

The use of business intelligence in hospital discharge process

Wiparat Thawitangkul, Oraluck Pattanaprteep, Surasak Leela-Udomlipi

Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Thailand

Abstract

This study applied Business Intelligence tools, which has been launched at Ramathibodi Hospital since January 2015, to generate automated dynamic discharge time-log report. For management team, reliable and up-to-date information was important to improve the process, and ultimately reduce discharge time and improve patient care. In the past, the hospital faced with hardly used data; data was kept in different formats which could not be linked among various databases. With BI tools, data was routinely extracted, transformed and loaded into hospital data warehouse, and easily

used. After the launch, average discharge times of 99.5 percent of planned-discharge patients decreased from 139.5 to 137.9 minutes from January 1, 2014 to July 31, 2015 with no statistical test. This discharge process is a pilot BI project which contributes to other hospital project to get more information from hospital big data.

Keywords: business intelligence, hospital discharge process, extract transform load

Received 15 Febuary 2016; Accepted 20 May 2016

Correspondence: Wiparat Thawitangkul, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, 270 Rama VI Road, Toong Phayathai, Ratchathewi, Bangkok, Thailand, 10400 (Tel.: +66-2201-2992; E-mail address: Wiparat.chi @mahidol.ac.th).

การนำระบบธุรกิจอัจฉริยะมาวิเคราะห์กระบวนการจำหน่ายผู้ป่วย

วิภารณ์ ทวีราษฎร์, อรลักษณ์ พัฒนประทีป, สุรศักดิ์ ลีลาอุดมลิปิ

คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ใช้ระบบธุรกิจอัจฉริยะ ซึ่งคณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี เริ่มใช้งานเมื่อ มกราคม 2558 เพื่อให้เป็นเครื่องมือในการดึงข้อมูลการจำหน่ายผู้ป่วยในตามช่วงเวลาต่าง ๆ เข้าสู่ระบบแบบอัตโนมัติ มาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ในกรณีนี้คือการลดระยะเวลาในการจำหน่ายผู้ป่วย ในอดีตโรงพยาบาลเผชิญกับข้อมูลที่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ เนื่องมาจากการเก็บข้อมูลที่หลากหลายรูปแบบในฐานข้อมูลที่แตกต่าง ด้วยเครื่องมือของระบบธุรกิจอัจฉริยะการสร้างคลังข้อมูลด้วยกระบวนการดึง-การจัดรูปแบบ-การนำเข้า (Extract Transform Load : ETL) ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้สะดวกและทันเวลามากขึ้น ผลการศึกษาพบว่า ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 – 31 กรกฎาคม 2558 การจำหน่ายผู้ป่วยมีการวางแผนล่วงหน้า

ร้อยละ 99.5 โดยมีเวลาเฉลี่ยตั้งแต่การจำหน่ายผู้ป่วยถึงจ่ายเงินคือ 139.5 และ 137.9 นาที ก่อนและหลัง 1 มกราคม 2558 ตามลำดับ โดยยังไม่ได้มีการวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กระบวนการจำหน่ายผู้ป่วย คือ การศึกษานำร่องซึ่งเป็นเทคนิคที่โรงพยาบาลจะใช้ในกระบวนการอื่น ๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์จากข้อมูลขนาดใหญ่ของโรงพยาบาลได้มากขึ้น

คำสำคัญ: business intelligence, hospital discharge process, extract transform load

วันที่รับต้นฉบับ 15 กุมภาพันธ์ 2559; วันที่ตอบรับ 20 พฤษภาคม 2559

บทนำ

โรงพยาบาลรามาธิบดีเป็นโรงพยาบาลขนาดใหญ่มีเตียงทั้งหมด 805 เตียง ในแต่ละปีมีผู้ป่วยในทั่วไปที่จำหน่ายออกจากโรงพยาบาลรามาธิบดีมีประมาณ 27,597 ราย ในจำนวนนี้อาจจะต้องเสียเวลารอคอยการจำหน่ายอยู่บนหอผู้ป่วยค่อนข้างนาน เนื่องมาจากกระบวนการจำหน่ายผู้ป่วยที่ส่วนใหญ่มีความซับซ้อน (ภาพที่ 1) และไม่สามารถที่จะคาดการณ์เวลาล่วงหน้าได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจในการรับบริการของผู้ป่วย และผู้ปฏิบัติงานบนหอผู้ป่วยต้องเสียเวลา ในขั้นตอนเหล่านี้โดยไม่จำเป็น¹ สาเหตุอาจเกิดจากขั้นตอนการสรุปโรคและหัตถการ รวมไปถึงขั้นตอนการส่งยากลับบ้าน ตั้งแต่การส่งจ่ายของแพทย์ไปถึงการส่งยากลับบ้านขึ้นหอผู้ป่วยจากห้องยา จนถึงผู้ป่วยไปทำการชำระ

ค่ารักษาพยาบาลที่แผนกการเงินผู้ป่วยใน อย่างไรก็ตามการหาสาเหตุที่แท้จริงต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูลหลายแห่งที่มีความแตกต่างกันด้านโครงสร้าง มีความยากลำบากในการเข้าถึงและนำมาวิเคราะห์ให้เป็นระบบ

จากปัญหาข้างต้น โรงพยาบาลจึงทำให้เกิดแนวคิดในการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business intelligence : BI) มาใช้เพื่อประเมินเวลาที่ใช้ไปในแต่ละจุดว่า ใช้เวลาเฉลี่ยแล้วเท่าไรโดยใช้กระบวนการการดึง - การจัดรูปแบบ - การนำเข้า (Extract Transform Load : ETL) ในการจัดการข้อมูลหลายๆ แหล่งคลังข้อมูล (Data Warehouse) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่รวดเร็ว ครบถ้วนถูกต้อง เป็นไปในรูปแบบเดียวกันโดยข้อมูลที่ผ่านเงื่อนไขจะถูกกรองออก

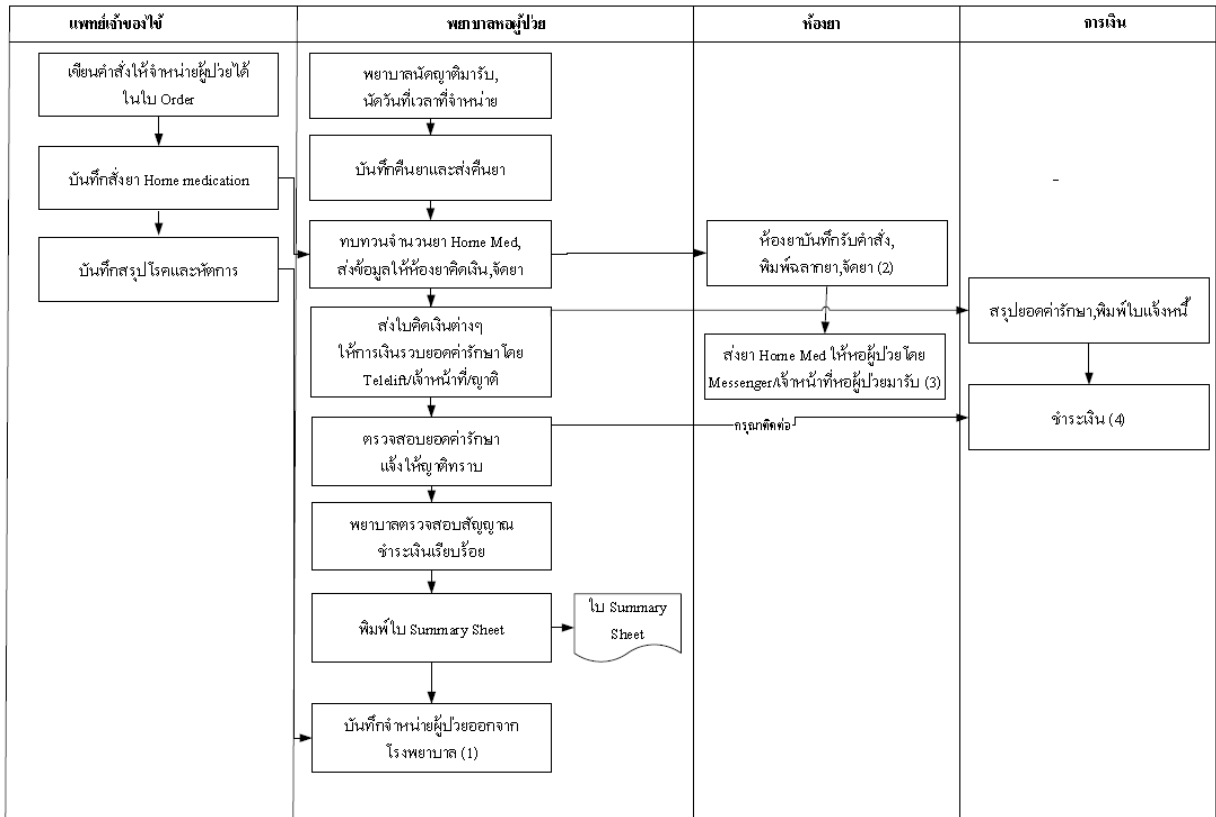
ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (Business intelligence : BI) คือ การนำเอาข้อมูลสารสนเทศที่มีอยู่มากก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อช่วยให้เกิดการตัดสินใจทางธุรกิจ² โดยใช้เทคโนโลยีการจัดการข้อมูลเป็นกลไกสำคัญ ทั้งนี้เครื่องมือหนึ่งที่ใช้การจัดการข้อมูล คือ การจัดทำคลังข้อมูล (Data Warehouse) ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ ตารางแฟค (Fact),

ผู้นิพนธ์ประสานงาน: วิภารณ์ ทวีราษฎร์, คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี 270 ถนนพระรามที่ 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 (โทร. 02201-2992, 08-4092-6340; e-mail address: Wiparat.chi@mahidol.ac.th)

มุมมอง (Dimension), ตัวชี้วัด (Measure) ทั้งนี้มุมมองอาจมีการกำหนดให้ดูได้ในหลายชั้น (Hierarchy)

กระบวนการที่จะทำให้เกิดคลังข้อมูล หรือ Data Warehouse ได้แก่ กระบวนการการดึง-การจัดรูปแบบ-การนำเข้า (Extract Transform Load : ETL)³ ข้อมูลคลังข้อมูลซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) Extract คือกระบวนการดึงข้อมูลจากแหล่งของข้อมูลภายนอกข้อมูลเหล่านี้อาจอยู่

ในรูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น อยู่ในฐานข้อมูลคนละชนิดกัน เป้าหมายของการ Extract คือการดึงข้อมูลเข้าสู่รูปแบบมาตรฐานเดียวกัน 2) Transform คือ ขั้นตอนในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบหรือโครงสร้างที่เราต้องการ ขั้นตอนนี้จะรวมถึงการตรวจสอบข้อมูลและทำการแก้ไขให้ถูกต้อง 3) Load คือ ขั้นตอนในการโหลดข้อมูลเข้าสู่คลังข้อมูล โดยสามารถเลือกแหล่งข้อมูลปลายทางได้



ภาพที่ 1 ภาพรวมกระบวนการจ่ายจ่ายผู้ป่วย

ในประเทศไทย มีการนำระบบธุรกิจอัจฉริยะมาใช้หลายหน่วยงาน ชัชวาลย์ มุ่งแสง⁴ นำเสนอระบบการแจ้งเตือนทางระบาดวิทยาโดยใช้ระบบธุรกิจอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการ ETL ในการดึงข้อมูลในอำเภอกระนวน จำนวน 12 แห่ง เข้าสู่คลังข้อมูล ผลการวิจัยพบว่าการส่งข้อมูลเดิมส่งเพียงร้อยละ 21.85 แต่เมื่อมีกระบวนการ ETL แล้วการส่งข้อมูลเป็นร้อยละ 100 และการแจ้งเตือนก็ทำได้ทั้งแบบส่งอีเมลล์ และส่ง SMS

อรุณี นิรมลภากรตี⁵ นำเสนอระบบรายงานเพื่อการบริหารศูนย์ต้นตุนเป็นการพัฒนาต้นแบบระบบงานวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คลังข้อมูลทำการรวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายอย่างเป็นระบบ

และนำเข้าข้อมูลค่าใช้จ่ายมาวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่าการนำเสนอรายงานแบบเดิมและแบบบริหารต้นตุน ซึ่งเมื่อนำทั้ง 2 แบบมาเปรียบเทียบกันจะผลสำเร็จดังนี้คือ รูปแบบรายงานเป็นมาตรฐานเดียวกัน การประมวลผลที่รวดเร็วและลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และสามารถเรียกดูแบบเปรียบเทียบหรือ Drill down ระหว่างกันได้

วัชรี น้อยแก้ว⁶ ได้พัฒนารูปแบบการจัดการการจ่ายจ่ายผู้ป่วยใน โดยการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ ทำให้ระยะเวลาลดลง ผู้ปฏิบัติงานหรือทีมงานมีส่วนร่วมในการพัฒนางานและมีความชัดเจนในหน้าที่ของตนเองทำให้ปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐาน

การวิจัยนี้ ใช้เครื่องมือระบบธุรกิจอัจฉริยะที่ใช้อยู่ในโรงพยาบาลรามาริบัติมาประยุกต์ใช้กับข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์ระยะเวลาที่ใช้ไปของแต่ละจุดบริการของผู้ป่วยในทั่วไปแต่ละหอผู้ป่วย เพื่อนำเสนอข้อมูลให้ผู้บริหารใช้ประกอบการออกนโยบายที่เหมาะสมและสามารถเรียกดูผ่านเครื่องมือสื่อสารที่สะดวกได้จากข้อมูลระยะเวลาที่ได้จะสามารถนำไปวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความล่าช้าว่าเกิดจากขั้นตอนการปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อน หรือเกิดจากปัญหาการสื่อสารระหว่างหน่วยงาน หรือปัญหาจากระบบสารสนเทศ และนำไปสู่การแก้ปัญหา หรืออาจมีการเพิ่มขั้นตอนการตรวจสอบเวลาเพิ่มขึ้นเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุได้ละเอียดขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการออกแบบโมเดล ผู้ป่วยในทั่วไปกรณีจำหน่ายผู้ป่วย (Discharge process) เพื่อวิเคราะห์กระบวนการทำงานแต่ละหน่วยบริการด้วยระบบธุรกิจอัจฉริยะ เพื่อปรับปรุงพัฒนากระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการออกแบบและสร้างคลังข้อมูลของโรงพยาบาลรามาริบัติ เราจำเป็นต้องรู้จักการไหลของข้อมูลในองค์กร โดยวิธีที่ทำให้ได้คลังข้อมูลที่ดีควรเริ่มต้นจากมุมมองของผู้ใช้งานในองค์กรนั้น⁷ การวิจัยนี้มีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบคลังข้อมูลและวิเคราะห์แหล่งข้อมูลต้นทาง, การพัฒนาระบบ และการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

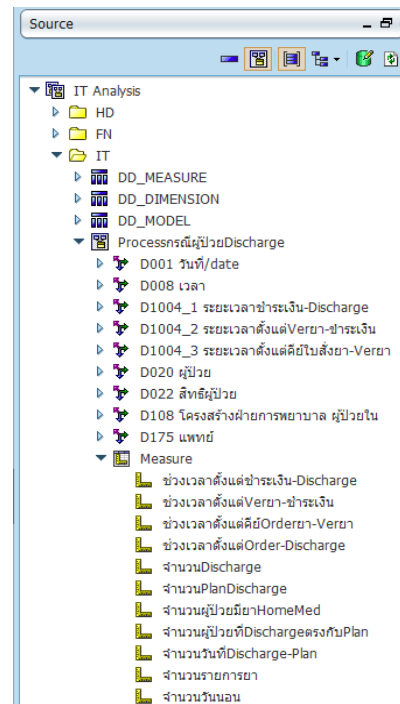
การออกแบบคลังข้อมูลและวิเคราะห์แหล่งข้อมูลต้นทาง

- การออกแบบคลังข้อมูล ได้แก่ มุมมอง (Dimension) ลำดับชั้น (Hierarchy) ตัวชี้วัด (Measure) และแฟค (Fact) ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

เนื่องจากโรงพยาบาลรามาริบัติมีกลุ่มผู้ใช้งานหลายกลุ่ม ซึ่งในบางแฟคนั้นอาจมีลักษณะมุมมอง ที่เหมือนกัน ซึ่งสามารถใช้ร่วมกันได้ โดยมีมุมมองกลางที่ใช้ร่วมกันทุกโมเดล 33 มุมมอง เช่น D001-วันที่, D020-ผู้ป่วย และมุมมองของแต่ละงานทั้งโรงพยาบาล 217 มุมมอง ในแต่ละมุมมองจะมีลำดับชั้นที่ต่างกันขึ้นกับความต้องการในดูรายงานของผู้ใช้งานว่าต้องการ drill down ลงไปอย่างไร ส่วนตัวชี้วัดจัดทำตามความต้องการของผู้ใช้งาน ในการวิจัยนี้เป็นการสร้างโมเดลผู้ป่วยในทั่วไปกรณีจำหน่ายผู้ป่วย (FO_D94V4) ที่มี 9 มุมมอง และ 11 ตัวชี้วัด (ภาพที่ 2) ได้แก่

- ช่วงเวลาตั้งแต่เวลาชำระเงินถึงจำหน่ายผู้ป่วย : เวลาบันทึกจำหน่ายผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล (1) ถึงเวลาชำระเงิน (4)
- ช่วงเวลาตั้งแต่การตรวจสอบยาถึงเวลาชำระเงิน : เวลาชำระเงิน (4) ถึงเวลาส่งยากลับบ้านให้หอผู้ป่วย (3)

- ช่วงเวลาตั้งแต่ยื่นใบสั่งยาถึงการตรวจสอบยา : เวลาส่งยากลับบ้านให้หอผู้ป่วย (3) ถึงเวลาห้องยาบันทึกรับคำสั่ง, พิมพ์ฉลาก, จัดยา (2)
- ช่วงเวลาตั้งแต่ยื่นใบสั่งยาถึงจำหน่ายผู้ป่วย : เวลาบันทึกจำหน่ายผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล (1) ถึงเวลาห้องยาบันทึกรับคำสั่ง, พิมพ์ฉลาก, จัดยา (2)
- จำนวนผู้ป่วยจำหน่าย
- จำนวนผู้ป่วยวางแผนจำหน่าย
- จำนวนผู้ป่วยที่มียากลับบ้าน
- จำนวนผู้ป่วยที่จำหน่ายตรงกับวางแผน
- จำนวนวันที่จำหน่าย - แผน
- จำนวนรายการยา
- จำนวนวันนอน

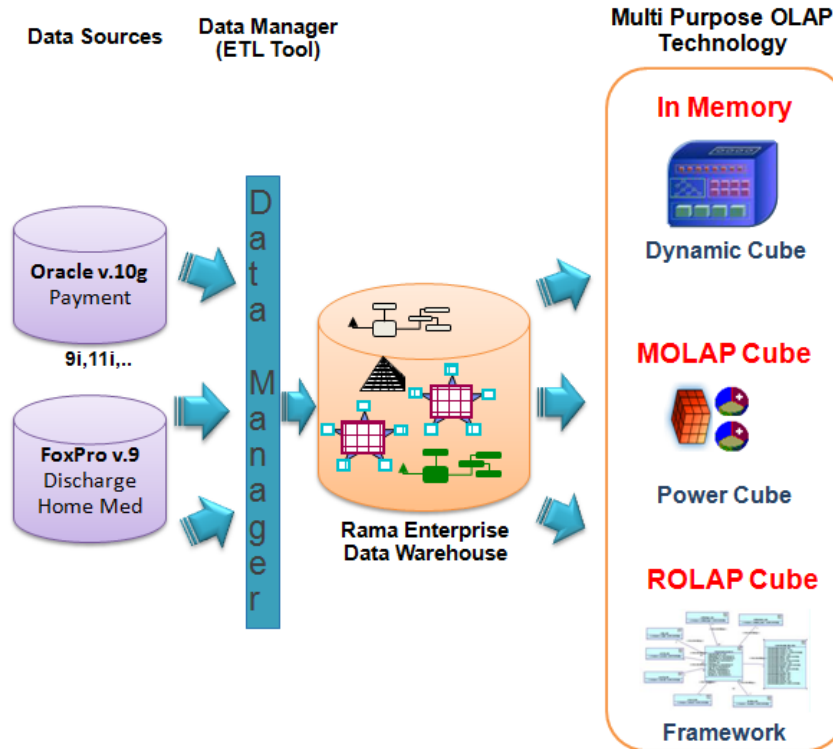


ภาพที่ 2 แฟคของโมเดลผู้ป่วยในทั่วไปกรณีจำหน่ายผู้ป่วย (FO_D94V4)

- การสืบค้นแหล่งข้อมูลต้นทาง
- เมื่อทำการออกแบบมุมมอง ลำดับชั้น ตัวชี้วัดและแฟคเรียบร้อยแล้ว จึงทำการสืบค้นแหล่งข้อมูลต้นทาง (Data Sources) ประกอบไปด้วยฐานข้อมูลหลัก 2 ฐาน ได้แก่ FoxPro Version 9 ซึ่งประกอบไปด้วย ตารางจำหน่าย (Discharge) และตารางการส่งยากลับบ้าน (Home Med) และ Oracle version 10g ซึ่งประกอบไปด้วยตารางการชำระเงิน (Payment) (ภาพที่ 3)

การนำข้อมูลเข้าคลังข้อมูล ใช้กระบวนการ ETL ผ่านโปรแกรมที่เรียกว่า IBM Cognos Data Manager จากข้อมูลต้นทางเพื่อแปลงข้อมูลต้นทางให้อยู่รูปแบบของมุมมองที่ออกแบบไว้

สำหรับคลังข้อมูลของโรงพยาบาลเช่น วันที่-D001 เป็นมุมมองกลางของคลังข้อมูลมีรูปแบบเป็น YYYYMMDD เป็นต้น สำหรับตัวชี้วัดจัดทำโดยการคำนวณจากข้อมูลต้นทาง



ภาพที่ 3 ข้อมูลต้นทางและกระบวนการ ETL ผ่านโปรแกรม IBM Cognos® Data Manager

การพัฒนากระบวนการ

การพัฒนากระบวนการสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

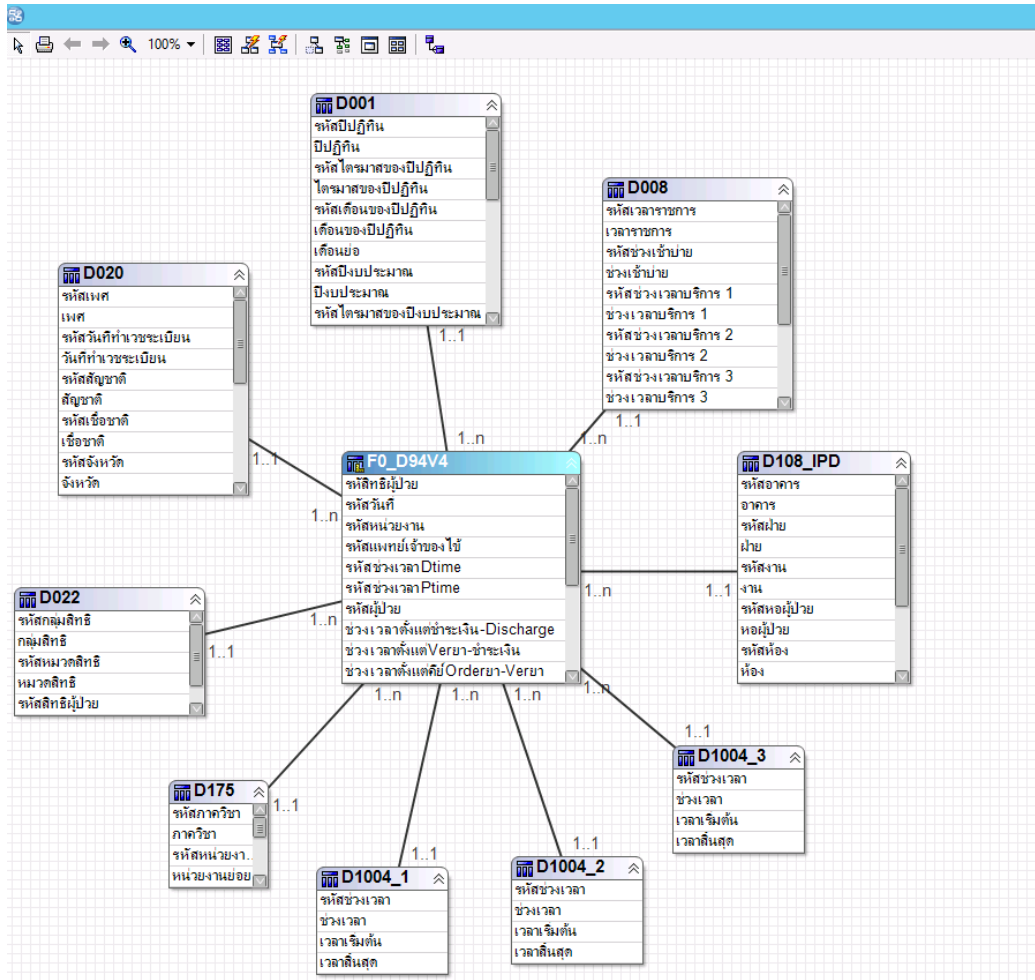
1) การจัดการข้อมูล เป็นการดำเนินการสกัดข้อมูลจากแหล่งต้นทาง เพื่อจัดรูปแบบข้อมูลมาบรรจุในฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้แล้ว

โดยเลือกดึง (Extract) เฉพาะผู้ป่วยในทั่วไปที่อยู่อาคาร 1 ของโรงพยาบาลรามาริบัติ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 และ 31 กรกฎาคม 2558 หลังจากนั้นทำการจัดรูปแบบ (Transform) โดยใช้ Function ในการแปลงเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น วันที่ใน Oracle เก็บเป็น DateTime ขณะที่ FoxPro เก็บเป็น Numeric (4) แปลงรูปแบบเป็น Character (10) และคำนวณเวลาที่เก็บต่างที่ต่างรูปแบบให้ได้ในรูปแบบที่ออกแบบสำหรับคลังข้อมูล เช่น เวลาจำหน่ายผู้ป่วยถึงเวลาชำระเงินคำนวณจากเวลาชำระเงินในระบบ Oracle ที่เป็น DateTime ลบด้วยเวลาบันทึกจำหน่ายผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาลในระบบ FoxPro ที่เป็น Numeric (4)

ขั้นสุดท้ายเป็นการนำเข้าข้อมูล (Load) ไปยังคลังข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์และแสดงผลต่อไป โดยสามารถตั้งตารางเวลาให้มีการทำ ETL ทุกช่วงเวลาที่กำหนด ทั้งนี้โมเดลนี้จะมีการตั้ง Job Schedule โดยตั้งเวลาทุกคืน เพื่อให้มีข้อมูลทันต่อการวิเคราะห์ในเช้าวันรุ่งขึ้น

2) การจัดการโครงประกอบ (Framework Manager) เป็นการดำเนินการวางส่วนประกอบมุมมอง ลำดับชั้น ตัวชี้วัดและแพคที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานมุมมองลำดับชั้น ตัวชี้วัด บนเว็บไซต์ ที่วางโครงประกอบไว้แล้วได้

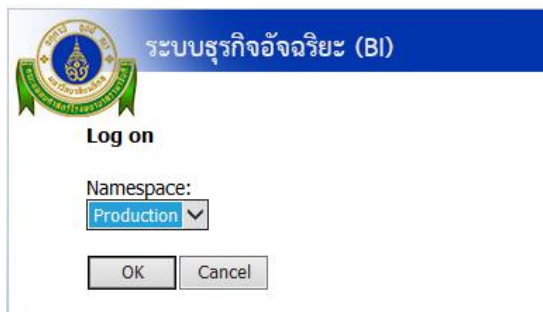
การจัดทำโมเดลสำหรับผู้ใช้งาน จะใช้โปรแกรมที่เรียกว่า IBM Cognos® Framework Manager โดยพัฒนาออกมาเป็นสคีมารูปดาว (Star Schema) (ภาพที่ 4) ทั้งนี้ทุกโมเดลของคลังข้อมูล โรงพยาบาลรามาริบัติ ออกแบบเป็นสคีมารูปดาว กล่าวคือทุกๆ มุมมองจะเชื่อมต่อกันอย่างตารางแพคเท่านั้น จะไม่มีการเชื่อมของมุมมองไปยังมุมมองหนึ่ง เพื่อความสะดวกในการดูแลมุมมอง



ภาพที่ 4 สคีมารูปดาว (Star Schema) ของข้อมูล

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน

เมื่อทำการพัฒนาและออกแบบสคีมาของข้อมูลเสร็จแล้ว ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องเข้า Internet Explorer ที่ <http://10.6.21.184/ibmcognos> ด้วยรหัสเข้าและรหัสผ่าน เฉพาะบุคคล (ภาพที่ 5)

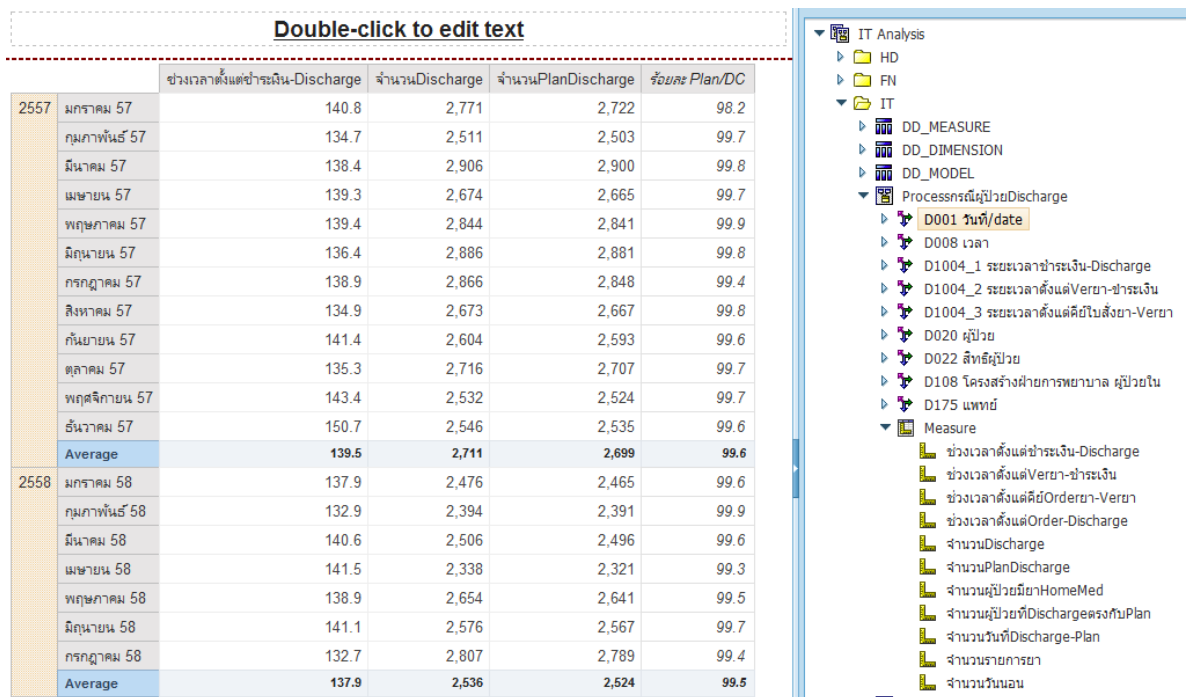


ภาพที่ 5 ตัวอย่างการเข้าใช้งาน BI

ผลการวิจัย

การศึกษานี้อธิบายการออกแบบและสร้างโมเดล กระบวนการจำหน่ายผู้ป่วย (Discharge process) ซึ่งมี 9 มุมมอง และ 11 ตัวชี้วัด เพื่อนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานต้องการนำไปวิเคราะห์

ภาพที่ 6 เป็นตัวอย่างของการดึงตัวชี้วัดเวลาตั้งแต่จำหน่ายผู้ป่วยถึงเวลาชำระเงินเฉลี่ยต่อคน, จำนวนผู้ป่วยจำหน่ายและจำนวนผู้ป่วยวางแผนจำหน่าย ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 - 31 กรกฎาคม 2558 เป็นรายเดือน ซึ่งพบว่า การจำหน่ายผู้ป่วยมีการวางแผนล่วงหน้า ร้อยละ 99.5 โดยมีเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ การจำหน่ายผู้ป่วยถึงจ่ายเงิน คือ 139.5 และ 137.9 นาที ก่อนและหลัง 1 มกราคม 2558 ตามลำดับ



ภาพที่ 6 ตัวอย่างของการดึงตัวชี้วัดเวลาตั้งแต่จำหน่ายผู้ป่วยถึงเวลาชำระเงินเฉลี่ยต่อคน, จำนวนผู้ป่วยจำหน่ายและจำนวนผู้ป่วยวางแผนจำหน่าย รายเดือน

นอกจากการรายงานเวลาในภาพรวมเป็นรายเดือน ภาพที่ 7 เป็นรายงานรายหออผู้ป่วยตามแต่ละช่วงเวลา โดยทำการทดสอบดึงตัวชี้วัดตั้งแต่ช่วงเวลาตั้งแต่ยื่นใบสั่งยา ถึงการตรวจสอบยา, ช่วงเวลาตั้งแต่การตรวจสอบยาถึงเวลาชำระเงิน, ช่วงเวลาตั้งแต่เวลาชำระเงินถึงจำหน่ายผู้ป่วย โดยเลือกเปรียบเทียบ 2 เดือนคือ กรกฎาคม 2558 และ เปรียบเทียบกับเดือนก่อนหน้าคือ มิถุนายน 2558 ถ้าเดือนไหนหรือหออผู้ป่วยใดมีระยะเวลาทำงานมากกว่า 500 นาที จะแสดงแถบสีแดง จากนั้นโมเดลนี้จะสามารถที่จะ Drill Down

ลงไปดูรายละเอียดผู้ป่วยแต่ละคนได้ว่าใช้เวลาไปเท่าไร โดยจะบอกเวลาเริ่มจนถึงเวลาสิ้นสุดรวมไปถึงบอกจำนวน วันนอนและจำนวนรายการยาได้ แต่มีบางกรณีที่แพทย์ทำการ plan discharge และส่งยากลับบ้านแล้ว แต่ไม่สามารถ ทำจำหน่ายได้เนื่องจากสาเหตุใดก็ตาม จะทำให้เวลาที่นับ ผิดปกติได้ หรือบางกรณีแพทย์ทำการสั่งจำหน่ายพร้อม ส่งยากลับบ้านไว้ล่วงหน้าก็อาจจะทำให้ช่วงเวลาบางช่วง ยาวกว่าค่าเฉลี่ยปกติได้ ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 8

ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI)

		ช่วงเวลาตั้งแต่มี Order-Veru		ช่วงเวลาตั้งแต่ Veru-ชำระเงิน		ช่วงเวลาตั้งแต่ชำระเงิน-Discharge	
		มิถุนายน 58	กรกฎาคม 58	มิถุนายน 58	กรกฎาคม 58	มิถุนายน 58	กรกฎาคม 58
หอผู้ป่วยวิกฤตศัลยกรรมหัวใจและทรวงอก	4K	3.0	5.0	64.0	72.0	31.3	42.0
หอผู้ป่วยวิกฤตศูนย์การแพทย์สิริกิติ์ 8	8K	3.0	5.0	64.0	72.0	31.3	42.0
หอผู้ป่วยหลังผ่าตัดการให้เลือด	VA04	5.2	8.0	601.2	659.6	80.9	68.1
พิเศษสิริกิติ์ 6	6NK	4.6	7.2	177.0	282.6	72.4	59.9
หอผู้ป่วยปลูกถ่ายอวัยวะ	7NK	4.6	7.2	177.0	282.6	72.4	59.9
หอผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์สิริกิติ์ 8/1	8NK1	14.2	7.3	251.3	214.1	112.0	83.7
หอผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์สิริกิติ์ 8/2	8NK2	17.8	5.8	174.1	347.7	105.9	119.6
หอผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์สิริกิติ์ 9/1	9NK1	11.4	13.1	114.8	124.2	116.4	86.8
หอผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์สิริกิติ์ 9/2	9NK2	11.6	12.4	161.8	99.7	113.6	106.0
หอผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์สิริกิติ์ 9/3	9NK3	25.6	15.2	212.1	247.3	105.0	84.9
หอผู้ป่วยปลูกถ่ายไขกระดูก	BMT	4.2	12.1	220.2	151.9	124.0	42.7
หอสังเกตอาการหญิง	1OW	6.2	5.7	224.5	326.4	102.0	110.6
หอสังเกตอาการชาย	2OW	5.1	12.3	242.6	165.5	110.5	97.0
หอสังเกตอาการเด็ก	3OW	5.3	8.9	232.4	142.5	177.0	166.5
หอผู้ป่วยอายุรกรรมพิเศษ	7NE	6.7	4.5	482.9	504.9	162.8	165.1
หอผู้ป่วยหัวใจอายุรกรรม	7NW	2.7	2.0	152.6	88.0	359.0	262.0
หอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง	7SE	7.1	4.8	328.1	816.8	158.9	126.6
หอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย	7SW	7.6	4.1	218.6	199.4	140.5	187.0
หอผู้ป่วยวิกฤตอายุรกรรมหัวใจ	9CC	8.6	3.6	213.5	147.7	97.1	172.6
หอผู้ป่วยวิกฤตอายุรกรรม	9IC	2.3	6.0	244.0	279.0	261.3	291.2
หอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย-หญิง	9SW	3.4	4.7	307.2	281.4	49.6	47.0
หอผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง	MDJ1	9.8	8.4	205.1	147.8	136.3	247.6
หอผู้ป่วยโรคไต	4NW	17.6	22.1	855.6	638.0	308.2	306.2
หอผู้ป่วยทารกแรกเกิด	4SP	13.2	10.5	291.0	1,317.0	102.5	132.5
หอผู้ป่วยหัวใจเด็ก	8NC	2.3	8.0	119.0	24.0	173.7	323.7
หอผู้ป่วยเด็กโรคติดเชื้อ	8NE	4.9	5.2	128.1	269.9	262.1	184.8
หอผู้ป่วยเด็กโรคหัด	8NW	5.1	4.0	193.0	153.2	112.7	114.0
หอผู้ป่วยโรคหัด	8SE	4.0	6.8	428.8	576.6	170.1	141.9
หอผู้ป่วยเคมีบำบัดและปลูกถ่ายไขกระดูกเด็ก	8SW	11.2	9.2	178.5	151.9	204.4	132.4

ภาพที่ 7 รายงานรายหอผู้ป่วยตามแต่ละช่วงเวลา

ระบบธุรกิจอัจฉริยะ (BI)

HN	DATE	DWARD	PDATE_PTIME	DDATE_DTIME	VER_TM	PAY_TIME	PAYTM_VETM	จำนวนรายการ	จำนวนเงิน
4887566	20150730	7SE	Jul 30, 2015 5:03:00 AM	Jul 30, 2015 5:03:00 AM		Jul 30, 2015 9:30:32 AM			3
4692129	20150710	7SE	Jul 10, 2015 7:00:00 PM	Jul 10, 2015 4:23:00 PM		Jul 10, 2015 6:56:37 PM			1
4579494	20150727	7SE	Jul 27, 2015 11:00:00 PM	Jul 27, 2015 11:00:00 PM		Jul 28, 2015 9:52:18 AM			1
4232795	20150713	7SE	Jul 13, 2015 1:00:00 PM	Jul 13, 2015 11:53:00 AM		Jul 13, 2015 2:18:44 PM			9
4717537	20150704	7SE	Jul 4, 2015 6:00:00 PM	Jul 4, 2015 6:00:00 PM		Jul 4, 2015 5:49:11 PM			1
0730611	20150706	7SE	Jul 6, 2015 10:00:00 PM	Jul 6, 2015 9:12:00 PM		Jul 7, 2015 10:15:39 AM			8
4213148	20150729	7SE	Jul 29, 2015 3:00:00 PM	Jul 29, 2015 5:55:00 PM		Jul 29, 2015 3:43:41 PM			16
3867972	20150724	7SE	Jul 24, 2015 9:25:00 AM	Jul 24, 2015 12:21:00 PM		Jul 24, 2015 11:25:39 AM			65
4038991	20150703	7SE	Jul 4, 2015 12:00:00 PM	Jul 3, 2015 6:57:00 PM		Jul 4, 2015 11:18:01 AM			5
1379368	20150713	7SE	Jul 13, 2015 5:02:00 AM	Jul 13, 2015 5:02:00 AM		Jul 13, 2015 11:37:15 AM			9
4759895	20150702	7SE	Jul 2, 2015 7:48:00 AM	Jul 2, 2015 7:48:00 AM		Jul 2, 2015 12:29:39 PM			74
3312720	20150717	7SE	Jul 17, 2015 3:00:00 PM	Jul 17, 2015 1:36:00 PM	Jun 19, 2015 1:44:28 PM	Jul 17, 2015 11:36:10 AM	40,185	12	40
4400489	20150716	7SE	Jul 15, 2015 1:00:00 PM	Jul 16, 2015 7:37:00 PM	Jul 15, 2015 11:26:16 AM	Jul 16, 2015 7:05:21 PM	1,895	15	7
4400489	20150707	7SE	Jul 6, 2015 1:00:00 PM	Jul 7, 2015 7:00:00 PM	Jul 6, 2015 1:03:32 PM	Jul 7, 2015 5:46:06 PM	1,691	13	61
3672751	20150731	7SE	Jul 24, 2015 4:00:00 PM	Jul 31, 2015 5:26:00 PM	Jul 30, 2015 1:38:29 PM	Jul 31, 2015 3:26:56 PM	1,533	14	19
0278386	20150702	7SE	Jul 2, 2015 1:00:00 PM	Jul 2, 2015 3:09:00 PM	Jul 1, 2015 2:54:00 PM	Jul 2, 2015 2:10:06 PM	1,398	14	42
4522221	20150725	7SE	Jul 24, 2015 2:00:00 AM	Jul 25, 2015 10:00:00 AM	Jul 24, 2015 12:33:12 PM	Jul 25, 2015 9:26:52 AM	1,249	10	5
1097362	20150717	7SE	Jul 17, 2015 3:00:00 PM	Jul 17, 2015 8:12:00 PM	Jul 17, 2015 10:08:49 AM	Jul 17, 2015 6:01:04 PM	469	11	13
5020912	20150712	7SE	Jul 12, 2015 7:00:00 AM	Jul 12, 2015 7:20:00 AM	Jul 11, 2015 9:01:34 AM	Jul 11, 2015 5:06:37 PM	467	4	6
3314129	20150729	7SE	Jul 29, 2015 12:00:00 PM	Jul 29, 2015 8:10:00 PM	Jul 29, 2015 10:02:12 AM	Jul 29, 2015 5:56:16 PM	442	2	12

ภาพที่ 8 รายงานที่แสดงรายละเอียดของเวลารายผู้ป่วยจากการ Drill down

ทั้งนี้ เมื่อให้ระบบทำการตรวจสอบค้นหาตัวที่เป็น Outlier โดยการสร้างกราฟด้วยการกระจายความถี่ของ ข้อมูลเวลา ดังภาพที่ 9 พบว่าการกระจายตัวของข้อมูล มีความเบ้ขวา จึงทำการตัด Outlier ที่มีค่ามากกว่า $Q3+3IQR$ และน้อยกว่า $Q1-3IQR$ ออกโดย

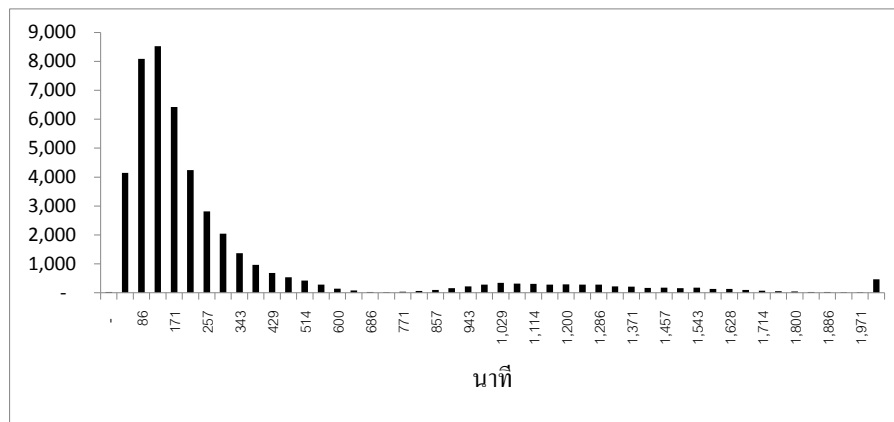
$Q1$ หรือ 1st Quartile หมายถึงค่าเวลาของข้อมูลที่ 25 percentile

$Q2$ หรือ 2nd Quartile หรือ median หมายถึงค่าเวลาของข้อมูลที่ 50 percentile

$Q3$ หรือ 3rd Quartile หมายถึงค่าเวลาของข้อมูลที่ 75 percentile

IQR หรือ Inter-Quartile Range คำนวณจาก $Q3-Q2$

ฉะนั้น จากข้อมูล $Q1=82$, $Q2 = 142$ และ $Q3 = 264$; $IQR = 122$ เมื่อคำนวณหาเวลาต่ำสุด : $Q1-3IQR$ จะเท่ากับ -284 นาที และเวลาสูงสุด : $Q3+3IQR$ จะเท่ากับ 630 นาที



ภาพที่ 9 กราฟแสดงการกระจายความถี่ของข้อมูลระยะเวลาตรวจสอบยาถึงระยะเวลาชำระเงิน

เมื่อนำมาประมวลผลใหม่จะเห็นว่าหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง (7SE) มีระยะเวลาเฉลี่ยของเดือนกรกฎาคม 2558 อยู่ที่ 20 นาที ซึ่งจากเดิมระยะเวลาเฉลี่ยอยู่ที่ 816 นาที

เมื่อเทียบดูเวลาของหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิงจะเห็นว่า ระยะเวลาตั้งแต่ศิษย์ไปส่งยาจนถึงระยะเวลาจำหน่ายผู้ป่วย เป็นไปในแนวเดียวกัน ดังภาพที่ 10

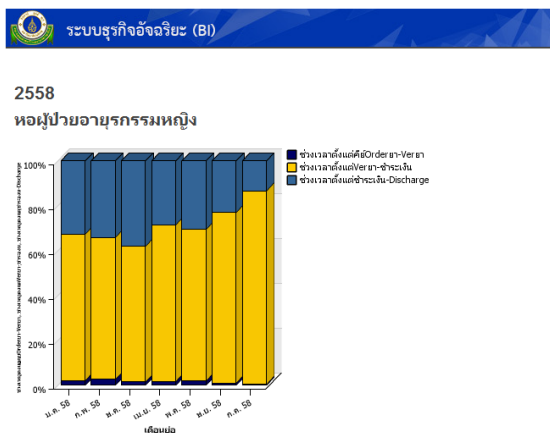
		ช่วงเวลาตั้งแต่มีOrderยา-Verยา		ช่วงเวลาตั้งแต่Verยา-ชำระหนี้		ช่วงเวลาตั้งแต่ชำระหนี้-Discharge	
		มิถุนายน 58	กรกฎาคม 58	มิถุนายน 58	กรกฎาคม 58	มิถุนายน 58	กรกฎาคม 58
ผู้ป่วยหลังทำหัตถการหัวใจ	VA04	5.2	8.0	13.0	30.1	80.9	68.1
พิเศษศิริกิติ 6	6NK	4.6	7.2	67.6	0.0	72.4	59.9
ผู้ป่วยปลูกถ่ายอวัยวะ	7NK	4.6	7.2	67.6	0.0	72.4	59.9
ผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์ศิริกิติ 8/1	8NK1	14.2	7.3	44.6	17.7	112.0	83.7
ผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์ศิริกิติ 8/2	8NK2	17.8	5.8	29.5	50.5	105.9	119.6
ผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์ศิริกิติ 9/1	9NK1	11.4	13.1	37.3	30.5	116.4	86.8
ผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์ศิริกิติ 9/2	9NK2	11.6	12.4	30.2	24.5	71.4	72.4
ผู้ป่วยพิเศษศูนย์การแพทย์ศิริกิติ 9/3	9NK3	25.6	15.2	0.0	29.2	105.0	84.9
ผู้ป่วยปลูกถ่ายไขกระดูก	BMT	4.2	12.1	80.0	0.0	124.0	42.7
หอสังเกตการณ์หญิง	10W	6.2	5.7	63.4	55.0	102.0	102.6
หอสังเกตการณ์ชาย	20W	5.1	12.3	61.3	31.2	100.0	97.0
หอสังเกตการณ์เด็ก	30W	5.3	8.9	7.9	33.6	107.2	152.2
ผู้ป่วยอายุรกรรมพิเศษ	7NE	6.7	4.5	135.0	104.9	130.2	115.1
ผู้ป่วยกึ่งวิกฤตอายุรกรรม	7NW	2.7	2.0	0.0	0.0	137.4	189.3
ผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง	7SE	7.1	4.8	48.1	20.0	118.1	114.5
ผู้ป่วยอายุรกรรมชาย	7SW	7.6	4.1	40.4	37.9	114.4	95.1
ผู้ป่วยวิกฤตอายุรกรรมหัวใจ	9CC	8.6	3.6	36.4	46.9	97.1	131.3
ผู้ป่วยวิกฤตอายุรกรรม	9IC	2.3	6.0	135.3	169.0	82.4	102.2
ผู้ป่วยอายุรกรรมชาย-หญิง	9SW	3.4	4.7	112.4	118.2	49.6	47.0
ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง	MDJ1	9.8	8.4	57.6	68.4	136.3	143.8
ผู้ป่วยเนื้องอก	4NW	17.6	22.1	62.8	75.1	223.4	227.3
ผู้ป่วยทารกแรกเกิด	4SP	13.2	10.5	0.0	110.0	102.5	132.5
ผู้ป่วยกึ่งวิกฤตเด็ก	8NC	2.3	8.0	0.0	0.0	173.7	323.7
ผู้ป่วยเด็กโรคติดเชื้อ	8NE	4.9	5.2	11.5	33.0	141.1	184.8
ผู้ป่วยเด็กโรคหัวใจ	8NW	5.1	4.0	48.3	19.7	112.7	114.0
ผู้ป่วยโรคหัวใจเด็กเล็ก	8SE	4.0	6.8	59.5	40.4	152.5	131.7
ผู้ป่วยเคมีบำบัดปลูกถ่ายไขกระดูกเด็ก	8SW	11.2	9.2	54.7	47.7	121.3	132.4

ภาพที่ 10 รายงานรายชื่อผู้ป่วยตามแต่ละช่วงเวลาหลังตัด Outlier

ทั้งนี้ทางโรงพยาบาลอาจมีการกำหนดการนำเสนอรายงานในรูปแบบต่าง ๆ ตามจุดให้บริการ โมเดลนี้สามารถดึงข้อมูลจากคลังข้อมูลเพื่อนำเสนอรูปภาพที่สื่อให้เห็นตัวชี้วัดการทำงานได้อย่างง่าย ๆ ภาพที่ 11 เป็นตัวอย่างรายงานที่แสดงเป็น Bar Chart ที่แสดงถึงสัดส่วนของช่วงเวลาที่ใช้เวลานาน โดยยกตัวอย่างผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง ปี 2558 จำแนกเป็นรายเดือน (ภาพที่ 11) แสดงระยะเวลาตั้งแต่ยื่นใบสั่งยาถึงเวลาจำหน่าย โดยแต่ละแห่งจะแบ่งเป็นช่วงเวลาต่าง ๆ คือ

1. เวลายื่นใบสั่งยาถึงการตรวจสอบยา
2. เวลาตั้งแต่ตรวจสอบยาถึงเวลาชำระเงิน
3. เวลาตั้งแต่ชำระเงินถึงจำหน่ายผู้ป่วย

จะเห็นว่าช่วงเวลาตั้งแต่ตรวจสอบยาถึงเวลาชำระเงินใช้เวลาค่อนข้างนานและสามารถเทียบดูเป็นรายเดือนได้



ภาพที่ 11 รายงานช่วงเวลาแต่ละช่วงของหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง ปี 2558 จำแนกเป็นรายเดือน

อภิปรายผล

การศึกษานี้ เป็นตัวอย่างของการใช้ประโยชน์จากข้อมูลขนาดใหญ่ด้วยระบบอัจฉริยะ โดยการอธิบายการออกแบบและสร้างโมเดลหนึ่ง บนคลังข้อมูลของโรงพยาบาล และนำเสนอรายงานที่เกิดจากโมเดลนี้ ทั้งนี้ในการทำรายงานอื่น ๆ ผู้บริหารสามารถลากตัวชี้วัดมาวางได้ตามมุมมองต่าง ๆ ที่สนใจ โดยข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลปัจจุบัน เนื่องจากมีการตั้งเวลาให้มีการ ETL ทุกคืน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันเหตุการณ์จากหลายฐานข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจ

ในการสร้างคลังข้อมูล ส่วนสำคัญที่สุดคือการออกแบบและวิเคราะห์แหล่งข้อมูลต้นทาง โดยการเก็บความต้องการของผู้ใช้งานและทำความเข้าใจในข้อมูลที่โรงพยาบาลเก็บไว้ในแต่ละฐานข้อมูล เพื่อให้สามารถแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบกลางที่วางไว้ ให้มีการเชื่อมข้อมูลจากหลาย ๆ ระบบมาอยู่คลังข้อมูลเดียวกันได้ในขั้นของการพัฒนาระบบ เช่น ในกรณีนี้ มุมมองและตัวชี้วัดที่จำเป็นต้องแปลงรูปแบบ ได้แก่ วันที่และเวลาที่เก็บในรูปแบบ DateTime ในฐานข้อมูล Oracle version 10 g และเก็บในรูปแบบ Numeric (4) ในฐานข้อมูล FoxPro Version 9 ต่อจากนั้นจึงทำการจัดการโครงสร้างให้เป็นโมเดล โดยการศึกษาที่พัฒนาออกมาเป็นสคีมารูปดาว (Star Schema) เพื่อความสะดวกในการดูแลมุมมอง ขั้นสุดท้ายคือการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานและกำหนดสิทธิ์ด้วยรหัสเข้าและรหัสผ่านเฉพาะบุคคล

ในส่วนของการจัดทำรายงาน การศึกษานี้เสนอตัวอย่างรายงานที่สร้างให้ผู้บริหารใช้ผ่านทาง Internet Explorer จำนวน 4 รายงาน ได้แก่ รายงานที่ 1 รายงานช่วงเวลาตั้งแต่จำหน่ายผู้ป่วยถึงเวลาชำระเงินเฉลี่ยต่อคน, จำนวนผู้ป่วยจำหน่ายและจำนวนผู้ป่วยวางแผนจำหน่าย ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2557 - 31 กรกฎาคม 2558 เป็นรายเดือน พบว่าหลังจากที่เปิดให้ผู้บริหารเข้าถึงข้อมูล ช่วงเวลาตั้งแต่จำหน่ายผู้ป่วยถึงเวลาชำระเงินเฉลี่ยต่อคน ในปี 2558 มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากปี 2557 จาก 139.5 เป็น 137.9 นาที ทั้งนี้ในการศึกษานี้ยังไม่ได้ทดสอบหาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รายงานที่ 2 เป็นรายงานรายหอผู้ป่วยตามแต่ละช่วงเวลาเปรียบเทียบ 2 เดือนคือ มิถุนายนและกรกฎาคม 2558 จะแสดงแถบสีแดงสำหรับระยะเวลาทำงานมากกว่า 500 นาที ซึ่งค่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามค่าของตัวชี้วัดที่เปลี่ยนแปลงได้ รายงานที่ 3 เป็นรายงานที่แสดงรายละเอียดของเวลารายผู้ป่วยจากการ Drill down มาจากรายงานที่ 2 เพื่อหาข้อมูลรายบุคคล และรายงานที่ 4 เป็นรายงานช่วงเวลาแต่ละช่วงของหอผู้ป่วยอายุกรรมหญิง จำแนกเป็นรายเดือน เพื่อให้หอผู้ป่วยแต่ละจุดบริการสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลรายเดือนของตัวเองได้สะดวกขึ้น

สรุปผล

การศึกษานี้นำเสนอการออกแบบโมเดลผู้ป่วยในทั่วไปกรณีจำหน่ายผู้ป่วย (Discharge process) เพื่อวิเคราะห์กระบวนการทำงานแต่ละหน่วยบริการด้วยระบบธุรกิจอัจฉริยะ รายงานที่ได้ทำให้ผู้บริหารสามารถมองภาพรวมระยะเวลาที่ใช้ในการจำหน่ายผู้ป่วยจากการเชื่อมข้อมูลจาก 2 ฐานข้อมูล ซึ่งในอดีตที่ไม่สามารถทำได้ นอกจากนี้การออกแบบคลังข้อมูลที่ดี จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในมุมมองที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพการให้บริการโดยวิเคราะห์ถึงช่วงเวลาที่ใช้เวลานานว่าเกิดจากกระบวนการทำงานหรือไม่ สามารถปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ดีขึ้นได้หรือไม่ หรือช่วงเวลาที่ใช้เวลานานสัมพันธ์กับวันหรือจำนวนยาหรือไม่ ซึ่งอาจนำข้อมูลไปปรับการวางแผนการเพิ่มผู้ปฏิบัติงานให้สัมพันธ์กับปริมาณงานได้ และด้านการปรับปรุงระบบสารสนเทศ โดยใช้จุดบกพร่องในกระบวนการจำหน่ายผู้ป่วยมาวิเคราะห์ดูว่าส่วนใดเกิดจากระบบสารสนเทศบ้าง เพื่อนำไปปรับปรุงจุดบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้กระบวนการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากวิเคราะห์ ยังมีจุดที่ยังไม่สมบูรณ์อยู่เนื่องจากการบันทึกเวลายังไม่ครบทุกขั้นตอนเช่น ขั้นตอนจากห้องยาส่งยาไปหอผู้ป่วย เวลาที่พยาบาลแจ้งญาติผู้ป่วยไปชำระเงิน การเพิ่มขึ้นขั้นตอนการเก็บข้อมูลดังกล่าวอาจกระทบกับการทำงานของผู้ปฏิบัติงานทั้งห้องยาและหอผู้ป่วย ซึ่งทางผู้บริหารต้องตัดสินใจว่าจะเป็นการลงทุนและเพิ่มภาระของคนทำงานหรือไม่หรือระบบจะสามารถช่วยเก็บข้อมูลได้อย่างไร

เอกสารอ้างอิง

1. ดวงพรรณ กริชชาญชัย ศฤงคารินทร์. โครงการการพัฒนาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานต้นแบบในอุตสาหกรรมบริการโรงพยาบาล, สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา; 2551.
2. Software Wiki. Business Intelligence basics. [cited 2013 Jan 25]. Available from: <http://Swiki.net/business-intelligence-basic.html>.
3. ETL-Tools. Info. Definition and concepts of the ETL process. [cited 2012 Mar 25]. Available from: http://etl-tools.info/en/bi/etl_process.htm.
4. ชัชวาลย์ มุ่งแสง. ระบบแจ้งเตือนทางระบาดวิทยาโดยใช้ระบบธุรกิจอัจฉริยะ. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2556.
5. อรุณี นิรมลการดี. ระบบรายงานเพื่อการบริหารศูนย์ต้นทุน. สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์; 2547.

6. วัชรี้ หน่อแก้ว. การพัฒนารูปแบบการจัดการจำหน่ายผู้ป่วย
หอผู้ป่วยพิเศษ 2 โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่.
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2553.
7. Laura L. Reeves. Gaining Data Warehouse Success.
in A Manager's Guide to Data Warehouseing. ed.
Canada: Wiley; 2009.