ต้นแบบระบบการจัดลำดับผู้ป่วยเพื่อเข้าใช้บริการอุปกรณ์ทางการแพทย์ และรับบริการของห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ : กรณีศึกษาโรงพยาบาลศูนย์นครปฐม

System Prototype of Control and Management of Patients for Using a Service of Medical Equipment and Medical Laboratory: A case study of Nakhonpathom Hospital

สุจิตรา อดุลย์เกษม (Suchitra Adulkasem)*
รุ่งทิพย์ สมบูรณ์เงิน (Rungthip Somboonngeun)*
อรวรรณ เชาวลิต (Orawan Chaowalit)*
จิตดำรง ปรีชาสุข (Jitdumrong Preechasuk)*
ภัทรณัฏฐมนส์ ปัญจพรผล (Pattaranattamon Panjapornpol)*

บทคัดย่อ

ในการให้บริการตรวจวินิจฉัยและรักษาผู้ป่วยโดยแพทย์ในโรงพยาบาล แพทย์อาจจำเป็นต้องส่งผู้ป่วยเข้ารับการตรวจด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ หรือตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์หรือการตรวจทางรังสีวิทยา เพื่อที่แพทย์จะได้นำผลที่ได้จากการตรวจไปวิเคราะห์และใช้วินิจฉัยโรคของผู้ป่วยต่อไป แต่โรงพยาบาลมีอุปกรณ์ทางการแพทย์จำนวนจำกัด มีเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญในการใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์เป็นจำนวนน้อย และมีห้องปฏิบัติการทางการแพทย์จำนวนจำกัด โดยที่ในแต่ละวันโรงพยาบาลมีผู้ป่วยมาขอรับบริการตรวจรักษาเป็นจำนวนมาก และผู้ป่วยแต่ละรายอาจจำเป็นต้องรับการตรวจโดยใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์หรือตรวจที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์มากกว่า 1 รายการ ทำให้ผู้ป่วยต้องตัดสินใจและเลือกลำดับเข้ารับการตรวจด้วยตนเอง ทำให้ผู้ป่วยต้องเสียเวลารอคอยเพื่อเข้ารับการตรวจ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาต้นแบบระบบการจัดลำดับผู้ป่วยเพื่อเข้าใช้บริการอุปกรณ์ทางการแพทย์และรับบริการของห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ โปรแกรมต้นแบบฯ สามารถจัดลำดับการเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และจัดลำดับการตรวจด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์ของผู้ป่วย เป็นการจัดลำดับโดยพิจารณา ลำดับก่อนหลังของการขอรับบริการของผู้ป่วย, ลดเวลาการรอคอยของผู้ป่วย และกระจายการใช้ทรัพยากร จากผลการทดลองการใช้งานโปรแกรมต้นแบบฯ พบว่าโปรแกรมต้นแบบฯ สามารถทำงานได้ถูกต้องเชื่อถือได้ เวลาในการรอคอยการเข้ารับการตรวจของผู้ป่วยลดลง อุปกรณ์ทางการแพทย์มีการกระจายการทำงานอย่างเต็มประสิทธิภาพ และการทำงานในส่วนต่างๆ ของระบบมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การจัดลำดับผู้ป่วย, เวลาการรอคอย, การกระจายการทำงาน, อุปกรณ์ทางการแพทย์, ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

* ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ.เมือง จ.นครปฐม อีเมล์: suchitraa@hotmail.com
Dept. of Computing Fac. of Science Silpakorn University Muang Nakhonpatom email: suchitraa@hotmail.com

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
ISSN 2408 - 1248

Abstract

In the diagnosis and treatment of patients by doctors in hospitals. Doctors may have to send a patient to the radiology department or medical laboratories for testing. In order that doctors will take the results of the analysis and diagnosis of patients further. Each day the hospital incorporates a lot of patients, every patient may have to be tested employing a medical instrumentation or medical laboratory quite one item. This make patients choose for the order apply to themselves and await the take a look at. Since the hospital has limited number of medical instruments, medical laboratories and medical staffs, and patient might has un-proper queue for the test, make patient waste time in waiting-process. This research has developed a system prototype to ordering patients to access the services of medical instrumentation and medical laboratories that involved three factors; the order of patient's request, reducing the waiting time of patients and load balancing of using medical instrumentation and medical laboratory. The results of the experiment show that the prototype work correct and reliable, patient's waiting time decrease, medical instrumentation and medical laboratory used effective.

Key words: Patient Scheduling, Waiting Time, Load Balancing, Medical Equipment, Medical Laboratory

บทนำ

โรงพยาบาลของรัฐบาล และเอกชนที่เปิดให้บริการโดยทั่วไปนั้น มีผู้ป่วยเข้ามาขอรับบริการรักษาพยาบาลเป็นจำนวนมาก และมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในการให้บริการตรวจรักษาผู้ป่วยนั้น แพทย์อาจจะจำเป็นต้องส่งผู้ป่วยเข้ารับการตรวจด้วยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ อาทิ การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG), การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์หรือการตรวจทางรังสีวิทยา และการตรวจเลือด เพื่อที่แพทย์จะได้นำผลที่ได้จากการตรวจไปวิเคราะห์และใช้วินิจฉัยโรคของผู้ป่วยต่อไป โดยที่แต่ละโรงพยาบาลต่างมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือการให้บริการดูแลรักษาผู้ป่วยอย่างมีคุณภาพได้มาตรฐาน และต้องการใช้ทรัพยากรบุคคล อุปกรณ์ต่างๆ ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้คุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อประโยชน์และความพึงพอใจสูงสุดแก่ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการ

เนื่องจากโรงพยาบาลมีอุปกรณ์ทางการแพทย์จำนวนจำกัด มีเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญในการใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์เป็นจำนวนน้อย และมีห้องปฏิบัติการทางการแพทย์จำนวนจำกัด ในขณะที่มีจำนวนผู้ป่วยที่ต้องการมารับบริการเป็นจำนวนมาก โดยผู้ป่วยแต่ละรายที่เข้ารับการตรวจรักษาอาจจำเป็นต้องรับการตรวจโดยใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์หรือตรวจที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์มากกว่า 1 รายการ อาทิเช่น เอกซเรย์แขนขวา , เอกซเรย์ขาซ้าย, เจาะเลือด ทำให้ผู้ป่วยต้องเลือกและตัดสินใจว่าจะเข้ารับการเอกซเรย์ก่อนการเจาะเลือด หรือเจาะเลือดแล้วจึงไปรับการเอกซเรย์ โดยที่ผู้ป่วยแต่ละรายไม่ต้องการเสียเวลารอคอยเพื่อรับการตรวจดังกล่าว

แต่ผู้ป่วยไม่สามารถเลือกลำดับเข้ารับการตรวจได้สอดคล้องกับความเป็นจริงของโรงพยาบาล เนื่องจากผู้ป่วยไม่มีข้อมูลปริมาณงานที่อุปกรณ์ทางการแพทย์หรือห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ให้บริการ ทำให้ผู้ป่วยต้องเสียเวลารอคอยนาน และทำให้มีอุปกรณ์ทางการแพทย์หรือห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ฯลฯ ว่าง ไม่ได้ถูกใช้งาน ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งต่อผู้ป่วยและโรงพยาบาล ประสิทธิภาพของการให้บริการลดต่ำลง ผู้ป่วยไม่พึงพอใจต่อการให้บริการของโรงพยาบาล (Duangkamol Saitep and Panida Damapong, 2007; Diwarkar Gupta & Brain Denton, 2008)

การจัดลำดับผู้ป่วย (Patient scheduling) เพื่อเข้ารับบริการต่างๆ ในโรงพยาบาล เป็นงานที่มีความซับซ้อน มีความยุ่งยากในการออกแบบ และการ Implement เนื่องจากเป็นระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบไดนามิก (Dynamic changes) เช่น กระบวนการรักษา (treatment process) มีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาและพัฒนาอัลกอริธึมที่นำมาใช้ในการจัดลำดับผู้ป่วย งานวิจัย (David Isern, David Sanchez and Antonio Moreno,2010; G. Mageshwari & E. Grace Mary Kanaga, 2012) ใช้ Agent Technology เข้ามาช่วยในการจัดลำดับ ทำให้ได้การจัดลำดับผู้ป่วยเข้ารับบริการแผนกต่างๆของโรงพยาบาล ที่ลดระยะเวลาการรอคอย (waiting time) ของผู้ป่วย และช่วยปรับปรุงการใช้งานทรัพยากรของระบบ (Resource utilization) งานวิจัย (E. Grace Mary Kanaga, M. L. Valarmathi & Juliet A Murali, 2010) นำเสนอการจัดลำดับผู้ป่วยโดยใช้วิธีการ Agent based (Agent based approach) และใช้ Heuristic Algorithm เข้ามาช่วยในการทำงานเพื่อให้ได้วิธีการจัดลำดับผู้ป่วยที่เหมาะสม (optimal) สามารถลดระยะเวลาที่ผู้ป่วยต้องใช้ในการเข้ารับบริการ (completion time) และลดระยะเวลาการรอคอยของผู้ป่วย (waiting time)

งานวิจัย (Wanisa Chansri and Montean Ratanasiriwongwut, 2009) ได้พัฒนาระบบแถวคอยการให้บริการผู้ป่วยที่มาขอรับบริการตรวจรักษาที่โรงพยาบาล โดยที่ผู้ป่วยต้องผ่านขั้นตอนการให้บริการหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีผู้ป่วยเข้าใช้บริการเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ป่วยต้องใช้เวลาในการรอคอยเป็นระยะเวลานาน งานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาการให้บริการผู้ป่วย (Service time) ของทุกหน่วยบริการและระยะเวลาที่ผู้ป่วยใช้ในการรอคอยเพื่อเข้ารับบริการ (Interarrival time) ในแต่ละหน่วยบริการ และสร้างแบบจำลองแถวคอยการเข้ารับบริการ ที่ช่วยให้ผู้ป่วยมีเวลารอคอยการเข้ารับบริการน้อยที่สุด แต่งานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาเรื่องการใช้ทรัพยากรของระบบอย่างเต็มประสิทธิภาพ (resources utilization) งานวิจัย (Sathid Thesarat and Sombat Sintichao, 2010) ได้นำทฤษฎีแถวคอยตามความสำคัญไปใช้สนับสนุนการจัดการหน่วยไอซียูสำหรับผู้ป่วยในหลังการผ่าตัด โดยเป็นการตัดสินใจการอนุมัติการใช้เตียงที่ได้มีการพิจารณาอนุมัติตามระดับความสำคัญของอาการผู้ป่วย ทำให้ได้ระบบที่ช่วยในการตัดสินใจของเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ

งานวิจัย (Hu Xiaofeng, Wu Hui, Zhang Shaoming, Dai Xing & Jin Ye, 2009) ได้จัดลำดับการเข้ารับบริการตรวจรักษาผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาล ที่ได้มีการจัดลำดับการใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์ของโรงพยาบาลที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้ป่วยใช้เวลาการรอคอยน้อยที่สุด และเป็นการใช้อุปกรณ์เหล่านั้นอย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยที่งานวิจัยนี้ได้เป็นการจัดลำดับการเข้ารับบริการของผู้ป่วยที่มีเวลาการเข้ารับบริการ และประเภทของการเข้ารับบริการที่คงที่ (static patient scheduling) ไม่ครอบคลุมกรณีที่ผู้ป่วยต้องการเข้ารับบริการในเวลาสุ่ม

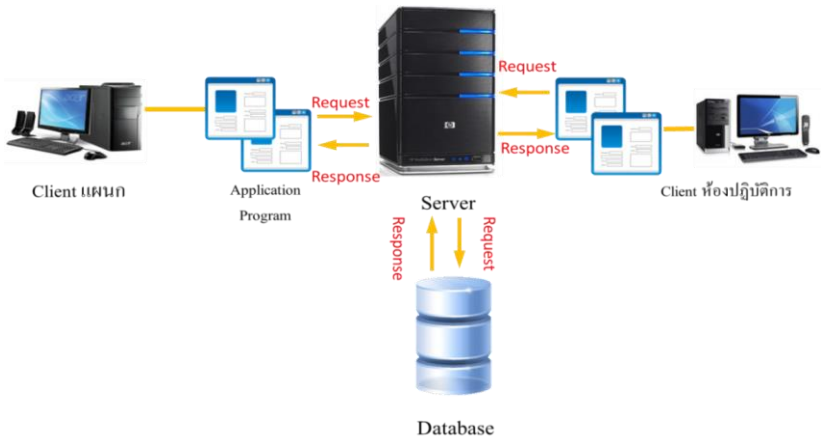
Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
ISSN 2408 - 1248

เทคนิคที่ใช้ในการจัดลำดับผู้ป่วยเพื่อเข้ารับบริการทางการแพทย์โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้ป่วยมีระยะเวลาการรอคอยน้อยที่สุด และใช้ทรัพยากรของระบบอย่างเต็มประสิทธิภาพนั้น สามารถแบ่งออกเป็นการจัดลำดับผู้ป่วยแบบไดนามิก (Dynamic patient scheduling), การจัดลำดับผู้ป่วยแบบกระจาย (Distributed patient scheduling) และ การจัดลำดับผู้ป่วยแบบประสานกัน (Coordinated patient scheduling) โดยที่แต่ละเทคนิคนั้น อาจจะพิจารณาเลือกใช้คุณสมบัติ (Feature) ต่างๆ เช่น Adaptive Dynamic Method ที่ช่วยลดระยะเวลาการเข้าถึง (access time) ทรัพยากร และช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในการจัดสรรทรัพยากร, Generalized Partial Global Planning (GPGP) ที่แก้ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรให้แก่ระบบในกรณีที่มีผู้ป่วย 2 คนขึ้นไป ต้องการใช้ทรัพยากรเดียวกันพร้อมกัน ด้วยการกำหนดให้ผู้ป่วยที่เข้ามาในระบบก่อน มีลำดับความสำคัญสูงสุด, Health Examination Scheduling Algorithm (HESA) ใช้อัลกอริธึม Round Robin ในการพิจารณาจัดสรรแพทย์ หรือทรัพยากรของระบบให้แก่ผู้ป่วย (G. Mageshwari and E. Grace Mary Kanaga, 2012)

งานวิจัยนี้ได้นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดลำดับการเข้ารับการตรวจของผู้ป่วยที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์หรือห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เพื่อช่วยลดเวลารอคอยของผู้ป่วยเข้าใช้บริการและเพื่อให้มีการใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์หรือห้องปฏิบัติการทางการแพทย์อย่างเต็มประสิทธิภาพได้ประโยชน์สูงสุด และมีการกระจายการใช้งานเพื่อเป็นการสร้างความพึงพอใจในการเข้ารับบริการของผู้ป่วยและเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรของโรงพยาบาลอย่างเต็มประสิทธิภาพ

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่มีการทำงานบนสถาปัตยกรรมแบบไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ โดยมีฐานข้อมูลของระบบบรรจุอยู่ที่เซิร์ฟเวอร์ และกำหนดให้การดำเนินการต่างๆของระบบกระทำผ่านไคลเอนต์ ภาพที่ 1 แสดงสถาปัตยกรรมของระบบ



ภาพที่ 1 สถาปัตยกรรมของระบบ

คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนา ต้นแบบระบบฯ ที่ทำการจัดลำดับการเข้ารับบริการของผู้ป่วยที่ถูกส่งมาจากแผนกต่างๆ ของโรงพยาบาล 3 แผนก คือ แผนกศัลยกรรม, แผนกอายุรกรรม และแผนกศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ เพื่อเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และขอรับการตรวจด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์ คือ การเอกซเรย์ (X-ray), การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiography : EKG) และการเจาะเก็บเลือดผู้ป่วยเพื่อส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการ โดยที่แต่ละห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลมีจำนวน station มากกว่า 1 station

การทำงานของต้นแบบระบบฯ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ

- การจัดการฐานข้อมูลระบบ: สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลบุคคล, ข้อมูลแผนก, ข้อมูลห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และข้อมูลอุปกรณ์ทางการแพทย์
- การควบคุมวัสดุคงคลังที่ต้องใช้ในการให้บริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และวัสดุที่ต้องใช้ในการตรวจด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์: สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข จำนวนวัสดุในคลัง สามารถตรวจสอ
- จำนวนคงเหลือของวัสดุในคลัง และแจ้งเตือนเมื่อวัสดุในคลังลดปริมาณถึงระดับการสั่งซื้อ
- การส่งผู้ป่วยเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และขอรับการตรวจด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์ โดยที่ในการตรวจผู้ป่วยแต่ละรายในแต่ละครั้ง แพทย์สามารถส่งผู้ป่วยเพื่อเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และขอรับการตรวจด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์ได้มากกว่า 1 รายการ
- การจัดลำดับการเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และลำดับการตรวจด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์ของผู้ป่วย เป็นการจัดลำดับโดยพิจารณา ลำดับก่อนหลังของการขอรับบริการของผู้ป่วย, ลดเวลาการรอคอยของผู้ป่วย และกระจายการใช้ทรัพยากร

นอกจานี้ คณะผู้วิจัยยังได้ออกแบบและพัฒนาอัลกอริธึมที่ใช้ในการจัดลำดับผู้ป่วยเพื่อเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ 3 ห้องปฏิบัติการ คือ ห้องเจาะเลือด (B), ห้องเอกซเรย์ (X) และห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (E) แต่ละห้องปฏิบัติการมีอุปกรณ์ทางการแพทย์มากกว่า 1 station โดยที่ต้นแบบระบบฯ ทำการคำนวณเพื่อหาจำนวนวิธีการจัดลำดับที่เป็นไปได้ทั้งหมด N! วิธี (Kanate Ploydanai & Anan Mungwattana, 2010) เมื่อ N คือ จำนวนรายการที่แพทย์ส่งผู้ป่วยเข้ารับการตรวจที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เช่น ใบส่งตรวจระบุให้ผู้ป่วยเข้ารับการตรวจเลือดและเอกซเรย์ (N = 2) จะได้ว่าจำนวนวิธีที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ 2 วิธี คือ วิธีที่ 1: ผู้ป่วยเข้ารับบริการที่ ห้องเจาะเลือด (B) และห้องเอกซเรย์ (X) วิธีที่ 2: ผู้ป่วยเข้ารับบริการที่ ห้องเอกซเรย์ (X) และห้องเจาะเลือด (B) จากนั้นต้นแบบระบบฯ คำนวณระยะเวลาการรอคอย (WaitingTime) และระยะเวลาการเข้ารับบริการทั้งหมดของผู้ป่วย (ProcessTime) ของแต่ละวิธีการจัดเรียงลำดับการเข้ารับการตรวจ พร้อมกับพิจารณาเพื่อเลือก Station ที่เป็นการกระจายการใช้งานของอุปกรณ์ทางการแพทย์โดยใช้อัลกอริธึม Round Robin (Der-Chiang Li and Fengming M. Chang, 2007) และมีชั่วโมงการใช้งานอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่เท่าเทียมกัน

4. ผลการดำเนินงาน

ต้นแบบระบบฯ มีการทำงานบนสถาปัตยกรรมแบบไคลเอนต์ / เซิร์ฟเวอร์ ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นจากโปรแกรม Microsoft Visual Studio.NET C# 2010 ที่ทำการติดต่อกับระบบฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2008 และทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 7 Ultimate

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
ISSN 2408 - 1248

ในการทำงานของต้นแบบระบบฯ นั้น แพทย์จะเลือกรายการเพื่อส่งผู้ป่วยเข้ารับการตรวจที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เมื่อแพทย์ยืนยันรายการส่งตรวจเรียบร้อย ระบบจะทำการจัดลำดับการเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และแสดงใบแจ้งลำดับการเข้ารับบริการห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ที่ระบุ เวลาที่ผู้ป่วยสามารถเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ห้องต่างๆ, หมายเลขเครื่อง (station) และหมายเลขการเข้ารับบริการ (ภาพที่ 3)

ใบแจ้งลำดับการเข้ารับบริการห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

หมายเลขใบส่งตรวจ 560100110 วันที่ส่งตรวจ 28 มกราคม 2013

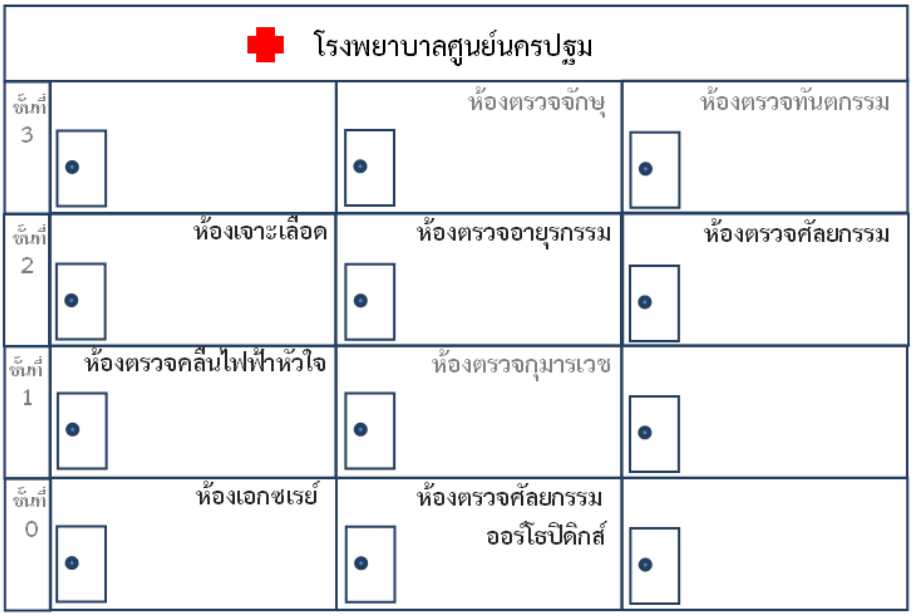
หมายเลขผู้ป่วย 550000014

ชื่อ - นามสกุล นางสาว ภัทรณัฐมน ปัญจพรผล

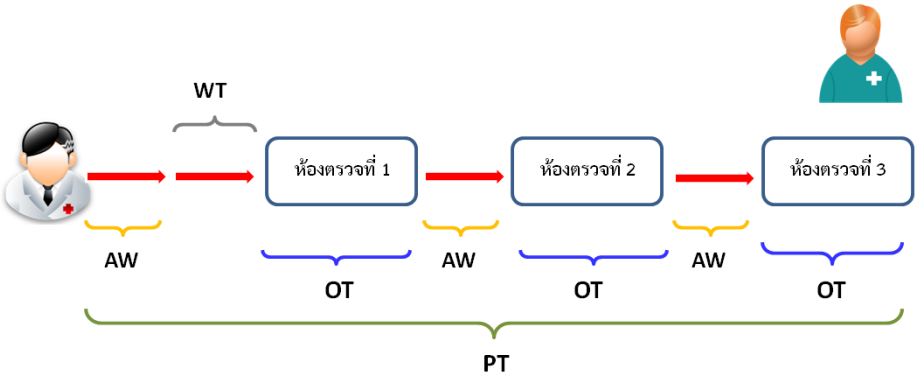
ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์	เวลาเข้าตรวจ	หมายเลขเครื่อง	หมายเลขรายการตรวจ
ห้องตรวจเลือด	10:10	0105	560100081
ห้องเอกซเรย์	10:20	0201	560100045
ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	10:50	0301	560100051

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของต้นแบบระบบฯ กับการทำงานระบบงานปัจจุบัน โดยกำหนดให้แพทย์ส่งผู้ป่วยเข้ารับการตรวจที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์โดยใช้ต้นแบบระบบฯ จัดลำดับการเข้ารับบริการ กับใช้ระบบงานปัจจุบันที่ผู้ป่วยเลือกเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการต่างๆ โดยคำนึงถึงระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ป่วย จากภาพแผนผังห้องตรวจโรงพยาบาลศูนย์นครปฐมในภาพที่ 4 เมื่อผู้ป่วยเข้ารับการตรวจที่แผนกต่างๆ ผู้ป่วยจะเลือกเข้ารับการตรวจที่ห้องปฏิบัติการเรียงลำดับ ดังนี้

- ผู้ป่วยเข้ารับการตรวจที่แผนกศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ ผู้ป่วยจะเข้ารับบริการตามลำดับ ห้องเอกซเรย์ – ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ - ห้องเจาะเลือด
- ผู้ป่วยเข้ารับการตรวจที่แผนกอายุรกรรม ผู้ป่วยจะเข้ารับบริการตามลำดับ ห้องเจาะเลือด – ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ - ห้องเอกซเรย์
- ผู้ป่วยเข้ารับการตรวจที่แผนกศัลยกรรม ผู้ป่วยจะเข้ารับบริการตามลำดับ ห้องเจาะเลือด – ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ – ห้องเอกซเรย์



ภาพที่ 4 แผนผังห้องตรวจผู้ป่วยนอกและห้องปฏิบัติการทางการแพทย์โรงพยาบาลศูนย์นครปฐม



AW (Add Wait): ระยะเวลาการเดินทางของผู้ป่วยจากห้องบริการหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่ง
WT (Waiting Time): ระยะเวลารอคอยตั้งแต่เวลาส่งตรวจถึงเวลาที่ผู้ป่วยได้รับบริการที่ห้องปฏิบัติการห้องแรก
PT (Process Time): ระยะเวลาการเข้ารับบริการของผู้ป่วยรวมทั้งหมด

ภาพที่ 5 ระยะเวลาที่ผู้ป่วยต้องใช้ ในการเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

การวัดประสิทธิภาพนั้น เป็นการวัดเวลารอคอย (Waiting Time), เวลาโปรเซส (Process Time) และปริมาณการใช้งานห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ทางการแพทย์ (Load Balance) ภาพที่ 5 แสดงรายละเอียดของระยะเวลาที่ผู้ป่วยต้องใช้ ในการเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์จำนวน 3 ห้อง

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
ISSN 2408 - 1248

ในการทดลองคณะผู้วิจัยใช้ข้อมูลจากแผนกศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์, แผนกอายุรกรรม และแผนกศัลยกรรม โรงพยาบาลศูนย์นครปฐม และให้ผู้เชี่ยวชาญจากโรงพยาบาลศูนย์นครปฐม และผู้ใช้งานระบบกำหนดข้อมูลเบื้องต้นดังนี้

ห้องปฏิบัติทางการแพทย์ประกอบไปด้วย ห้องเจาะเลือด จำนวน 5 Station, ห้องเอกซเรย์ จำนวน 2 Station และห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ จำนวน 1 Station โดยที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์มีเวลาปฏิบัติงาน (Operate Time) ดังนี้ การเจาะเลือด ใช้เวลา 5 นาที, การเอกซเรย์แบบที่ 1 ใช้เวลา 10 นาที, การเอกซเรย์แบบที่ 2 ใช้เวลา 15 นาที และการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ใช้เวลา 10 นาที

การทดลองแบ่งออกเป็นกรณีต่างๆ 4 กรณี และทำการทดลองทีละกรณีเรียงตามลำดับ คือ

- **กรณีที่ 1** : ใบส่งตรวจถูกส่งจาก 3 แผนก และใบส่งตรวจส่วนมากมีรายการส่งตรวจ 3 ห้องปฏิบัติการ
- **กรณีที่ 2** : ใบส่งตรวจถูกส่งจาก 3 แผนก และใบส่งตรวจส่วนมากมีรายการส่งตรวจ 1 ห้องปฏิบัติการ
- **กรณีที่ 3** : ใบส่งตรวจถูกส่งจาก 1 แผนก และใบส่งตรวจทุกใบมีรายการส่งตรวจ 3 ห้องปฏิบัติการ
- **กรณีที่ 4** : ใบส่งตรวจถูกส่งจาก 3 แผนก และใบส่งตรวจทุกใบมีรายการส่งตรวจ 3 ห้องปฏิบัติการ

จำนวนผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษากรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 เป็นผู้ป่วยจากแผนกศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ จำนวน 30 ราย, แผนกอายุรกรรม จำนวน 50 ราย และแผนกศัลยกรรม จำนวน 40 ราย ผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษากรณีที่ 3 เป็นผู้ป่วยจากแผนกศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ จำนวน 10 ราย และผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษากรณีที่ 4 เป็นผู้ป่วยจากแผนกศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ จำนวน 4 ราย, แผนกอายุรกรรม จำนวน 3 ราย และแผนกศัลยกรรม จำนวน 3 ราย

แพทย์ส่งผู้ป่วยเข้ารับการตรวจที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ที่เวลาสุ่ม (random time) ในช่วงเวลา 8:30 – 11:00 น. โดยที่การส่งผู้ป่วยเข้ารับการตรวจ (Investigate) ที่ห้องปฏิบัติการ

กรณีที่ 1 และกรณีที่ 2

- แพทย์แผนกศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ส่งผู้ตรวจเข้ารับการตรวจ
  - ห้องเจาะเลือด ร้อยละ 12 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา
  - ห้องเอกซเรย์ ร้อยละ 65 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา
  - ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ร้อยละ 10 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา
- แพทย์แผนกอายุรกรรมส่งผู้ตรวจเข้ารับการตรวจ
  - ห้องเจาะเลือด ร้อยละ 45 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา
  - ห้องเอกซเรย์ ร้อยละ 25 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา
  - ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ร้อยละ 35 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา

- แพทย์แผนกศัลยกรรมส่งผู้ตรวจเข้ารับการตรวจ
  - ห้องเจาะเลือด ร้อยละ 35 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา
  - ห้องเอกซเรย์ ร้อยละ 25 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา
  - ห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ร้อยละ 15 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการตรวจรักษา

กรณีที่ 3

แพทย์แผนกศัลยกรรมออร์โธปิดิกส์ส่งผู้ป่วยทุกรายเข้ารับการตรวจเลือด, เอกซเรย์ และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

กรณีที่ 4

แพทย์ทุกแผนกส่งผู้ป่วยทุกรายเข้ารับการตรวจเลือด, เอกซเรย์ และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

กรณีที่	วิธีการทำงาน	เวลา (นาที)				PT Decrease (%)	WT Decrease (%)
		Total PT	Average PT	Total WT	Average WT		
1	ระบบเดิม	7065.00	123.94	2580.00	45.26	9.00	16.67
	โปรแกรมจัดลำดับ	6595.00	115.70	2150.00	37.12		
2	ระบบเดิม	8950.00	101.70	5535.00	62.90	0.23	4.52
	โปรแกรมจัดลำดับ	8930.00	101.48	5285.00	60.56		
3	ระบบเดิม	415.00	41.50	345.00	34.50	30.13	99.72
	โปรแกรมจัดลำดับ	290.00	29.00	10.00	1.00		
4	ระบบเดิม	405.00	40.50	50.00	5.00	28.40	20.00
	โปรแกรมจัดลำดับ	290.00	29.00	10.00	1.00		
					Average	16.94	53.05

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ เมื่อใช้ระบบงานเดิมกับเมื่อใช้ต้นแบบระบบฯ โดยคำนวณค่าระยะเวลาการเข้ารับบริการของผู้ป่วย (Process Time: PT) และระยะเวลาการรอคอย (Waiting Time: WT) ของผู้ป่วย จะเห็นว่า เมื่อใช้ต้นแบบระบบฯ ช่วยในการจัดลำดับผู้ป่วยเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ในกรณีต่างๆ ผู้ป่วยใช้เวลาในการเข้ารับการบริการเฉลี่ย

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
ISSN 2408 - 1248

(average process time) ลดลง 16.94% และผู้ป่วยเสียเวลาการรอคอยเฉลี่ย (average waiting time) ลดลง 53.05%

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองเปรียบเทียบชั่วโมงการทำงานของแต่ละ station ของอุปกรณ์ทางการแพทย์ เมื่อใช้ระบบงานเดิม กับต้นแบบระบบฯ จะเห็นว่า แต่ละ station แต่ละห้องปฏิบัติการทางการแพทย์มีชั่วโมงการทำงานของแต่ละ Station ใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงว่าต้นแบบระบบฯ ช่วยจัดการการใช้ทรัพยากรของห้องปฏิบัติการ (Station) ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทำให้มีการกระจายการใช้งานทรัพยากร (Load balancing)

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเปรียบเทียบชั่วโมงการทำงานของแต่ละ station ของอุปกรณ์ทางการแพทย์

วิธีการทำงาน	ห้องปฏิบัติการ	Station No.	เวลาเสร็จสิ้นการรับบริการและชั่วโมงการใช้งาน (นาที)							
			กรณีที่ 1		กรณีที่ 2		กรณีที่ 3		กรณีที่ 4	
			End Time	Work Hours	End Time	Work Hours	End Time	Work Hours	End Time	Work Hours
ระบบงานเดิม	ห้องเจาะเลือด	Station1	11.10	45	11.30	45	10.05	10	09.15	10
		Station2	11.05	40	11.45	40	10.15	10	10.05	10
		Station3	14.15	40	11.05	40	10.25	10	08.45	10
		Station4	12.25	40	11.05	40	10.35	10	09.35	10
		Station5	11.10	40	11.05	40	10.35	10	10.35	10
	ห้องเอกซเรย์	Station1	14.50	355	14.35	350	09.55	80	10.25	95
		Station2	14.50	345	14.35	350	10.15	100	10.30	85
	ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	Station1	13.15	270	14.20	270	10.35	100	10.25	100
โปรแกรมจัดลำดับ	ห้องเจาะเลือด	Station1	11.10	45	11.05	45	08.55	15	08.55	15
		Station2	11.05	40	11.00	40	08.40	5	08.40	5
		Station3	11.10	40	11.05	40	09.15	20	09.15	20
		Station4	11.10	40	11.05	40	08.40	5	08.40	5
		Station5	11.10	40	11.05	40	08.40	5	08.40	5
	ห้องเอกซเรย์	Station1	14.40	350	14.35	350	10.20	90	10.20	90
		Station2	14.40	350	14.35	350	10.20	90	10.20	90
	ตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	Station1	13.05	270	14.10	270	10.35	100	10.35	100

5. อภิปรายและสรุปผล

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนาต้นแบบระบบการควบคุมและจัดการผู้ป่วยเพื่อเข้าใช้บริการอุปกรณ์ทางการแพทย์และบริการของห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ 3 ห้องปฏิบัติการ คือ ห้องเจาะเลือด ห้องเอกซเรย์ และห้องตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โปรแกรมต้นแบบฯ สามารถจัดการฐานข้อมูลของระบบ สามารถจัดลำดับการเข้ารับบริการที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และสามารถจัดลำดับการตรวจด้วยอุปกรณ์ทางการแพทย์ของผู้ป่วยในการจัดลำดับการเข้ารับบริการห้องปฏิบัติการทางการแพทย์นั้น โปรแกรมต้นแบบฯ ได้ทำการพิจารณาลำดับการเข้ารับบริการทุกวิธีที่เป็นไปได้ และเลือกลำดับการเข้ารับบริการที่มีระยะเวลาการรอคอยของผู้ป่วยสั้นที่สุด และใช้อัลกอริธึม Round Robin เพื่อช่วยให้ระบบมีการกระจายการใช้ทรัพยากรของระบบอย่างเต็มประสิทธิภาพ และเป็นการกระจายภาระการทำงาน หรือภาระการใช้งานของแต่ละทรัพยากรที่สำคัญของระบบ

จากผลการทดลองใช้งานโปรแกรมต้นแบบฯ พบว่าโปรแกรมการจัดลำดับผู้ป่วยเพื่อเข้ารับบริการห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และอุปกรณ์ทางการแพทย์ สามารถช่วยจัดลำดับการเข้ารับบริการของผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดเวลาการรอคอยของผู้ป่วย (Waiting Time) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 16.94% และลดระยะเวลาการเข้ารับบริการของผู้ป่วย (Processing Time) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 53.05% ช่วยให้ผู้ป่วยได้เข้ารับบริการเร็วขึ้น โดยเฉพาะกรณีที่แพทย์ส่งผู้ป่วยเข้ารับการตรวจหลายรายการ หลายห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้โปรแกรมยังช่วยจัดการการใช้ทรัพยากรของห้องปฏิบัติการ (Station) ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทำให้มีการกระจายการใช้งานทรัพยากร (Load balancing)

ในการพัฒนาต่อไปนั้น ผู้วิจัยสามารถนำต้นแบบระบบฯ ไปประยุกต์ใช้ในการจัดลำดับการเข้าใช้อุปกรณ์ทางการแพทย์และการใช้ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ของแผนกต่างๆ ที่พร้อมให้บริการทั้งผู้ป่วยนอก ผู้ป่วยในของทุกแผนกของโรงพยาบาล ตลอด 24 ชั่วโมง และพัฒนาปรับปรุงโปรแกรมต้นแบบระบบฯ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยการพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการจัดลำดับการผลิต และพิจารณาให้มีการถ่วงน้ำหนักด้วยความถี่ของการเกิดในแต่ละกรณี ตลอดจนอาจจะพิจารณาใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Approach) ในการจัดลำดับการผลิต เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

Duangkamol Saitep and Panida Damapong. (2007). “Effects of Using Nursing Standard Service Program on Patients’ Services Satisfaction and Waiting Time at Out-Patient Department Muangsamut Poochao Samingprai Hospital.” **Journal of Nursing Science Naresuan University** Vol.1, No. 2 (July-December): 76-91.

Diwarkar Gupta and Brain Denton. (2008). “Appointment Scheduling in Health Care: Challenges and Opportunities.” **IIE Transactions** 40 : 800-819.

David Isern, David Sanchez and Antonio Moreno. (2010). “Agents applied in health care: A review.” **International journal of medical informatics** Vol.9 : 145–166.

Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University
ISSN 2408 - 1248

G. Mageshwari and E. Grace Mary Kanaga. (2012). “A Distributed Optimized Patient Scheduling Using Patient Information.” **International Journal of Artificial Intelligence & Applications (IJAIA) Vol.**3, No.3 (May) : 83-94.

E. Grace Mary Kanaga, M. L. Valarmathi and Juliet A Murali. (2010). “Agent Based Patient Scheduling Using Heuristic Algorithm.” **International Journal on Computer Science and Engineering** Vol.02, No.01 : 69-75.

Wanisa Chansri and Montean Ratanasiriwongwut. (2009). “Management Information System of I.C.U. for Inpatient after Opearting Using Priority of Queuing theory.” **The 5th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT 2009)**: 767-771.

Sathid Thesarat and Sombat Sintichao. (2010). “Simulation of a Queueing System for Reducing Customer Waiting Time Case study:Trakarn Phuetphon Hospital, Ubon Ratchathani Province.” **IE Network Conference**: 214-220.

Hu Xiaofeng, Wu Hui, Zhang Shaoming, Dai Xing and Jin Ye. (2009). “Scheduling Outpatients in Hospital Examination Departments.” **Industrial Engineering and Engineering Management conference (IEEE 2009),** (December) : 335-401.

G. Mageshwari and E. Grace Mary Kanaga. (2012). “Literature Review on Patient Scheduling Techniques.” **International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)** Vol.4, No.03 (March) : 397-401.

Kanate Ploydanai and Anan Mungwattana. (2010). “Algorithm for Solving Job Shop Scheduling Problem Based on machine availability constraint.” **International Computer Science and Engineering** Vol. 02, No.05 : 1919-1925.

Der-Chiang Li and Fengming M. Chang. (2007). “An In-Out Combined Dynamic Weighted Round-Robin Method for Network Load Balancing.” **The Computer Journal** Vol. 50, No. 5 : 555-566.