

Beacon implementations for work process monitoring in health care services

Rojanaporn Tidchai¹, Vara Varavithya¹, Chantraporn Keamseng²

¹Department of Electrical and Computer Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

²Somdech Phra Pinklao Hospital, Bangkok, Thailand

Abstract

Work processes in health care facilities inherit high complexity. Continuous improvement for these workflows is required to reduce waiting time at each service stations and alleviate bottleneck. Service time at each station is therefore a very important parameter for method engineering analysis. The collection of service time for all stations is not a trivial task. This article proposes the use of beacon devices to pinpoint locations of patients in the facility. The time-location tuples of patients were recorded in database for further examination. The patient carries a

small beacon while receiving services. We developed the prototype software to collect the work process data in the health care environment. The test cases, with 6 people, were conducted in controlled environment. A nurse can be notified when the patient present within close vicinity.

Keywords: hospital work process, beacon, hospital information system.

Received 19 August 2017; Accepted 24 November 2017

Correspondence: Vara Varavithya, Faculty of Electrical and Computer Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Pracharat 1, Bangkok, Thailand (Tel.: +66-2555-2000 Ext. 8519; E-mail address: vara.v@eng.kmutnb.ac.th).

อุปกรณ์บีคอนเพื่อเก็บข้อมูลการบริการและเพิ่มคุณภาพการบริการของสถานพยาบาล

รศ.ดร.รัตติยา¹, วรา วราวิทย์¹, จันทรภรณ์ เกียมสิง²

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

²โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า กรมแพทย์ทหารเรือ กรุงเทพมหานคร

บทคัดย่อ

กระบวนการบริการของสถานพยาบาลมีความซับซ้อนและต้องการการปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาในการบริการแต่ละสถานีมีความสำคัญในการวิเคราะห์กระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การเก็บข้อมูลเวลาในการบริการมีความสำคัญ ในบทความนี้ได้เสนอการใช้งานอุปกรณ์ส่งสัญญาณบอกตำแหน่ง (บีคอน) ในการระบุตำแหน่งของการใช้บริการ และทำการบันทึกเวลาที่บริการในจุดต่างๆ ผู้รับบริการจะนำพาบีคอนติดตัวไปขณะที่เข้ารับบริการในสถานพยาบาล ระบบซอฟต์แวร์ต้นแบบได้รับการพัฒนาและทดสอบการใช้งานในการตรวจสอบการเข้ารับบริการ ระบบ

ที่ได้พัฒนาสามารถตรวจสอบการเข้าถึงสถานีบริการได้ และได้นำเสนอผลการทดสอบระบบในวงจำกัดจำนวน 6 คน เพื่อสามารถนำไปขยายผลต่อไป ผู้ให้บริการประจำสถานีสามารถทราบถึงการเข้าใช้บริการของผู้รับบริการได้

คำสำคัญ: กระบวนการในการรับบริการ, อุปกรณ์ส่งสัญญาณบอกตำแหน่ง, บีคอน, ระบบสารสนเทศบริหารโรงพยาบาล

วันที่รับต้นฉบับ 19 สิงหาคม 2560; วันที่ตอบรับ 24 พฤศจิกายน 2560

บทนำ

ปัจจุบันโรงพยาบาลทั้งภาครัฐและภาคเอกชน มีความตื่นตัวในเรื่องของการพัฒนาคุณภาพการบริการกันมาก ทั้งนี้เพื่อให้การบริการสุขภาพเป็นไปอย่างปลอดภัย และเป็นที่ยังพอใจกับผู้รับบริการ จึงทำให้มีการพัฒนาระบบบริการเพื่อตอบสนองความต้องการและเพื่อความปลอดภัยของผู้รับบริการ รวมทั้งเทคโนโลยีในการรักษาพยาบาลที่มีมากขึ้น ส่งผลให้ระบบบริการสุขภาพมีความซับซ้อนมากขึ้น

ในสถานการณ์ปัจจุบันจำนวนประชากรในประเทศเพิ่มมากขึ้น การกระจายตัวของประชากรเป็นไปในทิศทางที่มีผู้สูงอายุเพิ่มมากขึ้น ทำให้ระบบบริการสุขภาพต้องมีการปรับตัวเพื่อให้บริการกับกลุ่มผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น ซึ่งผู้ป่วยกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีโรคเรื้อรัง มีความเจ็บป่วยหลายโรค และต้องการความช่วยเหลือ ในขณะที่มารับบริการมากกว่ากลุ่มผู้รับบริการอื่น ทำให้การวางแผนการจัดการกระบวนการรักษาพยาบาลต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ปัจจุบันและใช้เทคโนโลยีใหม่ๆ มาช่วยในการพัฒนาการบริการ

ระบบการบริการสุขภาพมีการควบคุมขั้นตอนการบริการเพื่อให้เกิดความปลอดภัย มีการใช้เทคโนโลยีเพื่อการตรวจวินิจฉัยอย่างกว้างขวาง ทำให้การปฏิบัติงานบางครั้งเกิดความสับสนและล่าช้ากว่าเดิม ระยะเวลาารคอยในแต่ละจุดบริการมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จากการเพิ่มกระบวนการตรวจสอบ หรือจากปริมาณผู้ป่วยที่มารับบริการมากขึ้น ก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจของผู้รับบริการเนื่องจากเสียเวลารอคอย การพัฒนาเพื่อการบริการที่ลื่นไหลและลดความซ้ำซ้อนจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ทั้งในปัจจุบันที่เป็นยุคของการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการบริหารจัดการต่างๆ นั้น การพัฒนาระบบ HIS รวมถึงการนำนวัตกรรมใหม่ๆ มาใช้ในการดูแลผู้ป่วยเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อมุ่งหมายเพื่อทำให้เกิดความลื่นไหลในการให้บริการ ผู้รับบริการมีความสะดวกพึงพอใจ และถ้าสามารถพัฒนาระบบเพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูลที่สะท้อนให้โรงพยาบาลสามารถนำไปพัฒนาคุณภาพได้อย่างดีขึ้น ย่อมจะช่วยในการพัฒนาระบบบริการสุขภาพของประเทศได้เป็นอย่างดี

ในบทความนี้พิจารณาปัญหาของการเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ของ “เวลา - สถานีบริการ” ของสถานพยาบาล ในสถานพยาบาลขนาดใหญ่ที่มีผู้เข้ารับบริการต่อวันเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะโรงพยาบาลรัฐ ที่กระบวนการรับบริการมีความซับซ้อนบางสถานีบริการมีลักษณะเป็นคอกวอด เช่น ห้องตรวจแพทย์, ห้องยา, หรือ

ผู้พิมพ์ประสานงาน: วรา วราวิทย์, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประชากราชฎร์ 1 กรุงเทพมหานคร (โทร.: +66-2555-2000 Ext. 8519; E-mail address: vara.v@eng.kmutnb.ac.th)

การเงิน เป็นต้น ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเพื่อช่วยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของขาดในระบบบริการ ได้แก่ 1. จำนวนผู้เข้ารับบริการต่อวัน 2. จำนวนสถานบริการ 3. ลำดับความเชื่อมโยงของการเข้าใช้สถานบริการของผู้เข้ารับบริการ และ 4. ระยะเวลาในการให้บริการของแต่ละสถานบริการ

จากข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ ทางผู้วิเคราะห์กระบวนการสามารถนำมาจำลองและนำเสนอการปรับปรุงการดำเนินการอย่างเป็นระบบต่อไป (time-motion study หรือ Method Engineering) ตัวอย่างเช่น การตอบปัญหาว่าการเพิ่มเจ้าหน้าที่การเงินสองคน จะสามารถลดเวลาเฉลี่ยของการรับบริการลงเท่าใด หรือเพิ่มห้องแพทย์อายุรกรรมหนึ่งห้อง จำนวนผู้เข้ารับบริการโดยเฉลี่ยจะลดลงจำนวนกี่คน

การเก็บข้อมูลพื้นฐาน 3 ข้อแรกนั้นสามารถรวบรวมจากข้อมูลการรับบริการที่ได้มาจากระบบสารสนเทศโรงพยาบาล ในส่วนของระยะเวลาในการให้บริการของแต่ละสถานบริการ ต้องอาศัยการจับเวลาการให้บริการของแต่ละสถานโดยใช้เจ้าหน้าที่ ที่ต้องใช้ทรัพยากรและเป็นภาระงานที่เพิ่มขึ้น เป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติที่จะวัดเวลาการให้บริการของแต่ละสถานที่มีจำนวนมากและหลากหลายการบริการให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ที่ผ่านมารการเก็บข้อมูลลักษณะดังกล่าวมักจะเป็นการประมาณการ หรือ ใช้การจับเวลาบางส่วนหรือบางช่วงเวลา การพัฒนาเทคโนโลยีที่สามารถช่วยในการวัดระยะเวลาในการให้บริการได้สะดวกและข้อมูลมีความน่าเชื่อถือจริง จะเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลเพื่อใช้ในการพัฒนาคุณภาพการบริการได้อย่างดี จึงมีความต้องการระบบเพื่อจะทำการวัดเวลาในการบริการดังกล่าว

บทความนี้ได้เสนอการใช้งานอุปกรณ์ส่งสัญญาณบอกตำแหน่งหรือเรียกว่าบีคอน¹ ในการระบุตำแหน่งของการใช้บริการ และทำการบันทึกเวลาที่บริการในจุดต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป ผู้รับบริการจะนำบีคอนติดตัวไปขณะที่เข้ารับบริการในสถานพยาบาล ระบบซอฟต์แวร์ต้นแบบได้รับการพัฒนาและทดสอบการใช้งานในการตรวจสอบการเข้ารับบริการ อีกทั้งผู้ให้บริการประจำสถานสามารถทราบว่ามีผู้รับบริการที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษ มาถึงสถานบริการแล้ว หัวข้อที่สอง กล่าวถึงการใช้งานบีคอนในลักษณะต่างๆ สำหรับสถานพยาบาล สถาปัตยกรรมและรายละเอียดของระบบนำเสนอในหัวข้อที่สาม หัวข้อที่สี่นำเสนอผลการทดสอบเบื้องต้นและสรุปผลในหัวข้อที่ 5

อุปกรณ์ส่งสัญญาณบอกตำแหน่งสำหรับสถานพยาบาลบีคอน

เทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth) ได้รับการพัฒนาสำหรับการสื่อสารระยะใกล้ ระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ และใช้พลังงานในการทำงานต่ำ เทคโนโลยีบลูทูธดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้

ในอุปกรณ์ส่งสัญญาณบอกตำแหน่ง หรือเรียกว่าบีคอน (Beacon)^{1, 2} อุปกรณ์บีคอนเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็กใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ที่มีราคาไม่สูงมาก และสามารถใช้งานได้เป็นเวลานานหลายเดือนก่อนที่แบตเตอรี่เสื่อมสภาพ ในการทำงานนั้นบีคอนจะส่งสัญญาณบลูทูธพลังงานต่ำออกมารอบตัวเป็นช่วงๆ โดยมีระยะรับไกลสุดถึง 50 เมตร จากสัญญาณดังกล่าว อุปกรณ์ประเภทสมาร์ตโฟนสามารถติดตั้งโปรแกรมประยุกต์ที่รับสัญญาณดังกล่าวเพื่อใช้ในการสร้างการตอบสนองต่อระบบการบริการ และนำไปสู่การระบุตำแหน่ง เพื่อสร้างบริการที่เป็นเฉพาะต่อเหตุการณ์นั้น

อุปกรณ์บีคอนช่วยให้การทำงานของโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟนสามารถทำงานที่ตอบสนองกับตำแหน่งของผู้ใช้งานและบริบทของการใช้งานได้ดีขึ้น โดยสมาร์ตโฟนสามารถใช้ข้อมูลประกอบจากเครือข่ายไร้สายเพื่อรับส่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องประกอบการใช้งาน ซึ่งอุปกรณ์บีคอนสามารถขยายลักษณะการบริการของอุตสาหกรรมต่างๆ ที่หลากหลาย เช่น ค้าปลีก, การบริการสถานพยาบาล, การบริการที่พัก, ความบันเทิง เป็นต้น³

การระบุตำแหน่งของสมาร์ตโฟน สามารถทำได้จากการรับสัญญาณ GPS, การระบุตำแหน่งจากสัญญาณ WiFi หรือจากคำนวณตำแหน่งความแรงสัญญาณที่ส่งจากเสาสัญญาณระบบเครือข่ายมือถือ อย่างไรก็ตาม การระบุตำแหน่งโดยวิธีที่กล่าวข้างต้นยังไม่ละเอียดและมีความแม่นยำไม่เพียงพอในการใช้งานหลายลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานภายในอาคาร ในปี 2013 บริษัทแอปเปิลได้ออกข้อกำหนด iBeacon^{4,5} สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บน iOS ที่ตอบสนองกับอุปกรณ์บีคอน ทำให้มีการพัฒนาบีคอนออกมาเป็นจำนวนมาก

กรณีการใช้งานพื้นฐานของบีคอนในสถานพยาบาล

กรณีการใช้งานพื้นฐานของบีคอนในสถานพยาบาล ประกอบกับโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟน ประกอบด้วย

การลงทะเบียนเข้ารับบริการ: โปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟน สามารถนำมาใช้ดำเนินการลงทะเบียนเข้ารับบริการในขั้นตอนต่างๆ ของการรับบริการ เช่น จุดลงทะเบียนที่แผนกเวชระเบียน, ตรวจสอบสิทธิ, และการรับบริการตามจุดบริการต่างๆ เช่น ห้องคัดกรองผู้ป่วย และ ห้องแพทย์ เป็นต้น

โปรแกรมในสมาร์ตโฟนสามารถทราบตำแหน่งอย่างละเอียดและดำเนินการลงทะเบียนเพื่อเข้ารับบริการได้ และยังช่วยลดขั้นตอนการสื่อสารได้ รวมถึงลดความคลาดเคลื่อนจากการสื่อสารที่ผิดพลาดและการลงข้อมูลผิดพลาดในแต่ละจุดบริการได้

การส่งข้อมูลเนื้อหาให้กับผู้รับบริการ: เมื่อผู้รับบริการเข้ามาในบริเวณที่รับสัญญาณจากบีคอน ทำให้สมาร์ตโฟนสามารถ

ใช้ตำแหน่งในการคัดกรองข้อมูลเนื้อหาที่เป็นเฉพาะสำหรับจุดให้บริการ หรือเป็นเฉพาะตัวสำหรับผู้ให้บริการได้ เช่น ถึงคิวรับยา หรือ ยืนยันความถูกต้องของจุดบริการ

ติดตามผู้เข้ารับบริการ: ในกรณีที่ผู้เข้ารับบริการที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ เช่น ผู้สูงวัย ซึ่งอาจพบปัญหาในการไปรับบริการตามจุดต่างๆ ระบบสามารถติดตามระบุตำแหน่งของผู้เข้ารับบริการและดำเนินการช่วยเหลือตามความต้องการ ในกรณีที่ทางสถานพยาบาลต้องการข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการบริการ การใช้บีดคอนในการติดตามผู้เข้ารับบริการจะสามารถเก็บข้อมูลของการเข้ารับบริการ และเวลาที่ใช้ในแต่ละจุดบริการ รวมถึงเส้นทางการเคลื่อนที่ของผู้รับบริการในการเข้ารับบริการได้ ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปพิจารณาในการพัฒนาระบบงานให้มีความสิ้นเปลือง วางแผนการบริการให้สะดวกไม่สับสน

ทั้งนี้อุปกรณ์บีดคอนเริ่มแพร่หลายในท้องตลาดและราคามีแนวโน้มที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้เป็นโอกาสที่จะสามารถนำอุปกรณ์ในลักษณะนี้มาเพิ่ม ประสิทธิภาพคุณภาพการบริการของสถานพยาบาล

ระเบียบวิธีการวิจัย

สถาปัตยกรรมระบบ

ระบบบันทึกการบริการสถานพยาบาลมีวิสัยทัศน์เพื่อวิเคราะห์กระบวนการงานของการทำงานที่ซับซ้อน จึงเรียกชื่อระบบว่า Methods Engineering Data Analysis (MEDA) การใช้งานบีดคอนในการระบุตำแหน่งของผู้รับบริการเป็นระบบย่อยส่วนหนึ่งของ MEDA

ส่วนประกอบของระบบ

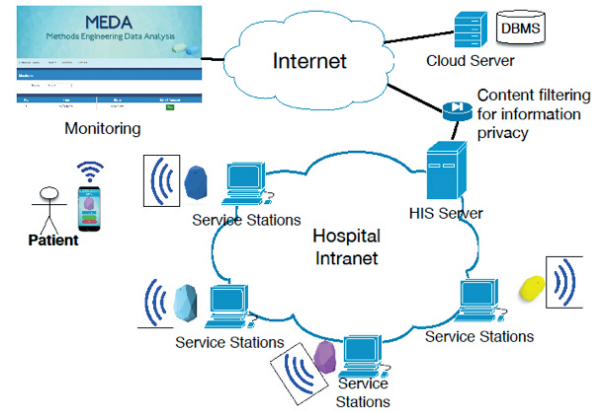
ระบบ MEDA มีส่วนประกอบสำคัญที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ระบบสารสนเทศบริหารโรงพยาบาล (HIS) เป็นระบบที่ใช้ในการดำเนินการตามกระบวนการงานการตรวจรักษา โดย HIS จะทำการรับการลงทะเบียนจากผู้รับบริการ และส่งข้อมูลเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการงานให้กับระบบ MEDA เพื่อประกอบกับข้อมูลตำแหน่ง
- ระบบ MEDA เป็นระบบซอฟต์แวร์ ที่ทำงานในการจัดการข้อมูล “เวลา - สถานที่บริการ” กับผู้รับบริการ และบันทึกในฐานข้อมูล สามารถติดตั้งอยู่บน Cloud
- อุปกรณ์สมาร์ทโฟน ติดตั้งซอฟต์แวร์ในการรายงานตำแหน่งของอุปกรณ์บีดคอนให้ระบบ MEDA
- อุปกรณ์บีดคอน⁴ สำหรับแจ้งสัญญาณตำแหน่ง

ลักษณะการใช้งานบีดคอนและสมาร์ทโฟน

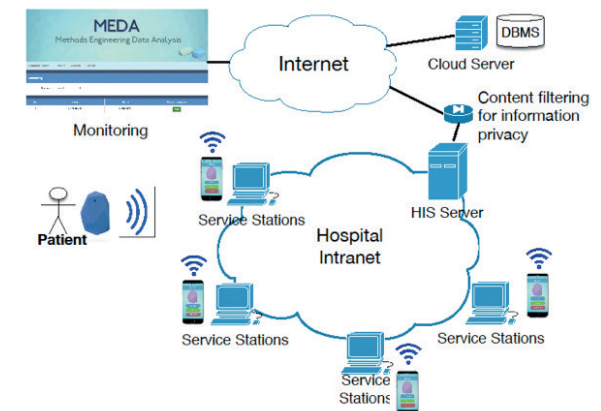
การใช้งานระบบ MEDA สามารถทำได้สองลักษณะ ได้แก่

1. การติดตั้งบีดคอนไว้ตามสถานีต่างๆ และติดตั้งซอฟต์แวร์ที่สมาร์ทโฟนของผู้รับบริการ
2. ติดตั้งอุปกรณ์สมาร์ทโฟนไว้ตามสถานีต่างๆ และให้ผู้รับบริการนำเอาบีดคอนติดตัวไปตลอดการเข้ารับการรักษา ดังแสดงในภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2, ตามลำดับ



ภาพที่ 1 การให้บริการระบบบีดคอนระบุตำแหน่งในสถานพยาบาล โดยติดตั้งแอปพลิเคชันที่สมาร์ทโฟนของผู้รับบริการ

การใช้งานบีดคอนในรูปแบบแรกนั้น มีสมมุติฐานว่า ผู้รับบริการจะต้องมีสมาร์ทโฟนที่รองรับการทำงาน Bluetooth LTE และต่อเชื่อมกับอินเทอร์เน็ตเพื่อรายงานตำแหน่งเข้ากับระบบ MEDA สมมุติฐานดังกล่าวอาจทำได้ยากในทางปฏิบัติ รวมถึงเวลาในการติดตั้งแอปพลิเคชัน และการตั้งค่าต่างๆ ให้ระบบทำงานได้อีกทั้งต้องมีการส่งข้อมูล ทำให้เกิดความกังวลใจ ด้านของความเป็นส่วนตัวของข้อมูลผู้ใช้ได้ การบริการลักษณะนี้ จึงเหมาะสมสำหรับการให้บริการข้อมูลเนื้อหาเฉพาะสำหรับสถานที่ แต่ไม่เหมาะสมกับการรายงานการเข้ารับบริการตามกระบวนการงาน

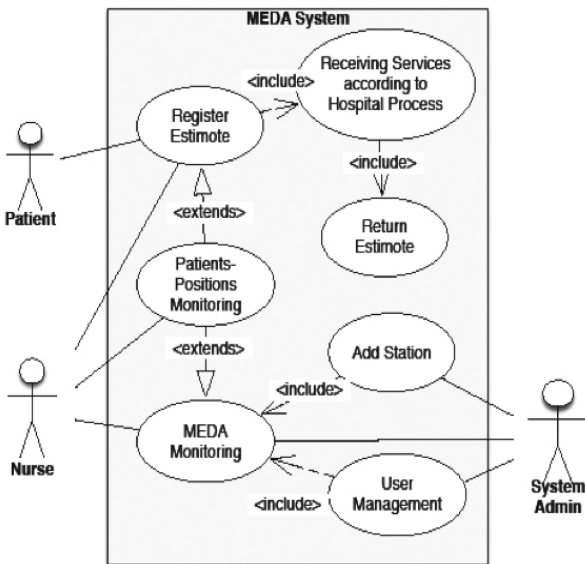


ภาพที่ 2 การให้บริการระบบบีดคอนระบุตำแหน่งในสถานพยาบาล โดยให้ผู้รับบริการนำเอาบีดคอนติดตัวไปตลอดการรับบริการ

การให้บริการอีกลักษณะหนึ่งนั้น คือให้ผู้รับบริการถืออุปกรณ์ ปีคอนไปขณะใช้บริการอยู่ในสถานพยาบาล และติดตั้ง อุปกรณ์สมาร์ทโฟนที่เป็นทรัพย์สินของสถานพยาบาล ตามสถานีบริการต่างๆ โดยสมาร์ทโฟนเชื่อมต่อกับระบบ เครือข่ายภายในของสถานพยาบาลนั้นๆ ระบบลักษณะนี้ สามารถรักษาความปลอดภัยข้อมูลได้ง่ายกว่าในแง่ของ ความเป็นส่วนตัวของการเข้ารับการรักษา อีกทั้งการบริหาร การใช้งานแอปพลิเคชันทำได้ง่ายกว่า เนื่องจากการใช้งานทำ โดยบุคลากรของสถานพยาบาล ผู้รับบริการเพียงรับอุปกรณ์ ปีคอนเมื่อลงทะเบียน และคืนอุปกรณ์เมื่อรับบริการเสร็จสิ้น ที่ต้องพิจารณาถึงกลไกการทำงานในหน้างานว่า จะทำอย่างไร ให้เกิดการสูญหายของอุปกรณ์พีคอนให้น้อยที่สุด

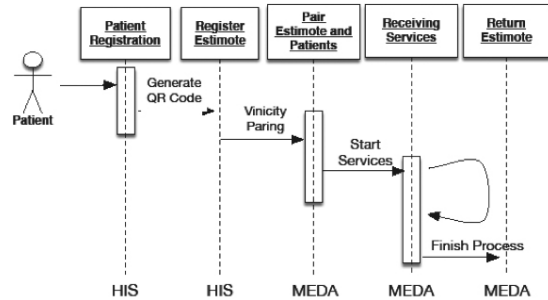
กรณีการใช้งาน

กรณีการใช้งานระบบ MEDA แสดงในภาพที่ 3 ผู้ใช้งาน ประกอบด้วย ผู้รับบริการ, ผู้ให้บริการตามสถานีหรือพยาบาล, และผู้ดูแลระบบ ผู้ดูแลระบบทำหน้าที่ติดตั้งสมาร์ทโฟน ตามสถานีบริการต่างๆ และตั้งค่าเริ่มต้นให้ถูกต้อง อีกทั้ง บริหารจัดการบัญชีผู้ใช้งาน สำหรับการตรวจสอบการทำงาน ของระบบ ในส่วนของผู้ให้บริการตามสถานี มีหน้าที่ในการ ลงทะเบียนผู้เข้ารับบริการ และทำการจับคู่พีคอนกับผู้รับ บริการ อีกทั้งรับคืนอุปกรณ์เมื่อบริการเสร็จ ผู้ให้บริการ ตามสถานี สามารถเรียกดุรายชื่อผู้รับบริการที่ถือพีคอน อยู่รอบๆ ได้ ในกรณีที่ระบบ HIS สามารถส่งข้อมูลการส่งต่อ ผู้ป่วยมายังสถานีบริการ ทางผู้ให้บริการสามารถจะทราบได้ว่า ผู้รับบริการได้มาถึงสถานีแล้วจากสัญญาณพีคอนที่ส่งมา



ภาพที่ 3 กรณีการใช้งานระบบ MEDA

ผู้รับบริการมีหน้าที่รับพีคอน และเข้าใช้บริการของ สถานพยาบาลตามปกติ อุปกรณ์พีคอนจะส่งสัญญาณไป บันทึกลงตามสมาร์ทโฟนที่ติดตั้งตามตำแหน่งสถานีบริการต่างๆ และผู้รับบริการจะถูกเรียกคืนอุปกรณ์เมื่อรับบริการเสร็จสิ้น โดยมีขั้นตอนการบริการแสดงในภาพที่ 4

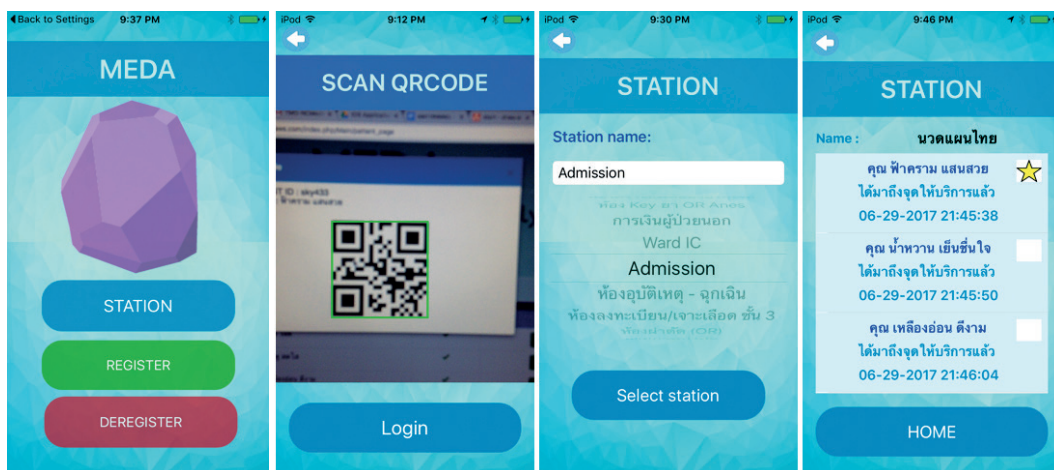
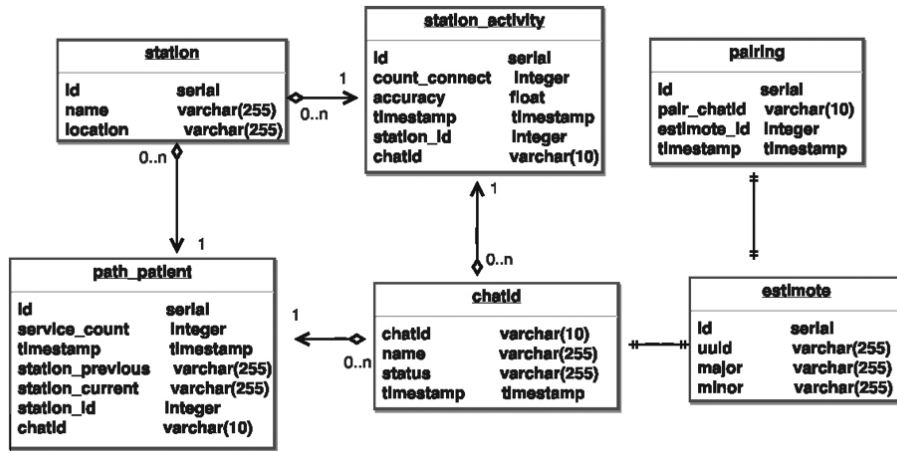


ภาพที่ 4 ขั้นตอนการบริการรับคืนพีคอนของระบบ MEDA

การบันทึกข้อมูลการเข้ารับบริการ

ระบบ MEDA เปิดบริการในรูปแบบ REST ที่ทางระบบ HIS จะสามารถพัฒนาส่วนเชื่อมต่อ เพื่อส่งข้อมูลเหตุการณ์ ที่เกี่ยวข้องมาบันทึกเพื่อวิเคราะห์กระบวนการตามขั้นตอนต่างๆ โดยในขั้นแรก ระบบ HIS จะนำเอาข้อมูล <HN, VN, Time Stamp> มาเข้าฟังก์ชันแฮช เพื่อส่งให้กับระบบ MEDA พร้อม ชื่อ-สกุล ของผู้รับบริการ เป็นตัวเลข - ตัวอักษรรหัสแฮช 6 หลัก (ChatID) เพื่อใช้งานการอ้างอิงการบริการ การใช้ฟังก์ชันแฮช จะสามารถป้องกันเรื่องความเป็นส่วนตัวของข้อมูลได้ส่วนหนึ่ง การจับคู่ระหว่างพีคอนกับผู้รับบริการทำโดยการนำเอาอุปกรณ์พีคอนเข้ามาใกล้กับอุปกรณ์สมาร์ทโฟนที่จุดลงทะเบียนในระยะ 10 เซนติเมตร ประกอบกับระบบ HIS จะสร้าง QR โค้ด จาก ChatID 6 หลัก แอปพลิเคชันจะทำการถ่ายรูป ในขณะที่ มีพีคอนอยู่ติดกัน ถือว่า การลงทะเบียนเสร็จสิ้น โดยบันทึก <ChatID, estimateID> ลงในระบบ ส่วนของกระบวนการ การคืนอุปกรณ์ก็ทำในลักษณะเดียวกัน

ทางสถานพยาบาลต้องตั้งค่าเริ่มต้นของสถานีบริการ และติดตั้งสมาร์ทโฟนที่ได้รับการตั้งค่าสถานีที่ถูกต้อง เมื่อผู้รับบริการไปยังจุดบริการต่างๆ สมาร์ทโฟนส่งข้อมูล และทำการบันทึกค่าสัญญาณจากพีคอนที่รับได้ที่ MEDA Server และนำมาประมวลผล เพื่อทำการจำแนกว่าเป็น การเดินผ่านสถานี หรือเป็นการที่ผู้รับบริการได้มารอที่ สถานีนั้นๆ วิธีการอย่างง่ายในการตรวจสอบการรอรับบริการ สามารถทำได้โดยการกำหนดเวลาที่ได้รับสัญญาณจาก พีคอนต่อเนื่องเกินระยะเวลาหนึ่งๆ เช่น 5 นาที เป็นต้น ถ้ามีเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นให้นับว่าผู้รับบริการมารอที่ สถานีบริการนั้นๆ



ภาพที่ 6 หน้าจอแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย เมนูหลัก, จับคู่บิคนกับผู้รับบริการ, หน้าจอเลือกสถานีบริการ และรายงานผู้รับบริการมารับบริการ

ผลการวิจัย

การทดสอบระบบ MEDA

จากรายละเอียดของระบบ MEDA ที่กล่าวมา เราได้พัฒนา ระบบขึ้นบน iOS⁵ และ CodeIgniter⁶ และใช้ Estimote⁴ บิคน ในการทำงาน ภาพที่ 6 เป็นตัวอย่างหน้าจอหลักของระบบใน สถานีบริการ และได้พัฒนาส่วนเชื่อมต่อกับระบบ HIS EMRSof (www.emrsoft.co.th) สัญลักษณ์ดาวแสดงถึงการที่ผู้รับบริการ ถูกส่งตัวจากระบบ HIS และมารออยู่ที่สถานีแล้ว ในส่วนของระบบ เว็บแอปพลิเคชัน จะเป็นการแสดงภาพรวมของการเคลื่อนไหว ของผู้รับบริการ

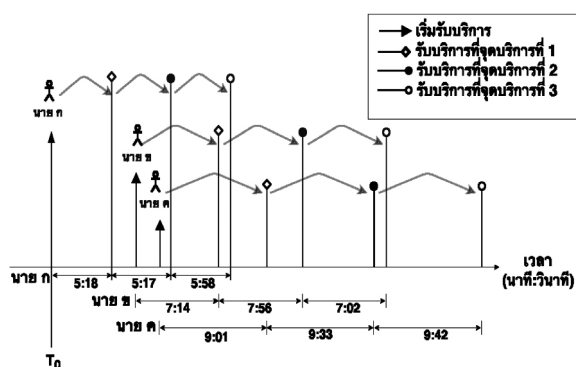
อุปกรณ์ iPod Touch จำนวน 4 ชุด ได้รับการติดตั้งแอปพลิเคชัน ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานตามสถานีบริการ เราได้จำลอง การเดินของผู้รับบริการจำนวน 6 คน เดินผ่านตามสถานีต่างๆ โดยไม่หยุดรอ ระบบสามารถตรงจับการปรากฏตัวของบิคนได้ ภายในเวลาประมาณ 2 วินาที จากวิธีการพื้นฐานในการตรวจจับ การรอรับบริการที่ต้องได้รับสัญญาณบิคนอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 5 นาที ไม่พบการบันทึกของการรอที่เป็นไปตามฟังก์ชันการทำงาน

ในการทดลองต่อมา ได้ทำการจำลองการเข้ารับบริการของ นาย ก, ข, และ ค ที่เข้ามาใช้บริการที่จุดบริการ 1, 2 และ 3 และเข้ารับบริการในนาทีที่ 0, 7, และ 9 ตามลำดับ โดยใช้เวลาที่จุดบริการ 5 นาทีก่อนเดินไปที่จุดบริการต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 7 จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถ แสดงผลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะสามารถนำไปใช้ ในการวิเคราะห์กระบวนการงานได้ต่อไป

วิจารณ์ผลและสรุป

บทความนี้ได้วางกรอบการใช้งานบิคนเพื่อตรวจวัดเวลา ที่ใช้ในการบริการตามจุดบริการ ที่จะสามารถนำมาเป็นข้อมูล พื้นฐานในการวิเคราะห์ต่อไป และได้แสดงถึงการเชื่อมโยงกับ ระบบ HIS ในการใช้งานระบบบิคนเพื่อให้เกิดความสะดวก ในการใช้งาน ผลการศึกษาและพัฒนาในบทความนี้เป็น กรอบในการใช้งานเชิงฟังก์ชันการทำงาน การทดลองที่ ดำเนินการอยู่ในสภาพจำกัด จำเป็นต้องได้รับการขยายผล

ทดสอบในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงให้มากขึ้น เช่น เพิ่มจำนวนคน จำนวนสถานีบริการ และระยะทางระหว่างสถานี ในอนาคต การศึกษาสามารถดำเนินการขยายผลทดสอบการใช้งานในสถานพยาบาล และพัฒนาระบบบริการข้อมูลตำแหน่งในการใช้ประโยชน์ในลักษณะอื่นเช่นการระบุตำแหน่งของบุคลากรทางการแพทย์หรือการระบุตำแหน่งของเครื่องมือแพทย์ในลำดับต่อไป



ภาพที่ 7 ผลการทดสอบระบบในการตรวจจับการเข้ารับบริการ

เอกสารอ้างอิง

- 1 Kriz P, Maly F, Kozel T. Improving Indoor Localization using Bluetooth Low Energy Beacons. *Mobile Info Syst.* 2016; <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2083094>.
- 2 Frisby J. Contextual Computing: Tracking Healthcare Providers in the Emergency Department via Bluetooth Beacons. Master Thesis, Arizona state university, 2015.
- 3 Sykes E, Pentland S, Nardi S. Context-Aware Mobile Apps using iBeacons: Towards Smarter Interactions. in *Proceedings of the 25th Annual International Conference on Computer Science and Software Engineering.* 2015;120-9.
- 4 Estimote beacon cloud, <https://developer.estimote.com/>, (accessed 31 January 2017)
- 5 Swift Programming, <https://swift3tutorials.com/>, (accessed 31 January 2017)
- 6 CodeIgniter Web Framework, <https://codeigniter.com/>, (accessed 31 January 2017)