Suranaree J. Soc. Sci. Vol. 6 No. 1; June 2012 (37-55)

ระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ

A Class Attendance Recording System via Bluetooth

วริญทร เจนชัย จิติมนต์ อั่งสกุล ธรา อั่งสกุล*
Varinthorn Janchai, Jitimon Angskun and Thara Angskun*

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมืองนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000

Abstract

Class attendance checking could motivate students to attend a class and obtain knowledge from the class. However, the increasing number of student causes more time to be spent in attendance checking. Attendance checking using signup sheet cannot prevent students to sign up for their classmates. Besides, the checking with RFID or barcode student cards has some limitation, e.g., students could give their cards with friend to check. Students may also walk-in to stamp their cards and walk away without taking the class. Thus, this paper introduces a development of a class attendance recording system via bluetooth (called BlueCARD) to solve mentioned problems by using Bluetooth technology widely used in cell phones and computers. BlueCARD could assure that a student attends a class for the entire class period. The evaluation results indicated that 85.29% of sampling cell phones has the detection range more than 10 meters. The experimental results in actual classroom environments also reveal that BlueCARD systems can detect at least 95.59% of student's devices in classroom sizes up to 300 seats, which cover 97.46% of all classroom utilization of Suranaree University of Technology. The usability evaluation has been conducted with experts via two methods. The first method is to conduct by questionnaire. The results indicate that overall user's satisfaction is in highest level. The most satisfied criteria are effectiveness of the system, which is reducing class attendance checking time and an ability to detect students for the entire class period which is different from other existing systems. The second method is to conduct by in-depth interview. Each expert has different opinions to the system. Overall, they are very satisfied with the system because it is able to reduce time to check class attendance, able to student behavior and very good in processing and display data.

Keywords: Bluetooth; Cell Phone; Class Attendance

บทคัดย่อ

การตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนเป็นส่วนหนึ่งในการกระตุ้นให้นักศึกษาเข้าชั้นเรียนและได้รับความรู้จากอาจารย์ได้เต็มที่ แต่อย่างไรก็ตามจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มมากขึ้นทำให้การตรวจสอบชื่อใช้เวลานาน การเซ็นชื่อนั้นนักศึกษาสามารถเซ็นชื่อแทนเพื่อนได้ การตรวจสอบบัตรนักศึกษาโดยอาศัยเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีหรือบาร์โค้ดมีข้อจำกัดในเรื่องการฝากบัตรเพื่อนเพื่อทำการตรวจสอบรายชื่อแทน หรือนักศึกษาเดินเข้ามาตรวจสอบรายชื่อแล้วเดินออกไปโดยไม่ได้นั่งเรียนจริง ดังนั้นบทความนี้จึงได้นำเสนอ

* *ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ โทร. +66 4422 4207; โทรสาร +66 4422 4205*
E-mail address: angskun@sut.ac.th

_12-0759(037-056)Part3.indd 37 6/11/12 9:41:38 PM

การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนอัตโนมัติผ่านบลูทูธที่มีชื่อเรียกว่า บลูการ์ด เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการนำเทคโนโลยีบูลทูธที่มีอยู่ในโทรศัพท์เคลื่อนที่และคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ ระบบดังกล่าวสามารถตรวจสอบได้ว่านักศึกษานั่งเรียนอยู่จริงตลอดทั้งคาบเรียน จากการทดสอบพบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 85.29 มีระยะทางในการตรวจพบที่ 10 เมตรขึ้นไป และจากการทดสอบในห้องเรียนจริงพบว่าระบบบลูการ์ด มีความสามารถในการตรวจสอบรายชื่อครอบคลุมเฉลี่ยร้อยละ 95.59 ในห้องขนาดสูงสุด 300 ที่นั่ง ซึ่งครอบคลุมการใช้ประโยชน์ถึงร้อยละ 97.46 ของการใช้ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบจากผู้เชี่ยวชาญใน 2 มิติ คือ 1) การใช้แบบสอบถาม พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพึงพอใจมากที่สุดด้านประสิทธิภาพของระบบ ในส่วนของการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้ และการจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งานซึ่งเป็นคุณลักษณะของระบบตรวจสอบรายชื่อที่แตกต่างจากระบบอื่น และ 2) การสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่าผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ในภาพรวมมีความพึงพอใจต่อระบบมาก เนื่องจากระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้จริง สามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาได้ในเบื้องต้น และระบบมีการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ได้เป็นอย่างดี

บทนำ

การศึกษาเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความรู้ความสามารถของบุคคลซึ่งเป็นแรงผลักดันหลักในการพัฒนาประเทศ จึงได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐให้ประชาชนได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างทั่วถึง อีกทั้งยังสนับสนุนให้มีการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีมากขึ้น (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543: 7-8) การศึกษาโดยการถ่ายทอดความรู้จากอาจารย์ผู้สอนในห้องเรียนเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการมีส่วนร่วมในห้องเรียนทำให้มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับวิชาที่เรียน และการเข้าชั้นเรียนไม่ตรงเวลา ทำให้ความรู้บางส่วนขาดหายไป การเรียนรู้ไม่ต่อเนื่อง และรบกวนเพื่อนที่กำลังตั้งใจเรียน ซึ่งจากพฤติกรรมดังกล่าวส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นักศึกษา (เติมศักดิ์ คทวณิช, 2549: 48-65; ปิยะรัตน์ ดีกลาง, 2550: 159-165; อัจฉรา เพ่งเล็งผล, เวธนี กรีทอง และพาสนา จุลรัตน์, 2551: 98-107) ซึ่งจากการศึกษาการเข้าชั้นเรียนพบว่า นักศึกษาไม่ประสบปัญหาในการเรียนมากเท่าเดิมหากนักศึกษาเข้าชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ (นภาภรณ์ จันทรศัพท์, 2548: 101-110)

การตรวจสอบรายชื่อการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาจึงเป็นส่วนหนึ่งในการกระตุ้นให้นักศึกษาได้รับความรู้จากอาจารย์ ตัวอย่างเช่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกำหนดให้นักศึกษาจะต้องมีเวลาเรียนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมดของรายวิชา จึงสามารถมีสิทธิ์สอบใน วิชานั้น ๆ ได้ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2546: 70) แต่เนื่องจากจำนวนนักศึกษา

ที่เพิ่มมากขึ้นทำให้การตรวจสอบรายชื่อใช้เวลานาน อีกทั้งระบบการลงลายมือชื่อเพื่อตรวจสอบรายชื่อนักศึกษานั้นไม่มีประสิทธิภาพเพราะนักศึกษาสามารถลงลายมือชื่อแทนเพื่อนได้และการตรวจสอบรายชื่ออาจไม่ถูกต้องครบถ้วนตามจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียนจริง เนื่องจากเอกสารที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่ออาจเกิดการสูญหายระหว่างการจัดเก็บ ส่วนการใช้บัตรที่มีบาร์โค้ดต้องใช้เครื่องอ่านบัตรและต้องอ่านบัตรในระยะใกล้กับเครื่องอ่าน (Jithunsa, S., 1999: 75-80) ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน ในขณะที่การใช้บัตรระบบอาร์เอฟไอดียังมีข้อจำกัดในด้านอุปกรณ์เครื่องอ่านที่มีราคาแพง (เศรษฐพงค์ มะลิสุวรรณ, 2547: 102-103) และต้องใช้ต้นทุนสูงสำหรับค่าบัตรอาร์เอฟไอดีของนักศึกษาทุกคน นอกจากนั้นยังอาจเกิดปัญหานักศึกษาสามารถฝากบัตรมากับเพื่อนเพื่อตรวจสอบรายชื่อแทนได้ การใช้เทคโนโลยีการตรวจสอบลายนิ้วมือ เพื่อตรวจสอบรายชื่อเข้าเรียนของนักศึกษา (วิชาญ เพชรมณี และขจรศักดิ์ พงศ์ธนา, 2552: 1-6) สามารถป้องกันการตรวจสอบรายชื่อแทนเพื่อนได้ แต่เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือค่อนข้างนานและอุปกรณ์ตรวจสอบลายนิ้วมือยังมีราคาค่อนข้างแพง (สุธรรม จินดาอุดม, จตุพร ชู่ช่วย, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว และอนันต์ ผลเพิ่ม, 2010: 81-86) ในปัจจุบันเทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth SIG, 2010: 121) ได้ถูกนำมาติดตั้งเป็นอุปกรณ์เสริมในโทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างแพร่หลายมากกว่าการสื่อสารไร้สายประเภทอื่น ประกอบกับราคาของอุปกรณ์บลูทูธที่ไม่สูงมาก รวมทั้งโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นสิ่งที่คนทั่วไปนิยมใช้อยู่แล้ว

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธเรียกชื่อว่า “บลูการ์ด” (BlueCARD: Bluetooth based Class Attendance Recording Device) ขึ้น โดยเลือกใช้การสื่อสารไร้สายบลูทูธที่ใช้สัญญาณความถี่วิทยุในการติดต่อสื่อสารเชื่อมต่อสัญญาณผ่านอุปกรณ์บลูทูธจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของอาจารย์ที่ติดตั้งระบบกับอุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษาที่สามารถจัดเก็บข้อมูลผ่านเครือข่ายได้ พร้อมทั้งบันทึกเวลาในการเข้าและออกจากห้องเรียนและแจ้งผลการตรวจสอบรายชื่อโต้ตอบกับนักศึกษาให้ทราบผลได้ในทันที นักศึกษาสามารถติดตามการตรวจสอบรายชื่อได้ผ่านทางเว็บไซต์ ด้วยระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บ พร้อมทั้งแสดงผลสรุปการเข้าชั้นเรียน นอกจากนี้ระบบบลูการ์ดยังสามารถติดตามการเข้าและออกห้องเรียนของนักศึกษาได้ตลอดช่วงเวลาที่ทำการเปิดใช้ระบบ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ระบบอื่น ๆ ยังไม่สามารถทำได้ โดยระบบจะตรวจสอบรายชื่อตามช่วงเวลาที่ระบบกำหนดไว้ เพื่อติดตามการเข้าเรียนของนักศึกษาและป้องกันการออกจากห้องก่อนหมดชั่วโมงเรียน และอาจารย์ประจำวิชาสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาและจัดการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ผ่านทางเว็บไซต์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อในรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ โดยผู้วิจัยได้แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติความแตกต่างของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในตารางที่ 1 พบว่ามีการใช้อุปกรณ์และคุณสมบัติการใช้งานได้ของแต่ละระบบแตกต่างกันและงานวิจัยนี้สามารถทำงานได้ครอบคลุมคุณสมบัติที่แตกต่างจากระบบอื่น ๆ ได้อย่างครบถ้วน สำหรับส่วน

ที่เหลือของบทความจะอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ ส่วนที่ 2 การออกแบบและพัฒนาระบบ ส่วนที่ 3 การทดสอบระบบ ส่วนที่ 4 การประเมินระบบ และส่วนสุดท้ายกล่าวถึงบทสรุปและงานวิจัยในอนาคต

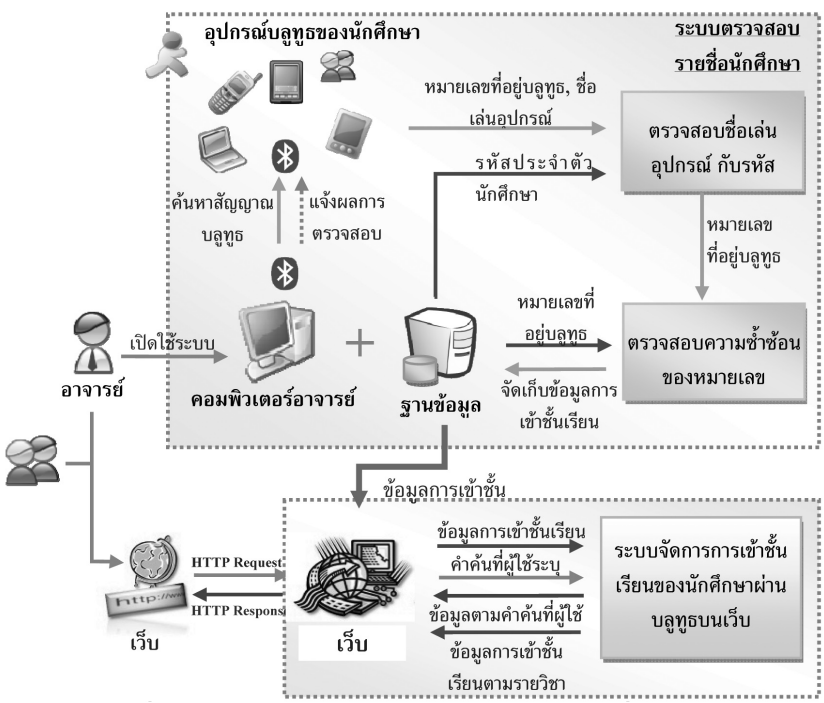
ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	อุปกรณ์	คุณสมบัติของระบบ						
		จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลผ่านเครือข่าย	ทราบเวลาเข้าห้องเรียน	ทราบเวลาออกจากห้องเรียน	นักศึกษาสามารถตรวจสอบผลการเข้าชั้นเรียนได้ผ่านทางเว็บไซต์	แสดงผลสรุปการเข้าชั้นเรียน	แจ้งการตรวจสอบรายชื่อโต้ตอบกับนักศึกษา	ติดตามการเข้าและออกห้องเรียนได้ตลอดเวลา
สุธรรม จินดาอุดมและคณะ (2010)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	–	✓	✓	–	–
สแกนแลน (2009)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
ซาบรีและคณะ (2007)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	–	✓	✓	–	–
เชนและชาง (2008)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	–	–	–	✓	–
กัสเชนนีและคณะ (2007)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	–	–	–	–	–
ซิลวาและคณะ (2008)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	–	✓	–	–	–
เออวาสติและคณะ (2009)	บัตรสมาร์ทการ์ด	✓	✓	–	–	–	✓	–
ชางและคณะ (2007)	บัตรประจำตัวนักศึกษา	✓	✓	✓	✓	–	–	–
คานและคณะ (2007)	ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิต 8 บิต	–	✓	–	–	✓	–	–
ชิบาตะ (2005)	โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีกล้องดิจิตอล	–	–	–	✓	✓	–	–
พีคและคณะ (2010)	เครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือ	✓	✓	–	–	–	–	–
งานวิจัยนี้	บลูทูธ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

การออกแบบและพัฒนาระบบ

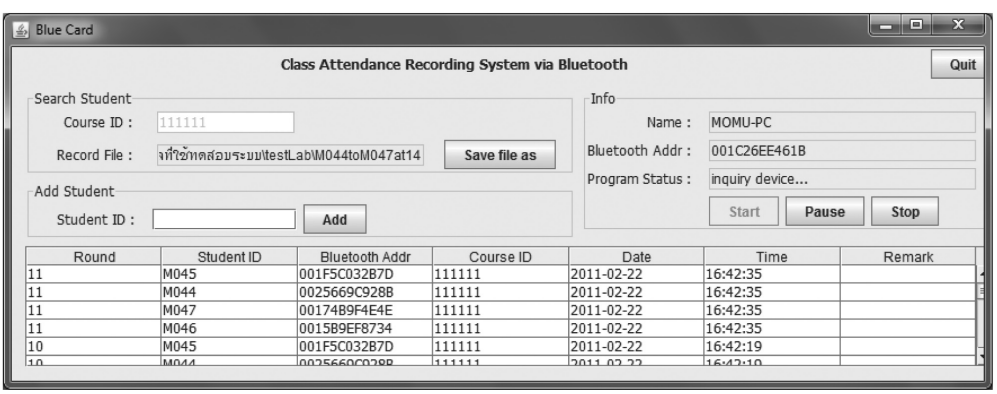
ในส่วนของการออกแบบระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ แบ่งส่วนของการทำงานของระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของอาจารย์ และ 2) ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บ เป็นส่วนเสริมการทำงานของระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (วริญทร เจนชัย, จิติมนต์ อั่งสกุล และธรา อั่งสกุล, 2552) เพื่อให้นักศึกษาและอาจารย์ประจำวิชาสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ผ่านทางเว็บไซต์ แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บลูการ์ด) สถาปัตยกรรมของระบบมีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1) โทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษา (Student Devices) ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธมาพร้อมกับตัวเครื่อง ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณเพื่อติดต่อกับระบบค้นหาสัญญาณของระบบบลูการ์ด; 2) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธและซอฟต์แวร์ระบบบลูการ์ด ทำหน้าที่ค้นหาสัญญาณบลูทูธจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาที่เปิดใช้งานบูลทูธอยู่; และ 3) ระบบฐานข้อมูล (Database Server) ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลรายชื่อนักศึกษาแต่ละรายวิชาตามที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนในแต่ละภาคการศึกษา และจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาในแต่ละรายวิชา โดยกระบวนการทำงานของบลูการ์ดแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการทำงานของระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบูลทูธ (บลูการ์ด)

ในรูปที่ 1 ส่วนของระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ กระบวนการทำงานเริ่มจากการค้นหาสัญญาณของอุปกรณ์บลูทูธจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบบลูการ์ดไว้แล้ว โดยอาจารย์เป็นผู้เปิดใช้ระบบ เมื่อพบสัญญาณบลูทูธจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาแล้ว ระบบจึงนำค่าหมายเลขที่อยู่ของบลูทูธ (Bluetooth Address) และชื่อเล่นของอุปกรณ์ (Friendly Name) ที่ให้นักศึกษาตั้งเป็นรหัสประจำตัวนักศึกษา (โดยในโทรศัพท์เคลื่อนที่ผู้ใช้สามารถตั้งชื่อของอุปกรณ์ได้เองตามต้องการ) จากนั้นระบบนำค่าที่เป็นชื่อเล่นของอุปกรณ์มาตรวจสอบกับฐานข้อมูลที่จัดเก็บ ชื่อ นามสกุล และรหัสประจำตัวของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานั้น ๆ หากพบว่าชื่อเล่นของอุปกรณ์หรือรหัสประจำตัวนักศึกษาตรงกับรหัสประจำตัวนักศึกษาที่อยู่ในฐานข้อมูล ระบบทำการตรวจสอบเพิ่มเติมว่าหมายเลขที่อยู่ของบลูทูธซ้ำกันหรือไม่ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนชื่อเล่นของอุปกรณ์เป็นรหัสของเพื่อน และตรวจสอบรายชื่อแทนเพื่อนที่ไม่เข้าเรียน ซึ่งหากหมายเลขที่อยู่ของบลูทูธไม่ซ้ำกัน ระบบจะตรวจสอบรายชื่อเข้าเรียนให้กับนักศึกษา และจัดเก็บข้อมูลการเข้าเรียนลงในฐานข้อมูล โดยการทำงานของระบบบลูการ์ดจะวนรอบการทำงานไปเรื่อย ๆ โดยช่วงเวลาที่ใช้ในแต่ละรอบขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์บูลทูธที่ทำการตรวจสอบทั้งหมด ซึ่งการวนรอบในการตรวจสอบนี้ทำให้ระบบสามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าออกห้องเรียนและป้องกันการออกจากห้องเรียนก่อนหมดเวลาเรียน ของนักศึกษาได้จากการขาดหายไปของสัญญาณบูลทูธที่ไม่สามารถตรวจสอบเจอในรอบนั้น ๆ เมื่อครบชั่วโมงเรียนอาจารย์ต้องออกจากระบบ เพื่อหยุดการตรวจสอบรายชื่อและจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยเข้าไปที่ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา ผ่านบลูทูธบนเว็บ และอัปโหลดไฟล์ข้อมูลการเข้าชั้นเรียนที่จัดเก็บโดยระบบตรวจสอบรายชื่อ เพื่อนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บต่อไป

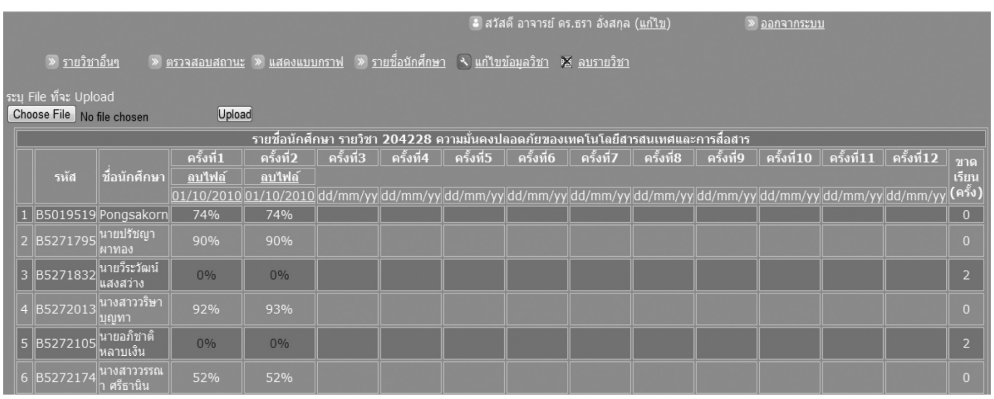


รูปที่ 2 หน้าจอการใช้งานระบบบูลการ์ด

ตัวอย่างหน้าจอการใช้งานระบบบูลการ์ดดังแสดงในรูปที่ 2 การใช้งานระบบเริ่มจากป้อนข้อมูลรหัสวิชาและเลือกจัดเก็บไฟล์ จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Start ระบบจะแสดงข้อมูลชื่อเครื่องที่ทำการทดสอบ

หมายเลขบูลทูธ และสถานะการทำงานของระบบ แสดงผลข้อมูลที่ได้จากการค้นหาอุปกรณ์บูลทูธออกมาเป็นหมายเลขจำนวนรอบ รหัสประจำตัวนักศึกษา หมายเลขบูลทูธ รหัสวิชา วันที่และเวลาตามลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถคลิกที่ปุ่ม Pause เมื่อต้องการหยุดการค้นหาชั่วคราว ปุ่ม Stop เมื่อต้องการหยุดการค้นหา ปุ่ม Quit เมื่อต้องการออกจากระบบ

2. ส่วนระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บ ทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษาแต่ละคน ในรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียน รวมถึงจัดการเวลาในการเข้าเรียนที่บันทึกไว้โดยระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา พร้อมทั้งแสดงรายงานและสถิติการเข้าเรียน การขาดเรียน และการมีสิทธิ์สอบหรือไม่มีสิทธิ์สอบต่อรายวิชานั้น ๆ ให้ผู้ใช้ระบบได้ทราบข้อมูลและทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบให้สามารถจัดการข้อมูลในรายวิชาที่รับผิดชอบได้ โดยนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากระบบบลูการ์ด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล ซึ่งแต่ละครั้งที่ทำการตรวจสอบรายชื่อระบบแสดงผลเป็นร้อยละการอยู่ในชั้นเรียน ตัวเลขสีแดงหมายถึงนักศึกษาขาดเรียน เนื่องจากตรวจพบว่านักศึกษาอยู่ในชั้นเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 โดยผู้ใช้ระบบสามารถดูข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ได้ ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 การแสดงผลหน้าจอระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บ

การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบเพื่อประเมินความถูกต้องของการตรวจสอบรายชื่อแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง ในส่วนนี้เป็นการทดสอบเพื่อวัดระยะของสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีรุ่นและยี่ห้อที่แตกต่างกันจะสามารถตรวจพบระยะสัญญาณได้ในระยะทางที่แตกต่างกัน และผลการทดสอบเปรียบเทียบในห้องเรียนจริง เป็นการประเมินผลจากการตรวจพบสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบกับการใช้งานในห้องเรียนจริง (วริญทร เจนชัย, จิติมนต์ อั่งสกุล และธรา อั่งสกุล, 2554: 70-79)

1. ผลการทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง ในเบื้องต้นได้ทดสอบความถูกต้องในการตรวจสอบรายชื่อ โดยติดตั้งโปรแกรมบลูการ์ด ในคอมพิวเตอร์แบบพกพา ยี่ห้อเลโนโว่

(Lenovo) รุ่น Y410 หน่วยประมวลผลอินเทล คอร์ 2 ดูโอ (Intel Core 2 Duo) หน่วยความจำ 3 กิกะไบต์ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 7 และอุปกรณ์บลูทูธเวอร์ชั่น 2.0 ที่ติดตั้งมาในตัวเครื่อง โดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 รุ่น ในการทดสอบระยะทางของการตรวจพบสัญญาณ ซึ่งมีความหลากหลายในรุ่นและยี่ห้อดังแสดงในตารางที่ 2

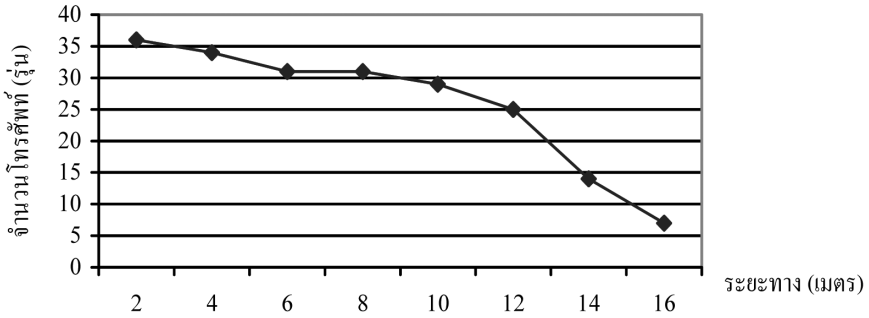
ตารางที่ 2 จำนวนรุ่นและยี่ห้อของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบระบบ

ยี่ห้อ	จำนวน (รุ่น)	ยี่ห้อ	จำนวน (รุ่น)
โนเกีย	20	โมโตโรล่า	1
ซัมซุง	9	เอสเคจี	1
แอลจี	2	แบล็คเบอร์รี่	1
ไอโมบาย	1	โซนีอีริคสัน	1
รวม			36

การทดสอบระบบในระยะทางที่แตกต่างกันกำหนดระยะทางระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างกับเครื่องที่เปิดใช้งานระบบบูลการ์ดเริ่มต้นที่ 10 เมตร เปิดใช้งานระบบบลูการ์ดและบันทึกผลการตรวจสอบสัญญาณ โดยกำหนดจำนวนรอบในการทดสอบไว้ที่ 50 รอบ หากพบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ตัวอย่างเครื่องใดมีการขาดหายของสัญญาณมากกว่าร้อยละ 80 ในการทดสอบรอบต่อไปให้ลดระยะทางในการตรวจสอบลงครั้งละ 2 เมตร และโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่มีการขาดหายของสัญญาณให้ทำการเพิ่มระยะทางในการตรวจสอบขึ้นครั้งละ 2 เมตร เพื่อหาระยะทางที่โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างทุกเครื่องสามารถตรวจสอบสัญญาณได้โดยมีการขาดหายของสัญญาณไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

จากรูปที่ 4 กราฟแสดงประสิทธิภาพการตรวจสอบสัญญาณบลูทูธ แสดงถึงระยะทางระหว่างเครื่องที่เปิดใช้งานระบบบูลการ์ดกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่สามารถถูกตรวจพบสัญญาณได้ พบว่าในระยะ 4 เมตร โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างทุกเครื่องถูกตรวจพบสัญญาณได้ ระยะ 8 เมตร มีโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่สามารถถูกตรวจพบได้ร้อยละ 91.18 ระยะ 10 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 85.29 ระยะ 12 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 73.53 ระยะ 14 เมตร และระยะ 16 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างรวมร้อยละ 41.18 ตามลำดับ ซึ่งเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงสุดถึงเพียงแค่ 6 เมตรเป็นเครื่องรุ่นเก่า เช่น โนเกีย 2600 และยี่ห้อที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก เช่น เอสเคจี (SKG) และจากการทดสอบพบว่ามีอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 รุ่น ที่ไม่สามารถระบุการตรวจพบสัญญาณบูลทูธที่แน่นอนได้ เนื่องจากโทรศัพท์เคลื่อนที่มีการจำกัดระยะเวลาในการค้นหาอุปกรณ์บูลทูธ

_12-0759(037-056)Part3.indd 44 6/11/12 9:41:39 PM



รูปที่ 4 ความสามารถในการตรวจพบสัญญาณบลูทูธของโทรศัพท์เคลื่อนที่

2. ผลการทดสอบเปรียบเทียบในห้องเรียนจริง การทดสอบระบบในสภาพแวดล้อมการทำงานจริงของห้องเรียนอาคารเรียนรวมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งข้อมูลการทดสอบแสดงในตารางที่ 3 เป็นข้อมูลสถิติการใช้ห้องในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ปี 2553 ประกอบด้วยข้อมูลขนาดที่นั่งของห้อง ขนาดความกว้างของห้อง จำนวนห้อง และจำนวนชั่วโมงรวมในการใช้ห้อง ซึ่งห้องแต่ละขนาดจะมีอัตราการใช้งานที่แตกต่างกันแปลค่าออกมาเป็นร้อยละของการใช้ประโยชน์ ส่วนสุดท้ายคือผลการทดสอบ แสดงเป็นร้อยละในการครอบคลุมการใช้ประโยชน์ของห้องขนาดต่าง ๆ ตามระยะทางที่ได้จากการทดสอบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เครื่องทดสอบอยู่หน้าห้องหมายถึงการวางเครื่องทดสอบไว้โต๊ะอาจารย์หน้าห้องและเครื่องทดสอบอยู่กลางห้องคือการวางเครื่องทดสอบไว้จุดกึ่งกลางห้องเพื่อขยายรัศมีในการค้นหาอุปกรณ์

การคำนวณค่าร้อยละของการตรวจพบสัญญาณ คำนวณโดยนำค่าน้ำหนักของแต่ละกลุ่ม (Weight) มาคูณกับค่าความถูกต้องของแต่ละกลุ่ม (Accuracy) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีค่าเฉลี่ย (Average Case) และกรณีที่แย่ที่สุดที่จะเป็นไปได้ (Worse Case) โดยคำนวณสมการ คือ

ค่าร้อยละการตรวจพบสัญญาณ = ((Weight1 * Accuracy1) + (Weight2 * Accuracy2) +...+ (Weight N * Accuracy N)) * 100

ซึ่งค่าน้ำหนักของแต่ละกลุ่มตัวอย่างที่สามารถตรวจสอบได้ใกลที่สุด (Weight) แบ่งออกเป็น 7 กลุ่มตามการวัดระยะรัศมีในการตรวจสอบสัญญาณที่ระยะรัศมี 4 เมตร 6, 8,10, 12, 14 และ 16 เมตร ตามลำดับ เช่น กลุ่มของเครื่องที่สามารถตรวจสอบได้ในระยะรัศมี 10 เมตร มีจำนวนเครื่องที่สามารถถูกตรวจพบได้จำนวน 4 เครื่อง จาก 34 เครื่อง คิดเป็นค่าน้ำหนักเท่ากับ 4 ใน 34 หรือร้อยละ 0.17 กลุ่มของเครื่องที่ระยะรัศมี 12 เมตร มีจำนวนเครื่องที่สามารถถูกตรวจพบได้จำนวน 11 เครื่อง จาก 34 เครื่อง คิดเป็นค่าน้ำหนักเท่ากับ 11 ใน 34 หรือร้อยละ 0.32 เป็นต้น ซึ่งค่าน้ำหนักของทุกกลุ่มรวมกันจะมีค่าเท่ากับ 1.00

ค่าความถูกต้องของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง (Accuracy) แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีค่าเฉลี่ย (Average Case) ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยของกรณีที่ทุกคนนั่งในทุกตำแหน่งของห้อง และกรณีที่แย่ที่สุดที่จะเป็นไปได้ (Worst Case) ซึ่งหมายถึงกรณีที่ทุกคนนั่งตำแหน่งที่ไกลที่สุดของห้อง ตัวอย่างเช่น ในห้องที่มีขนาดความยาว 6 เมตร ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 (กลุ่มที่ตรวจสอบได้ในระยะรัศมีไม่เกิน 4 เมตร) ค่าความถูกต้องของกรณีค่าเฉลี่ย (Average Case) คำนวณได้จากความน่าจะเป็นที่ทุกคนจะนั่งในตำแหน่งต่าง ๆ ในห้องและสามารถถูกตรวจสอบพบได้ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4 ใน 6 (0.66) หรือร้อยละ 66 และในกรณีที่แย่ที่สุดที่จะเป็นไปได้ (Worst Case) มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 0 กล่าวคือทุกคนในกลุ่มนี้นั่งในตำแหน่งไกลที่สุดของห้องที่ระยะ 6 เมตรซึ่งเกินระยะตรวจสอบพบ 4 เมตรของกลุ่มตัวอย่างนี้ ซึ่งทำให้ไม่มีเครื่องใดในกลุ่มนี้สามารถตรวจพบได้

ตารางที่ 3 ข้อมูลขนาดของห้อง จำนวนชั่วโมงรวมการใช้งานห้อง และผลการทดสอบ

ห้องเรียน					ร้อยละการตรวจพบสัญญาณ			
ขนาดที่นั่ง	ขนาดห้อง (เมตร)	จำนวนห้อง	จำนวนชั่วโมงรวม	ร้อยละการใช้ประโยชน์	เครื่องทดสอบอยู่หน้าห้อง		เครื่องทดสอบอยู่กลางห้อง	
					Average Case	Worst Case	Average Case	Worst Case
ห้องสัมมนา	5×5	4	989	4.01	98.24	91.18	100.00	100.00
30 ที่นั่ง	5×5	3	1,025	4.16	98.24	91.18	100.00	100.00
45 ที่นั่ง	6×6	4	1,639	6.65	97.06	91.18	100.00	100.00
60 ที่นั่ง	6×8	10	3,829	15.54	97.06	91.18	100.00	100.00
90 ที่นั่ง	8×14	16	6,900	27.99	95.59	91.18	96.22	91.18
120 ที่นั่ง	12×8	10	2,442	9.91	90.20	73.53	97.06	91.18
150 ที่นั่ง	12×14	8	3,829	15.53	90.20	73.53	96.22	91.18
300 ที่นั่ง	16×15	8	3,369	13.67	75.37	20.59	95.59	91.18
600 ที่นั่ง	27×34	1	311	1.26	44.66	0.00	70.93	0.00
1,500 ที่นั่ง	37×44	1	316	1.28	32.59	0.00	54.81	0.00

83.79% 97.46%

การทดสอบเปรียบเทียบในห้องเรียนจริง หากนำโปรแกรมบูลการ์ดซึ่งเป็นเครื่องทดสอบจัดวางในตำแหน่งโต๊ะอาจารย์หน้าห้องเรียน (ตารางที่ 3) พบว่าในกรณีค่าเฉลี่ยมีโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถตรวจพบได้ร้อยละ 90 ขึ้นไปในห้องขนาดไม่เกิน 150 ที่นั่ง ครอบคลุมร้อยละการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 83.79 และหากวางเครื่องทดสอบไว้จุดกึ่งกลางของห้อง พบว่าในกรณีค่าเฉลี่ยมีโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถใช้งานได้ร้อยละ 95 ขึ้นไปในห้องขนาดไม่เกิน 300 ที่นั่ง ซึ่งครอบคลุมการใช้

ประโยชน์ถึงร้อยละ 97.46 ของการใช้ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบภายใต้สภาพแวดล้อมการใช้งานจริงในห้องเรียนมีนักศึกษาจำนวน 187 คน มีนักศึกษาที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีอุปกรณ์บลูทูธจำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 88.24 ของนักศึกษาที่มีอุปกรณ์บลูทูธ พบว่าเกิดปัญหาอุปสรรคในการใช้งานระบบที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ได้รับ และข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงในการใช้งานจริง ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งได้แสดงถึงปัญหาที่พบจากการทดสอบใช้งาน และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงาน

ตารางที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะจากการทดสอบการใช้งานจริง

ปัญหาที่พบ	ข้อเสนอแนะ
นักศึกษาลืมเปิดอุปกรณ์บลูทูธ	แจ้งเตือนนักศึกษาก่อนเริ่มทำการตรวจสอบรายชื่อทุกครั้ง
นักศึกษาไม่ทราบวิธีการตั้งค่าการค้นหาอุปกรณ์บลูทูธให้สามารถตรวจพบได้	เข้าพบนักศึกษาเฉพาะกลุ่มที่มีปัญหาและแนะนำวิธีการตรวจสอบ
นักศึกษาลืมโทรศัพท์เคลื่อนที่	ยกเลิกการตรวจสอบรายชื่อผ่านบลูทูธของนักศึกษาดังกล่าวในช่วงเวลานั้น และใช้การเพิ่มข้อมูลเข้าไปในระบบผ่านทางแป้นพิมพ์อักขระ
การตั้งชื่อเครื่องของอุปกรณ์มีการเว้นช่องว่างหรือเพิ่มเติมสัญลักษณ์พิเศษอื่น ๆ ซึ่งไม่อยู่ในขอบเขตที่ระบบกำหนดไว้	แจ้งเตือนไปยังนักศึกษาเมื่อตรวจพบชื่อเครื่องที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างการตั้งชื่อเครื่องที่ถูกต้อง
แบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาหมดขณะกำลังตรวจสอบรายชื่อ	ให้นักศึกษาแจ้งก่อนเริ่มทำการตรวจสอบรายชื่อ เพื่อยกเลิกการตรวจสอบรายชื่อผ่านบลูทูธของนักศึกษาดังกล่าวในช่วงเวลานั้น
มีการเข้าชั้นเรียนหลังจากได้เริ่มทำการตรวจสอบรายชื่อไปแล้ว	กำหนดช่วงเวลาที่เริ่มต้นตรวจสอบรายชื่อให้ชัดเจน ถ้ามาเข้าเรียนหลังเวลาดังกล่าวถือว่ามาสาย
นักศึกษาเปลี่ยนโทรศัพท์เคลื่อนที่ใหม่ มีผลให้ยี่ห้อ รุ่นที่บันทึกไว้มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลต่อการวิเคราะห์ผลของผู้วิจัย	ให้นักศึกษาแจ้งเพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลง

การประเมินระบบ

ผู้วิจัยทำการประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) และระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการเรียนรู้ ด้านประสิทธิภาพของระบบ ด้านความสามารถในการจดจำ ด้านข้อผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ และด้านความพึงพอใจต่อการออกแบบ (Nielsen, J. www., 2003)

ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างนั้น จาคอป เนลสัน (Nielsen, J., www., 2000) ได้นำเสนอว่าในการการทดสอบความสามารถในการใช้งานของระบบ (Usability Testing) จำนวนของผู้ทดสอบในการใช้งานเพียง 5 คน จะทดสอบประสิทธิภาพได้ถึง 85% ซึ่งจำนวนของการค้นพบปัญหาทั้งหมดจะสามารถตรวจพบได้จากผู้ทำการทดสอบเพียง 1-2 คน ในงานวิจัยนี้จึงใช้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ที่จบการศึกษาในระดับปริญญาเอก จำนวน 5 ท่าน ที่มีความชำนาญด้านการสอน การวิจัย การออกแบบและพัฒนาระบบ เพื่อความมีประสิทธิภาพในการประเมินระบบและการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยประเมินใน 2 มิติ คือ การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถามการวิจัย และการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากการสัมภาษณ์เชิงลึก มีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถาม ผู้วิจัยทำการประเมินระบบทั้ง 2 ส่วน คือระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) และระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บ โดยแบบสอบถามที่ใช้ได้ผ่านการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ด้วยการประเมินแบบสอบถามเพื่อทดสอบหาความเที่ยงตรง (Validity) ของข้อคำถามที่นำมาใช้ในการวัดระดับความพึงพอใจในความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ระบบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของคำถามการวิจัย (IOC : Index of Item Objective Congruence) และปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลจริงโดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ผลการประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด)

การวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) จากแบบสอบถามมีประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ ปรากฏผลตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ

ประเด็นคำถาม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ	4.20	0.84	มาก
3. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
4. เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ระบบเข้าใช้งานได้ง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากบลูทูธได้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ 5 ประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
7. ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มข้อมูลตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บลูทูธได้	4.80	0.45	มากที่สุด
9. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
10. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.40	0.55	มากที่สุด
11. ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน	4.20	0.45	มาก
12. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม	4.00	0.71	มาก
13. ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม	4.00	0.71	มาก
14. ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม	4.20	1.10	มาก
15. การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
โดยภาพรวมทั้งหมด	**4.53**	**0.51**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว ระบบสามารถเข้าใช้งานได้ง่าย และระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 5.00, S.D. = 0.00) และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นศูนย์ หมายถึงผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีเจตคติต่อประเด็นดังกล่าวตรงกันไปในทางเดียวกัน รองลงมาคือระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ระหว่าง 4.40–4.80 ที่มีการกระจายของคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.45–0.89 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าเจตคติเป็นไปในทางเดียวกัน ได้แก่ การเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่ใช้เวลาไม่นาน การจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ผู้เชี่ยวชาญสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจาก บลูทูธได้ถูกต้อง ระบบสามารถรองรับการเพิ่มข้อมูลตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บลูทูธได้ ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้ และการจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม และในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ระหว่าง 4.00–4.20 ได้แก่ ความสามารถในการใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม ดังนั้นสรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่าการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบ

_12-0759(037-056)Part3.indd 49 6/11/12 9:41:40 PM

รายชื่อนักศึกษา ผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.51) และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีเจตคติต่อระบบไปในทางเดียวกัน

1.2 ผลการประเมินระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ

การวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บจากแบบสอบถามมีประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ ปรากฏผลตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ

ประเด็นคำถาม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่	4.40	0.55	มากที่สุด
2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ	4.00	0.71	มาก
3. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
4. เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ระบบสามารถรองรับการสมัครเข้าใช้งานของท่านได้	4.80	0.45	มากที่สุด
6. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มรายวิชาใหม่ของท่านได้	4.40	0.89	มากที่สุด
7. ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลรายชื่อนักศึกษาของท่านได้	4.40	0.89	มากที่สุด
8. ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.40	0.55	มากที่สุด
9. ระบบสามารถรองรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลรายวิชาได้	4.40	0.55	มากที่สุด
10. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อได้	4.80	0.45	มากที่สุด
11. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลข้อมูลสรุปในรูปแบบแผนภูมิได้	4.60	0.89	มากที่สุด
12. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.80	0.45	มากที่สุด
13. ระบบมีคู่มือการใช้ระบบเพื่อช่วยเหลือเมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
14. ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน	4.00	1.00	มาก
15. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม	4.20	0.45	มาก
16. ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม	4.20	0.84	มาก
17. ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
18. การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
โดยภาพรวมทั้งหมด	**4.46**	**0.67**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า ผู้ใช้สามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย ระบบสามารถรองรับการสมัครเข้าใช้งานของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถแสดงการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อได้ และระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.80, S.D. = 0.45) และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากันที่ 0.45 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีเจตคติต่อประเด็นดังกล่าวตรงกันไปในทางเดียวกัน รองลงมาพบว่าภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 4.60) และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระหว่าง 0.55–0.89 มีดังนี้คือ เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้งผู้ใช้สามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ ระบบสามารถแสดงการประมวลผลข้อมูลสรุปในรูปแบบแผนภูมิได้ และระบบมีคู่มือการใช้ระบบเพื่อช่วยเหลือเมื่อผู้ใช้ประสบปัญหาในการใช้งาน ภาพรวมในระดับมากที่สุดที่มีระดับคะแนนรองลงมามีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$= 4.40) และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระหว่าง 0.55–0.89 มีดังนี้คือ ผู้ใช้ใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่ ระบบสามารถรองรับการเพิ่มรายวิชาใหม่ของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลรายชื่อนักศึกษาของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถรองรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลรายวิชาได้ ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม และการจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม รองลงมาคือภาพรวมในระดับมากที่มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ระหว่าง 4.00–4.20 และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ระหว่าง 0.45–1.00 ได้แก่ ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม และภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม ดังนั้นสรุปในภาพรวมทั้งหมดพบว่าการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.46, S.D. = 0.67) และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีเจตคติต่อระบบไปในทางเดียวกัน

2. ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากการสัมภาษณ์เชิงลึก

การวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานระบบทั้ง 2 ส่วนจากการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่าผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ พบว่าผู้ใช้ใช้เวลาไม่นานในการเรียนรู้การใช้งาน เนื่องจากการใช้งานระบบไม่มีความซับซ้อนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายแต่ในการใช้งานครั้งแรกผู้ใช้ยังต้องการคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานระบบมากกว่าการศึกษาจากคู่มือ

2) ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ พบว่าผู้ใช้แต่ละท่านมีความสามารถในการจดจำการใช้งานได้เป็นอย่างดีเมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ซึ่งผู้ใช้แต่ละท่านมีความคุ้นเคยในการใช้งานคอมพิวเตอร์อยู่แล้วทำให้ไม่ประสบปัญหาในการใช้งานระบบ

3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ นอกจากความสามารถของระบบที่สามารถตอบสนองการใช้งานได้เป็นอย่างดีที่ผู้วิจัยได้พัฒนาไว้แล้ว พบว่าผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำเพิ่มเติม ดังนี้

- การแสดงผลของระบบ ในการแสดงผลลัพธ์ควรแยกการแสดงผลออกเป็นภาคการศึกษาเพื่อความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง และรองรับการตรวจสอบรายชื่อในรายวิชาเดียวกันแต่ต่างปีการศึกษาหรือต่างภาคการศึกษาได้

- การป้องกันความผิดพลาดอันเกิดจากผู้ใช้ โดยระบบควรมีการออกแบบเพื่อป้องกันการทำงานผิดขั้นตอนที่อาจส่งผลต่อการประมวลผล และให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลที่ไม่ต้องการหรือเกิดจากการทำงานผิดพลาดได้

- การเพิ่มความสามารถของระบบ ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานของระบบเพิ่มเติมในส่วนของการส่งข้อคำถาม คำตอบระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ผู้สอนในห้องเรียนได้ โดยใช้การส่งข้อความผ่านบลูทูธ เพื่อให้นักศึกษามีส่วนร่วมในห้องเรียน

4) ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ พบว่าในระหว่างการใช้งานระบบยังมีข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากไม่มีการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการใช้งานของผู้ใช้ระบบผิดขั้นตอน เช่น ไม่มีการแจ้งเตือนหากกรอกข้อมูลไม่ครบ หรือการแจ้งเตือนการใช้งานหากมีการเพิ่มข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ซึ่งข้อผิดพลาดที่พบผู้วิจัยได้แก้ไขแล้ว

5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ พบว่าควรมีการปรับภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของระบบให้ชัดเจนเพื่อให้ผู้ใช้ทราบขั้นตอนการใช้ระบบได้โดยไม่ต้องศึกษาคู่มือเพิ่มเติม ควรมีภาษาที่เป็นสากลให้อาจารย์ชาวต่างชาติสามารถใช้งานระบบได้ และควรมีการเน้นข้อความสำคัญให้มองเห็นได้ชัดเจน เช่น หัวตาราง ชื่อวิชา รหัสวิชา เป็นต้น

โดยภาพรวมผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบเป็นอย่างมากเนื่องจากระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้จริง สามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาได้ในเบื้องต้น ระบบมีการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ได้เป็นอย่างดี หากมีการนำมาใช้งานจริงต้องมีการปรับปรุงให้มีความยืดหยุ่นต่อผู้ใช้ซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่หลากหลายและศึกษาความเป็นไปได้ของการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมการใช้ประโยชน์สูงสุด

บทสรุปและงานวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาอัตโนมัติผ่านบลูทูธโดยการนำเทคโนโลยีบลูทูธที่มีอยู่ในโทรศัพท์เคลื่อนที่และคอมพิวเตอร์ ประยุกต์ใช้และพัฒนาเป็นระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาจากบลูทูธ ซึ่งมีชื่อว่าบลูการ์ด โดยติดตั้งซอฟต์แวร์บลูการ์ด ในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธ ระบบทำงานโดยการค้นหาสัญญาณของอุปกรณ์บลูทูธในโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาที่ติดตั้งมาพร้อมกับตัวเครื่อง จากการทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง พบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ร้อยละ 85.29 มีระยะทางในการตรวจพบที่ 10 เมตร

ขึ้นไป และจากการทดสอบในห้องเรียนจริงพบว่าระบบบลูการ์ด มีความสามารถในการตรวจสอบรายชื่อครอบคลุมเฉลี่ยร้อยละ 95.59 ในห้องขนาดสูงสุด 300 ที่นั่ง ซึ่งครอบคลุมการใช้ประโยชน์ถึงร้อยละ 97.46 ของการใช้ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบจากผู้เชี่ยวชาญใน 2 มิติ คือ 1) การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถามการวิจัย พบว่า ผลการประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) ในภาพรวมผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพึงพอใจมากที่สุดด้านประสิทธิภาพของระบบ ในส่วนของการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็วและการจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งานซึ่งเป็นคุณลักษณะของระบบตรวจสอบรายชื่อที่แตกต่างจากระบบอื่น ผลการประเมินการใช้งานระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ ในภาพรวมผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพึงพอใจมากที่สุดด้านประสิทธิภาพของระบบในการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อและระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้ ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบเป็นส่วนที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจน้อยที่สุดเนื่องจากระหว่างการทดสอบระบบผู้ใช้ยังพบข้อผิดพลาดบางประการอันเกิดจากผู้วิจัยและพัฒนาระบบไม่ได้เขียนโปรแกรมเพื่อป้องกันการทำงานผิดขั้นตอนที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการใช้งานจริง 2) การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ในภาพรวมมีความพึงพอใจต่อระบบมากเนื่องจากระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้จริง สามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาได้ในเบื้องต้น และระบบมีการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ได้เป็นอย่างดี

ทั้งนี้จากการทดสอบการใช้งานเบื้องต้นสามารถนำไปปรับปรุงการพัฒนาระบบให้สามารถใช้งานได้ในห้องทุกขนาดโดยการเพิ่มจุดรับสัญญาณบูลทูธ ในอนาคตจะทำการทดลองเพิ่มเสาขยายสัญญาณเพื่อกระจายการค้นหาสัญญาณให้ครอบคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้นและพัฒนาระบบให้สามารถส่งข้อความโต้ตอบกับอุปกรณ์บลูทูธของกลุ่มเป้าหมายได้ครอบคลุมในอุปกรณ์ทุกรุ่นทุกยี่ห้อ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.** กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค.

เติมศักดิ์ คทวณิช. (2549). ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. **วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์.** 7(3): 48-65.

ทิพย์วัลย์ อภิวัฒนนันท์. (2553). การพัฒนาผู้เรียนด้วยกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้แบบบรูณาการในรายวิชาจิตวิทยาทั่วไป มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **วารสารพฤติกรรมศาสตร์.** 16(2): 83-95.

นภาภรณ์ จันทรศัพท์. (2548). **ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ปิยะรัตน์ ดีกลาง. (2550). ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงจูงใจในการมาเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 โรงเรียน ธนากรสงเคราะห์ จังหวัดหนองคาย. **วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์**. 8(3): 159-165.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2546). **ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วยการศึกษาขั้นปริญญาตรี พ.ศ. 2546.** นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วริญทร เจนชัย, จิติมนต์ อั่งสกุล และธรา อั่งสกุล. (2552). ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาจากบลูทูธ. ใน **การประชุมวิชาการ การบริหารจัดการครั้งที่ 5 การบริหารจัดการภายใต้ภาวะวิกฤต: ทางเลือกทางรอด**, 21-22 ตุลาคม 2552. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

วริญทร เจนชัย, จิติมนต์ อั่งสกุล และธรา อั่งสกุล. (2554). การประเมินผลระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบูลทูธ. ใน **การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาครั้งที่ 4, 7-8 กรกฎาคม 2554** (หน้า 70-79). นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

วิชาญ เพชรมณี และขจรศักดิ์ พงศ์ธนา. (2552). ระบบบันทึกเวลาอัตโนมัติด้วยลายนิ้วมือแบบไร้สาย. **วารสาร ICT เพื่อพัฒนาการเรียนรู้.** 1(1): 1-6.

เศรษฐพงค์ มะลิสุวรรณ. (2547). ระบบการชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ RFID. **วารสารบิสิเนสดอตคอม**. 102-103.

สุธรรม จินดาอุดม, จตุพร ชู่ช่วย, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว และอนันต์ ผลเพิ่ม. (2553). ระบบเช็คชื่อและรายงานผลแบบเวลาจริงผ่านเครือข่ายไร้สาย. ใน **การประชุมวิชาการงานวิจัยและ พัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 2**, 10 พฤษภาคม 2553 (หน้า 81-86). ปทุมธานี: สมาคมวิชาการไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคมและสารสนเทศประเทศไทย.

อัจฉรา เพ่งเล็งผล, เวธนี กรีทอง และพาสนา จุลรัตน์. (2551). ปัจจัยที่ส่งผลต่อนิสัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร. **วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์.** 9(1): 98-107.

Bluetooth SIG. (2010). **Specification of the Bluetooth system: Bluetooth specification version 4.0.** (Vols. 0-6). (n. p.).

Chen, W. D. and Chang, H. P. (2008). Using RFID Technology to Develop an Attendance System and Avoid Traffic Congestion around Kindergartens. In **Ubi-Media Computing, 1st IEEE International Conference** (pp. 568–572). China: Lanzhou University.

Ervasti, M., Isomursu, M. and Kinnula, M. (2009). Experiences from NFC Supported School Attendance Supervision for Children. In **the 3rd International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies** (pp. 22–30). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Gatsheni, B.N., Kuriakose, R.B. and Aghdasi, F. (2007). Automating a Student Class Attendance Register using Radio Frequency Identification in South Africa. In **Mechatronics, 4th IEEE International Conference** (pp. 1–5). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Nielsen, J. (2000). **Why You Only Need to Test with 5 Users** [On-line]. Available: http://www.useit.com/alertbox/20000319.html.

Nielsen, J. (2003). **Usability101: Introduction to Usability** [Online]. Available: http://www.useit. com/alertbox/20030825.html.

Jithunsa, S. (1999). **Implementation of the Bar-coding System in Material Management for an Automotive Part industry.** M. S. thesis, Chulalongkorn University.

Khan, A.A., Ahmed, S.F., Abeer, A.N., Afzal, A. and Malik, K. (2007). Digital Attendance Recording System. In **Information and Emerging Technologies, International Conference** (pp. 1–5). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Paik, M. and Other. (2010). A Biometric Attendance Terminal and its Application to Health Programs in India. In **Proceedings of the 4th ACM Workshop on Networked Systems for Developing Regions** (pp. 1-6). San Francisco: ACM.

Sabri, M.K., Aziz, M.Z., Shah, M.S. and Kadir, M.F. (2007). Smart Attendance System by using RFID. In **Proceedings of Asia-Pacific Conference** (pp. 1–4). Australia: Australian Computer Society.

Scanlan, D. A. (2009). An Inexpensive RFID Attendance System. **Journal of Computing Sciences in Colleges.** 25(2): 19-29.

Shibata, H. (2005). An Attendance Management System using Mobile Phones. In **Communications, Computers and Signal Processing 2005, IEEE Pacific Rim Conference** (pp. 590–592). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Silva, F., Filipe, V. and Pereira, A. (2008). Automatic Control of Students Attendance in Classrooms using RFID. In **Systems and Networks Communications 2008, 3rd International Conference** (pp. 384–389). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Zhang, Z., Gong, P., Cao, L., and Chen, Y. (2007). Design and Implementation of Educational Administration Attendance Management System Based on B/S and C/S. In **Information Technologies and Applications in Education 2007, 1st IEEE International Symposium** (pp. 606–609). USA: IEEE Conference Publishing Services.

_12-0759(037-056)Part3.indd 55 6/11/12 9:41:41 PM