื่อบัญชีผู้ใช้ (account) และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบสารสนเทศภายใน โดยให้ผู้ใช้สามารถดูเกรดของตัวเองได้ หากรหัสที่ป้อนมีความถูกต้องนักศึกษาคอนนั้นจะสามารถเข้าสู่การใช้งานเว็บไซต์ได้ ในการทดลองนี้ได้เก็บชื่อและรหัสผ่านของผู้ใช้ไว้ในฐานข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หน้าจอสำหรับเข้าสู่ระบบ

3.3 การเขียนโปรแกรมเพื่ออ่าน QR code บนแอนดรอยด์

แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการ (Operating System) สำหรับอุปกรณ์พกพาที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงในปัจจุบัน และยังเป็นระบบปฏิบัติการที่ให้ใช้งานได้ฟรี ดังนั้นจึงคณะทำงานจึงได้เลือกเอามาเป็นเครื่องมือในการทดสอบระบบ อีกทั้งโปรแกรมที่ใช้ประกอบอื่นๆ สามารถใช้งานได้ฟรีเช่นเดียวกัน โดยในการทำงานครั้งนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมบนระบบแอนดรอยด์ เพื่อทำการอ่าน QR code ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2) แล้วทำการถอดรหัสข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่าน จากนั้นทำการส่งข้อมูลที่ผ่านการถอดรหัสแล้วให้กับเว็บที่จำลองขึ้นแล้วเข้าสู่หน้าเว็บโดยไม่ต้องป้อนข้อมูลใดๆ ในกระบวนการนี้หากนำไปใช้งานจริง จะต้องตกลงกับผู้ดูแลเว็บ

ไซดีให้เข้าใจตรงกันก่อนว่าจะรับส่งข้อมูลกันอย่างไร จะต้องมีการกำหนดวิธีการเข้ารหัสและถอดรหัสให้ตรงกัน เนื่องจากการค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลจำเป็นต้องใช้ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านที่แท้จริง

การพัฒนาแบบนี้ใช้ซอฟต์แวร์ภายใต้รหัสเปิด (open source software) ทั้งหมด เว็บเซิร์ฟเวอร์ใช้อาปาเช่ (Apache) ฐานข้อมูลใช้มายเอสคิวแอล (MySQL) โปรแกรมภาษาใช้จาวา (Java) ชุดพัฒนาแอนดรอยด์ (Android sdk) และ โปรแกรมอีคลิปส์ (Eclipse) เพื่อใช้สำหรับแก้ไขข้อความ

4. ผลการทดลอง

การทดลองนี้ได้ทำการสร้างเว็บไซต์จำลองขึ้นมาเพื่อทำการสร้าง QR code โดยเว็บไซต์นี้จะนำข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป ผ่านการเข้ารหัสแล้วสร้างเป็น QR code เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

4.1 การสร้าง QR code

เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์สำหรับการสร้าง QR code ผู้ใช้ต้องป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้ รหัสผ่าน ชื่อ และนามสกุลของผู้ใช้ จากนั้นโปรแกรมจะนำข้อมูลทั้งหมดไปเข้ารหัส พร้อมทั้งทำการสร้าง QR code ขึ้นมา ดังภาพที่ 4 แสดงให้เห็นได้ว่าข้อมูลทั้งหมดจะอยู่ในรูปแบบที่ไม่สามารถตีความหมายได้ ดังนั้นแม้คนอื่นจะสามารถอ่านข้อมูลออกมาได้แต่จะไม่สามารถนำไปใช้งานได้เลย เพราะข้อมูลที่อ่านได้จะเป็นข้อมูลที่เข้ารหัสแล้ว

Project QR-Code Generator



Data = 159,514236125,6fc0644272c737e669f873422b2a0c6d,Pittaya,Kumpan,http://192.168.1.2/Login/checkuser.php?logname=514236125&pw=6fc0644272c737e669f873422b2a0c6d&Submit=Login

Student Id :	<input type="text" value="514236125"/>
Password :	<input type="text" value="514236125"/>
First Name :	<input type="text" value="Pittaya"/>
Last Name :	<input type="text" value="Kumpan"/>
Ip :	<input type="text" value="192.168.1.2"/>
Size :	<input type="text" value="5"/>
<input type="button" value="GENERATE"/>	

ภาพที่ 4 ผลลัพธ์จากการสร้าง QR code

4.2 การสร้างเว็บแอปพลิเคชัน

ถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญอีก เนื่องจากจะต้องส่งข้อมูลให้สอดคล้องกันระหว่างคนที่สร้างเว็บกับคนที่สร้าง QR code โดยให้มีการตรวจสอบชื่อผู้ใช้กับรหัสผ่าน

4.3 การอ่าน QR code

เมื่อได้ QR code แล้วผู้ใช้เพียงแต่ใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาทำการอ่านภาพ QR code ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงดังภาพที่ 5 ซึ่งจะเป็นตัวอักษรที่ไม่สามารถตีความหมายได้ จากนั้นโปรแกรมจะทำการถอดรหัสพร้อมกับเรียกใช้งานเว็บไซต์ที่กำหนดให้โดยอัตโนมัติ โดยจะไม่มีมีการสอบถามชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน



ภาพที่ 5 ผลจากการอ่าน QR cod (ภาพด้านหลัง) และสามารถล็อกอินเข้าสู่เว็บไซต์ได้ (ภาพด้านหน้า)

4.4 สรุป

จากการทดลองได้ทำการสร้างบัญชีผู้ใช้งานทั้งหมด 200 คน โดยแบ่งเป็นชื่อที่ถูกต้อง 100 คน และชื่อที่ไม่ตรงกับข้อมูลในเว็บไซต์ อีกจำนวน 100 คน ผลการทดลองปรากฏว่าชื่อผู้ใช้ที่ถูกต้องทั้ง 100 คนสามารถเข้าใช้งานเว็บไซต์ได้อย่างถูกต้องทุกคน ทำให้มีค่าความถูกต้องแม่นยำที่ 100% ส่วนผู้ใช้ที่ไม่ถูกต้องเมื่อนำไปทดลองกับระบบ ไม่สามารถเข้าสู่เว็บไซต์ได้ทั้ง 100 คนเช่นกัน ผลการทดลองนี้สรุปได้ว่ามีความแม่นยำ 100% ดังแสดงในตารางที่ 2

ข้อมูลผู้ใช้ (account)	จำนวน	จำนวนที่ใช้งานได้	จำนวนที่ใช้งานไม่ได้	ความถูกต้อง
ผู้ใช้ที่มีในระบบ	100	100	0	100%
ผู้ใช้ที่ไม่มีในระบบ	100	0	100	100%

ตารางที่ 2 ผลการทดลองในการใช้ QR code เพื่อเข้าใช้งานระบบ

5. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนานี้เป็นเพียงต้นแบบในการนำเอา QR code มาเก็บข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกและมีความปลอดภัยมากขึ้น โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องจดจำหรือพิมพ์ข้อมูลใดๆ โดยแสดงให้เห็นว่าการใช้งาน QR code ถึงแม้คนอื่นจะอ่านข้อมูลได้ แต่สามารถที่จะไปเข้ารหัสก่อนแล้วค่อยนำไปทำการสร้าง QR code เพื่อให้มีความปลอดภัยมากขึ้นได้ ในที่นี้วิธีการในการเข้ารหัสเป็นวิธีที่ง่าย ดังนั้นหากจะนำไปใช้งานจริงควรจะเพิ่มวิธีการเข้ารหัสที่ยากขึ้นเช่น Data Encryption Standard (DES) เป็นต้น

6. บรรณานุกรม

- [1] Steele J. and To N. The Android developer's cookbook. Pearson Education, Inc. Boston, MA, 2010.
- [2] You tube. <http://m.youtube.com>.
- [3] หนังสือพิมพ์มติชน. <http://m.matichon.co.th>.
- [4] Free QR Code Generator and Management. <http://qrcode.kaywa.com>.
- [5] QR code standardization. เข้าถึงได้จาก <http://www.denso-wave.com/qrcode/qrstandard-e.html>.
- [6] Kewselberg P, Leithner N, Mulazzani N, Schrittwieser S, Sinha M, Weippl E. QR Code Security. MoMM'10, 8-10 November, 2010, Paris France, pp. 430 – 435.
- [7] Liu Y, Yan J and Liu M. Recognition of QR Code with mobile phones. Control and Decision Conference, 2008. CCDC 2008. Chinese.
- [8] Piyapramote N. Keyboard ManMan. <https://market.android.com/details?id=net.siamdev.nattster.manman>
- [9] Caesar cipher. http://en.wikipedia.org/wiki/Caesar_cipher.