การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

การพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นในผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล :กรณีโรงพยาบาลปทุมธานี

The Development of Predictive Model for Complications of Disease In Diabetic Patients Using Data Mining Techniques : A Case of Pathum Thani Hospital

ชฏิภกรน์ ทรายหมอ (Chatiprakron Saimro)* วิภา เจริญภัณฑารักษ์ (Vipa Jaroenpuntaruk)**
วิทยา พรพัชรพงศ์ (Wittaya Pornpatcharapong)***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นในผู้ป่วยโรคเบาหวาน 2) ทดสอบแบบจำลองโดยใช้กับกลุ่มงานอายุรกรรม ห้องตรวจผู้ป่วยเบาหวาน โรงพยาบาลปทุมธานี

วิธีการดำเนินการวิจัยโดยใช้ประวัติผลการตรวจรักษาผู้ป่วยเบาหวาน โรงพยาบาลปทุมธานี ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2553 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2556 จำนวน 17,043 คน 1) ทำความเข้าใจปัญหาที่ดำเนินงานการตรวจรักษาของแพทย์ต่อผู้ป่วย และโครงสร้างข้อมูล เพื่อการสร้างแบบจำลองให้ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด 2) จัดเตรียมข้อมูลผลการตรวจวินิจฉัยโรคเบาหวานของผู้ป่วยตั้งแต่เริ่มตรวจพบจนถึงปัจจุบันให้มีความถูกต้อง เพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำ ทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน คือข้อมูลผลตรวจการวินิจฉัยโรคเบาหวานตั้งแต่ที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน 3) สร้างแบบจำลองประกอบไปด้วยตัวแปรที่สำคัญได้แก่ จำนวนครั้งการมาตรวจรักษากับแพทย์ จำนวนรหัสโรคที่ลงผลการตรวจวินิจฉัยโรคกับผู้ป่วยและเป็นผู้ป่วยเบาหวานเท่านั้น 4) เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ โดยวิธีการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่าง Apriori Algorithm และ FPGrowth Algorithm 5) พยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนโดยใช้เครื่องมือที่ประกอบด้วย โปรแกรม WEKA เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน MicroSoft Visual Foxpro เพื่อจัดเก็บข้อมูลผลการตรวจวินิจฉัยโรคเบาหวาน Microsoft Execl 2010 สำหรับสร้างแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน 6) ทดสอบแบบจำลองกับสถานการณ์จริง โดยพัฒนาระบบนำเสนอผลการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคอื่นที่เกี่ยวข้องจากการเป็นโรคเบาหวาน โดยใช้ตั้งแต่ 1 เมษายน 2557 ถึง 15 กรกฎาคม 2557 กับกลุ่มงานอายุรกรรม ห้องตรวจผู้ป่วยเบาหวาน โรงพยาบาลปทุมธานี ข้อมูลที่นำเสนอมีประวัติผู้ป่วย ผลการพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน อาการตามกลุ่มโรค ระดับความเสี่ยงต่อการเป็นอัมพฤกษ์ อัมพาต ระดับความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต ข้อควรปฏิบัติ/คำแนะนำจากแพทย์

ผลการพยากรณ์ความสัมพันธ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ในผู้ป่วยเบาหวาน โรงพยาบาลปทุมธานี พบว่าผู้ป่วยที่เป็นโรค 1) เบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา (รหัสโรค E103) แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อนดังนี้ 1.1) โรคจอตาจากโรคเบาหวานชนิดไม่งอกขยายหรือเอ็นพีดีอาร์ (รหัสโรค H3600) คิดเป็น 65 % 1.2) โรคต้อกระจกในผู้สูงอายุ (รหัสโรค H251) คิดเป็น 46 % 1.3) โรคจอตาจากโรคเบาหวานชนิดงอกขยายหรือพีดีอาร์ (รหัสโรค H3602) คิดเป็น 44 % 2) โรคเบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา (รหัสโรค E113) แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อน 2.1) โรคจอตาจากโรคเบาหวานชนิดไม่งอกขยาย (รหัสโรค H3600) คิดเป็น 77 % 2.2) โรคต้อกระจกในผู้สูงอายุ (รหัสโรค H251) คิดเป็น 49 % 2.3) โรคจอตาจากโรคเบาหวานชนิดงอกขยาย (รหัสโรค H3602) คิดเป็น 36 % 2.4) โรคไตวายเรื้อรังที่มิได้ระบุรายละเอียด (รหัสโรค N189) คิดเป็น 20 % 3)โรคเบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางประสาท (รหัสโรค E114) แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อน 3.1) โรคต้อกระจกในผู้สูงอายุ (รหัสโรค H251) คิดเป็น 24 % 3.2) โรคหัวใจขาดเลือดเรื้อรังที่มิได้ ระบุรายละเอียด (รหัสโรค I251) คิดเป็น 20 %

คำสำคัญ แบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่น โรคเบาหวาน เหมืองข้อมูล กฎความสัมพันธ์ อัลกอริทึม Apriori อัลกอริทึม FPGrowth

* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช insoun@hotmail.com
** รองศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช stascvip@stou.ac.th
*** ผู้จัดการทั่วไป บริษัทกลุ่มแอดวานซ์รีเสิร์ช จำกัด wittayap@ar.co.th

Abstract

The research aimed were 1) developing a predictive model for complications of diseases in diabetic patients, and 2) apply the model to the patients at Diabetes Clinic,Medicine Department Pathum Thani Hospital.

This research was conducted following 6 main steps as follows. From the diagnoses' results of diabetic patients diagnosed as diabetics in Pathum Thani Hospital from January 1, 2010 to December 31, 2013. of 17,043 people. 1) Study problems of working procedure, doctors' diagnoses, and data structure in order to obtain the functional model. 2) Prepare accurate data for the precision of the model. The data employed in the model development was the diagnoses' results since diabetic patients were diagnoses with diabetics. 3) The important variables in the research were the number of times that the patients went to the doctors, and the number of diseases that were recorded in the patients' profiles. 4) Compare the efficiency of the prediction by analyzing relationships among the collected data with create Association Rules Apriori Algorithm , FPGrowth Algorithm 5) The research instruments were a) WEKA program for data analysis of complications of diseases in diabetic patients, b) Microsoft Visual Foxpro for recording diabetic diagnosis results, and c) Microsoft Execl 2010 for creating the model for complications of diseases in diabetic patients. 6) The predictive model was tested in real situations. The information system was developed to present the prediction for complications of diseases in diabetic patients in Medication, Diabetic Patients Department at Pathum Thani Hospital from April 1, 2014 to July 15, 2014. The presented information included patients' medical history, predictive results for complications of diseases in diabetic patients, symptoms, risk levels of paralysis, risk levels of death, and doctors' suggestions.

The findings revealed that the patients with insulin-dependent diabetes mellitus type 1 at with ophthalmic complications (E103) were 1.1) 65% likely to have non-proliferative diabetic retinopathy,NPDR, (H3600), 1.2) 46% likely to have senile nuclear cataract (H251), and 1.3) 44% likely to have proliferative diabetic retinopathy,PDR,(H3602). The research also found that the patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus type 2 at with ophthalmic complications (E113) were 2.1) 77% likely to have non-proliferative diabetic retinopathy (H3600) 2.2) 49% likely to have senile nuclear cataract (H251), 2.3) 36% likely to have proliferative diabetic retinopathy (H3602), and 2.4) 20% likely to have chronic renal failure, unspecified (N189). Moreover, the findings showed that the patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus type 3 at with neurological complications (E114) were 3.1) 24% likely to have senile nuclear cataract (H251), and 3.2) 20% likely to have chronic ischemic heart disease (I251) unspecified.

Key Words: Predictive Model Complication of other Diseases, Diabetic,Data Mining, Association Rule, Apriori Algorithm, FPGrowth Algorithm

บทนำ

โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus : DM) หมายถึง ภาวะที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ (Hyperglycemia) โดยตรวจพบระดับน้ำตาลในเลือดก่อนอาหารเช้าสูงกว่า 140 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิกรัม อย่างน้อย 2 ครั้ง หรือ การตรวจพบระดับน้ำตาลในเลือดเวลาใดก็ตาม สูงกว่า 200 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิกรัม ร่วมกับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน เป็นโรคที่พบได้ในผู้ใหญ่ ผู้ป่วยเบาหวานในประเทศไทยมีประมาณ 2.5-6 % ของประชากร (ถ้าคิดจากคนไทย 60 ล้านคน ก็จะมีคนเป็นโรคเบาหวานประมาณ 3 ล้านคน) โรคเบาหวานเป็นสาเหตุสำคัญอันดับแรกที่ทำให้เกิดโรคไตวายเรื้อรัง และยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคของหลอดเลือดตีบตันได้ในทุกส่วนของร่างกาย เช่น โรคอัมพฤกษ์อัมพาตจากเส้นโลหิตสมองตีบ โรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดจากเส้นเลือดหัวใจตีบ โรคเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงปลายมือปลายเท้าอุดตัน และยังเป็นสาเหตุของตาบอดจากทั้งเบาหวานขึ้นตา และต้อกระจกได้อีกด้วย

โรคเบาหวานไม่ใช่โรคที่เกิดขึ้นรวดเร็ว อาการอาจไม่ปรากฏเป็นเดือนหรือเป็นปีทั้งๆที่น้ำตาลในเลือดสูงและมีน้ำตาล ในปัสสาวะ หรือมีความผิดปกติเพียงเล็กน้อย เช่น ปัสสาวะบ่อยหรือหิวบ่อย แต่ไม่ได้นึกถึงโรคเบาหวาน จึงพบว่ากว่าจะทราบก็ต่อเมื่อผู้ป่วยมีอาการมากแล้ว หรือตรวจพบโดยบังเอิญเมื่อเข้าโรงพยาบาลด้วยโรคอื่นๆ หรือการตรวจสุขภาพประจำปี อาการที่สำคัญของโรคเบาหวาน ปัสสาวะบ่อยและมาก กระหายน้ำ หิวบ่อย กินจุ แต่ผอมลง อ่อนเพลีย น้ำหนักลดลงมาก เป็นแผล ฝี ได้ง่าย แต่รักษาหายยาก คันตามผิวหนัง โดยเฉพาะบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ ช่องคลอด ปวดเจ็บตามกล้ามเนื้อ ชาตามมือ เท้า หมดความรู้สึกทางเพศ ตาพร่ามัว ต้องเปลี่ยนแว่นตาบ่อยๆ และเคยคลอดบุตรที่มีน้ำหนักเกิน 4 กิโลกรัม

โรงพยาบาลปทุมธานี เปิดให้บริการประชาชนครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ. 2496 จนถึงปัจจุบัน มีเตียงผู้ป่วยรองรับ 377 เตียง วิสัยทัศน์โรงพยาบาลปทุมธานี เป็นโรงพยาบาลตติยภูมิที่มีคุณภาพอย่างยั่งยืน เป้าประสงค์ประชาชนได้รับบริการสุขภาพที่มีคุณภาพ พันธกิจให้บริการสุขภาพระดับตติยภูมิ แบบองค์รวมอย่างมีคุณภาพ พัฒนาให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ทำการวิจัยด้านสาธารณสุข ร่วมผลิตและฝึกอบรมบุคลากรสาธารณสุข สร้างและสนับสนุนเครือข่ายบริการสุขภาพทุกระดับ โดยประชาชนและทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการดูแลสุขภาพ โรงพยาบาลปทุมธานีไม่มีเขตรับผิดชอบเป็นของตัวเองเหมือนพื้นที่อื่น จำนวนผู้ป่วยที่มีประวัติรักษาทั้งหมดประมาณ 328,812 คน การรักษาผู้ป่วยหวานที่มารับบริการตรวจที่โรงพยาบาลปทุมธานี พบว่าผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำตาลในเลือดได้ สาเหตุมาจาก การไม่ออกกำลังกาย ไม่ควบคุมปริมาณอาหาร ไม่รับประทานยาตามแพทย์สั่ง การปรับลดยาทานเอง ไม่มาพบแพทย์ตามนัด มีภาวะเครียด การขาดความรู้ของผู้ดูแลผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งจะพบมากในกลุ่มผู้สูงอายุและกลุ่มผู้ป่วยในวัยทำงาน โรคเบาหวานทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นๆ ปัญหาของผู้ป่วยเบาหวานบางรายจะไม่แสดงอาการของโรคแทรกซ้อนหรือบางรายอาจจะแสดงอาการครั้งแรกด้วยอาการที่รุนแรง เช่น กล้ามเนื้อหัวใจตาย หรือ หัวใจล้มเหลว ทำให้แพทย์วินิจฉัยโรคได้ช้ากว่าปกติ ซึ่งอาจทำให้เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาย้อนหลังจากเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับผลการวินิจฉัยโรคในผู้ป่วยเบาหวาน ที่มารับบริการที่กลุ่มงานอายุรกรรม ห้องตรวจเบาหวาน โรงพยาบาลปทุมธานี สร้างแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่น หลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานแล้ว โดยใช้ข้อมูลผลการวินิจฉัยโรคเบาหวานของผู้ป่วยเบาหวานเท่านั้น จากแบบจำลองสามารถนำมาให้ความรู้กับผู้ป่วยเบาหวาน การให้

คำแนะนำของแพทย์ เป็นแนวทางให้เจ้าหน้าที่ แพทย์ ในการกำหนดมาตรการป้องกัน เฝ้าระวังแก้ไข เพื่อลดอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นที่จะเกิดกับผู้ป่วยเบาหวานในอนาคตได้ ปัจจุบันโรงพยาบาลปทุมธานีมีระบบสารสนเทศในการให้บริการ ระบบสารสนเทศที่จัดเก็บข้อมูลผู้ป่วยที่มารับบริการในแต่ละวัน ระบบโปรแกรมที่ใช้อยู่ชื่อ Ez-Hosp พัฒนาโดยซอฟต์แวร์ MicroSoft Visual Foxpro v.7 เริ่มใช้ตั้งแต่ ปี 2547 จนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีการจัดเก็บข้อมูลทะเบียนประวัติผู้ป่วย ผลการวินิจฉัยโรคเบาหวานรูปแบบฐานข้อมูล DBF (Database File)

วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. สร้างแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ด้วยใช้ข้อมูลประวัติผลการวินิจฉัยโรคโรงพยาบาลปทุมธานี โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล
2. ทดสอบแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นกับผู้ป่วย กลุ่มงานอายุรกรรม ห้องตรวจผู้ป่วยเบาหวาน

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา โดยผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อพยากรณ์ พัฒนาเหมืองข้อมูลพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน โดยใช้เทคนิค Data Mining หากฎความสัมพันธ์ (Association Rules) มาวิเคราะห์หาข้อมูลภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่น หลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานแล้ว การพัฒนาแบบจำลองครั้งนี้ต้องการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นเบาหวาน ใช้ข้อมูลผลการตรวจวินิจฉัยโรคของผู้ป่วยเบาหวาน จึงกำหนดขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

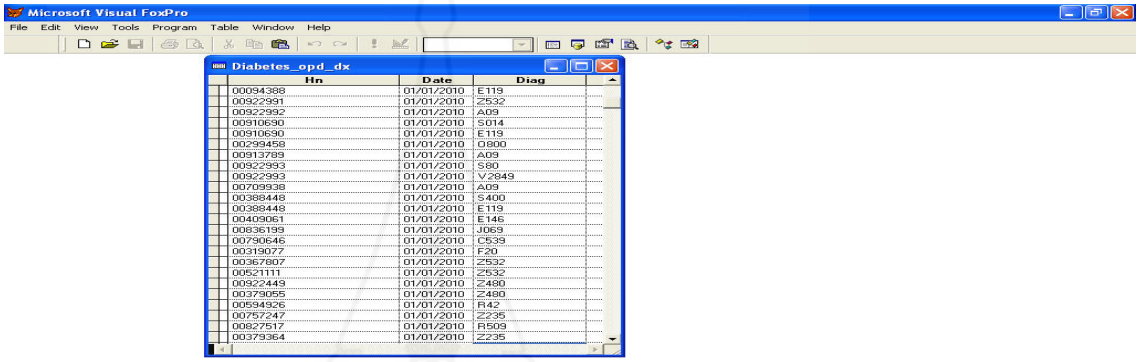
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่มาทำการรักษาที่ โรงพยาบาลปทุมธานี ที่ขึ้นทะเบียนประวัติการรักษา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2553 ถึง วันที่ 31 ธันวาคม 2556 โดยใช้ข้อมูลผลการตรวจวินิจฉัยโรคทั้งหมด และกรองข้อมูลเริ่มตั้งแต่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ตามรหัสโรค E10-E14 จำนวนผู้ป่วยเบาหวานที่กรองข้อมูลแล้วทั้งหมด 17,043 คน มาทำการรักษาทั้งหมด 106,317 ครั้ง มีการลงรหัสโรคที่ไม่ซ้ำกัน 4,179 รหัสโรค ตัดข้อมูลรายการโรคที่ลงทะเบียนน้อยกว่า 50 ครั้ง ตัดข้อมูลผู้ป่วยที่มาตรวจรักษาไม่ถึง 10 ครั้ง หลังจากกรองข้อมูล เหลือจำนวนผู้ป่วยเบาหวาน 6,484 คน ผลตรวจตามรหัสโรค 467 รหัสโรค โดยมีข้อมูลที่มาทำการรักษาทั้งหมด 71,604 เรคคอร์ด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย เครื่องคอมพิวเตอร์ Notebook ของผู้วิจัย MicroSoft Visual Foxpro เพื่อจัดเก็บข้อมูลผลการตรวจวินิจฉัยโรคเบาหวาน Microsoft Execl 2010 สำหรับสร้างแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน โปรแกรม WEKA ใช้เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน หากฎความสัมพันธ์ใช้ขั้นตอนของ Apriori Algorithm, FPGrowth Algorithm

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน การสร้างแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน โดยใช้ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลตามขั้นตอน CRISP-DM การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ทำความเข้าใจปัญหาการตรวจรักษาของแพทย์และการลงผลตรวจวินิจฉัยโรค

3.2 ทำความเข้าใจข้อมูลตามโครงสร้าง การลงผลตรวจวินิจฉัยโรคเบาหวาน เพื่อสร้างแบบจำลองให้ตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด



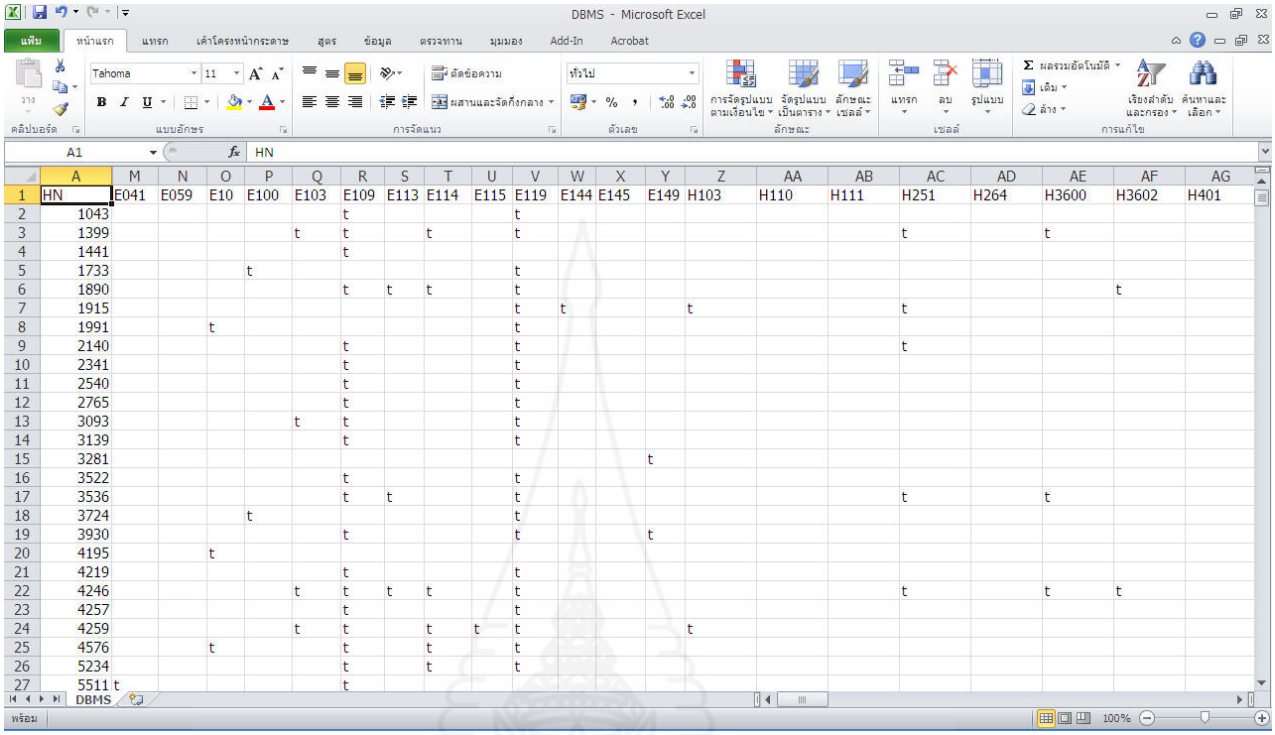
ภาพที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลผลตรวจวินิจฉัยโรคของผู้ป่วยเบาหวาน

3.3 จัดเตรียมข้อมูลให้มีความถูกต้อง เพื่อให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากที่สุด การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อทำเหมืองข้อมูลต้องผ่านกระบวนการ ETL (Extraction Transformation and Loading) แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้ 1. Extract การดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูล 2.Transform การนำข้อมูลที่ได้มาจากการExtract มาจัดรูปแบบให้ถูกต้องสอดคล้องกัน คือ Data Mapping การทำให้ข้อมูลที่มีความหมายเดียวกันแต่อยู่ในรูปแบบที่แตกต่างกันให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน Data Cleansing การตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง 3. Load คือการนำข้อมูลที่ผ่านการ Transform เสร็จเรียบร้อยแล้วเข้าสู่ Data Warehouse ข้อมูลที่นำไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง ตัวแปรที่สำคัญได้แก่ จำนวนครั้งการมาตรวจรักษากับแพทย์ จำนวนโรคที่ทำการลงทะเบียน เฉพาะผู้ป่วยเบาหวานเท่านั้น ข้อมูลโรคผู้ป่วยเบาหวานที่นำมาใช้ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยกรองข้อมูลเริ่มตั้งแต่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ตามรหัสโรค E10-E14 จำนวนผู้ป่วยเบาหวาน ส่วนข้อมูลที่ตัดออกได้แก่ข้อมูลรายการโรคที่ลงทะเบียนน้อยกว่า 50 ครั้ง ตัดข้อมูลผู้ป่วยที่มาตรวจรักษาไม่ถึง 10 ครั้ง ดึงข้อมูลออกมาจากระบบและนำเข้า File Microsoft Execl 2010 เพื่อเป็นข้อมูลแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน หลังจากคัดกรองข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ใส่ค่าในแต่ละคอลัมน์ ดังนี้

ค่า t แสดงว่า ผู้ป่วย มีการลงผลวินิจฉัยโรค

ค่า ว่าง แสดงว่า ผู้ป่วย ไม่มีการลงผลวินิจฉัยโรค

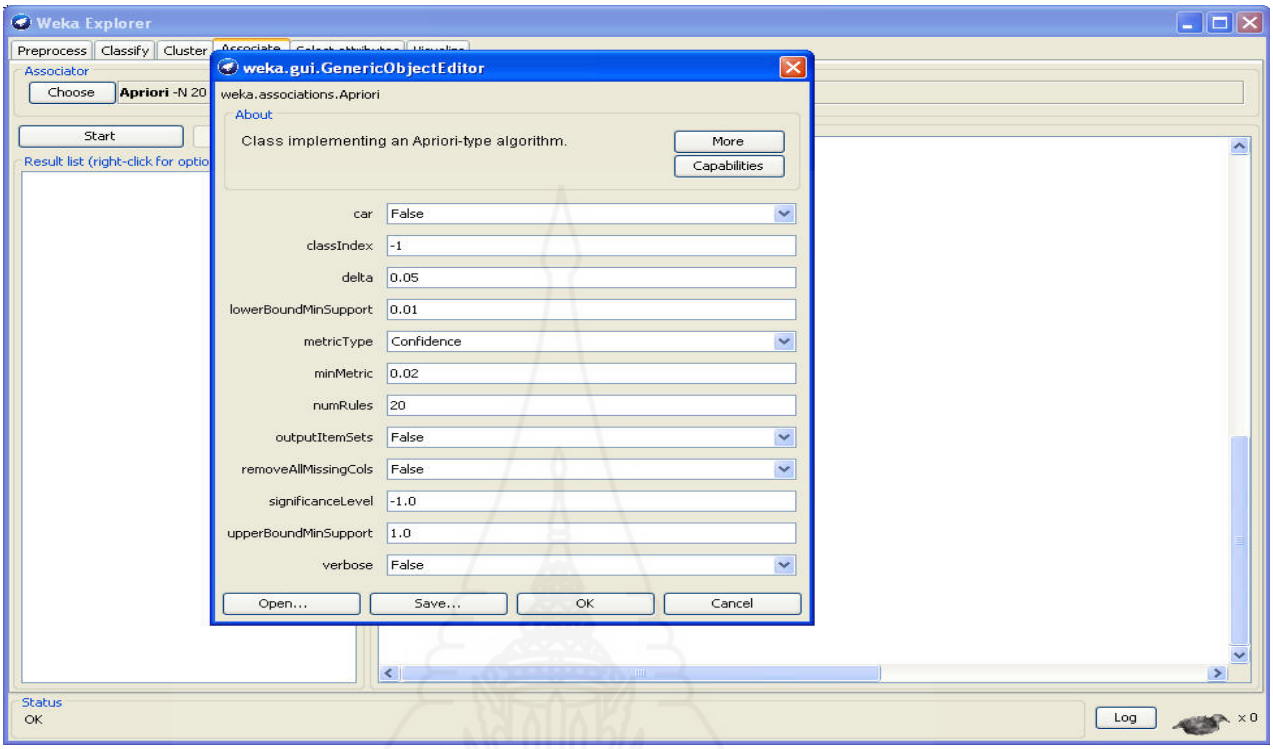
จากนั้นดำเนินการแปลงไฟล์ข้อมูลที่มีการปรับแก้ไข ให้เป็นไฟล์เหมาะสมกับโปรแกรมที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม WEKA เป็นโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นจึงได้ดำเนินการเปลี่ยนไฟล์ข้อมูลเดิมที่อยู่ในรูปแบบ File Microsoft Execl 2010 ให้เป็นไฟล์ที่สามารถเปิดใช้งานได้ในโปรแกรม WEKA คือ บันทึกเป็นไฟล์ .arff



HN	E041	E059	E10	E100	E103	E109	E113	E114	E115	E119	E144	E145	E149	H103	H110	H111	H251	H264	H3600	H3602	H401
1043						t				t											
1399					t	t		t		t							t		t		
1441						t															
1733				t						t											
1890						t	t	t		t										t	
1915										t	t			t			t				
1991			t							t											
2140						t				t							t				
2341						t				t											
2540						t				t											
2765						t				t											
3093					t	t				t											
3139						t				t											
3281													t								
3522						t				t											
3536						t	t			t							t		t		
3724				t						t											
3930						t				t			t								
4195			t																		
4219						t				t											
4246					t	t	t	t		t							t		t	t	
4257						t				t											
4259					t	t		t	t	t				t							
4576			t			t		t		t											
5234						t		t		t											
5511 t						t															

ภาพที่ 2 ผลตรวจวินิจฉัยโรคของผู้ป่วยเบาหวาน รูปแบบ File Microsoft Execl 2010

3.4 การจัดทำแบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ใช้โปรแกรม WEKA ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน โดยการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลและใช้ Apriori Algorithm, FPGrowth Algorithm นำผลลัพธ์ทั้งหมดมาเปรียบเทียบว่าอัลกอริทึมใดมีผลใกล้เคียงและมีค่าความถูกต้องมากที่สุด เพื่อเป็นการค้นหาความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อถือมากที่สุด จึงได้ทำการกำหนดค่าสนับสนุนหรือค่าความถูกต้อง ขั้นต่ำที่ 0.01 (1%) สูงสุดที่ 1.0 (100%) ให้แสดงค่า กฎ (Rules) ที่ค้นพบให้แสดงรายการ 20 กฎ ค่าความเชื่อถือที่เท่ากับหรือมากกว่า 0.20 (20 % ถึง 100 %) การค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์การเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคผู้ป่วยเบาหวานหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน



ภาพที่ 3 การกำหนดค่า MinSupport , Confidence , numRules

3.5 ประเมินผลลัพธ์จากแบบจำลองและอัลกอริธึมที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ว่ามีผลลัพธ์ที่ครอบคลุมและสามารถตอบวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ วิธีการนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบที่เหมาะสม และง่ายต่อการใช้งาน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน เลือกผลที่มีความค่าความมั่นใจ ตั้งแต่ 20 % ขึ้นไปดังนี้

3.5.1 E103=t 54 ==> H3600=t 35 conf:(0.65) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็น E103 เบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อน H3600 จอตาจากโรคเบาหวานชนิดไม่งอกขยาย (เอ็นพีดีอาร์) ด้วยความน่าจะเป็น 65 %

3.5.2 E103=t 54 ==> H251=t 25 conf:(0.46) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็นโรค E103 เบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อน H251 ต้อกระจกในผู้สูงอายุ ด้วยความน่าจะเป็น 46 %

3.5.3 E103=t 54 ==> H3602=t 24 conf:(0.44) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็นโรค E103 เบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อน H3602 จอตาจากโรคเบาหวานชนิดงอกขยาย ด้วยความน่าจะเป็น 44 %

3.5.4 E113=t 162 ==> H3600=t 124 conf:(0.77) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็นโรค E113 เบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรก H3600 จอตาจากโรคเบาหวานชนิดไม่งอกขยาย (เอ็นพีดีอาร์) ด้วยความน่าจะเป็น 77 %

3.5.5 E113=t 162 ==> H251=t 79 conf:(0.49) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็นโรค E113 เบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรก) H251 ต้อกระจกในผู้สูงอายุ ด้วยความน่าจะเป็น 49 %

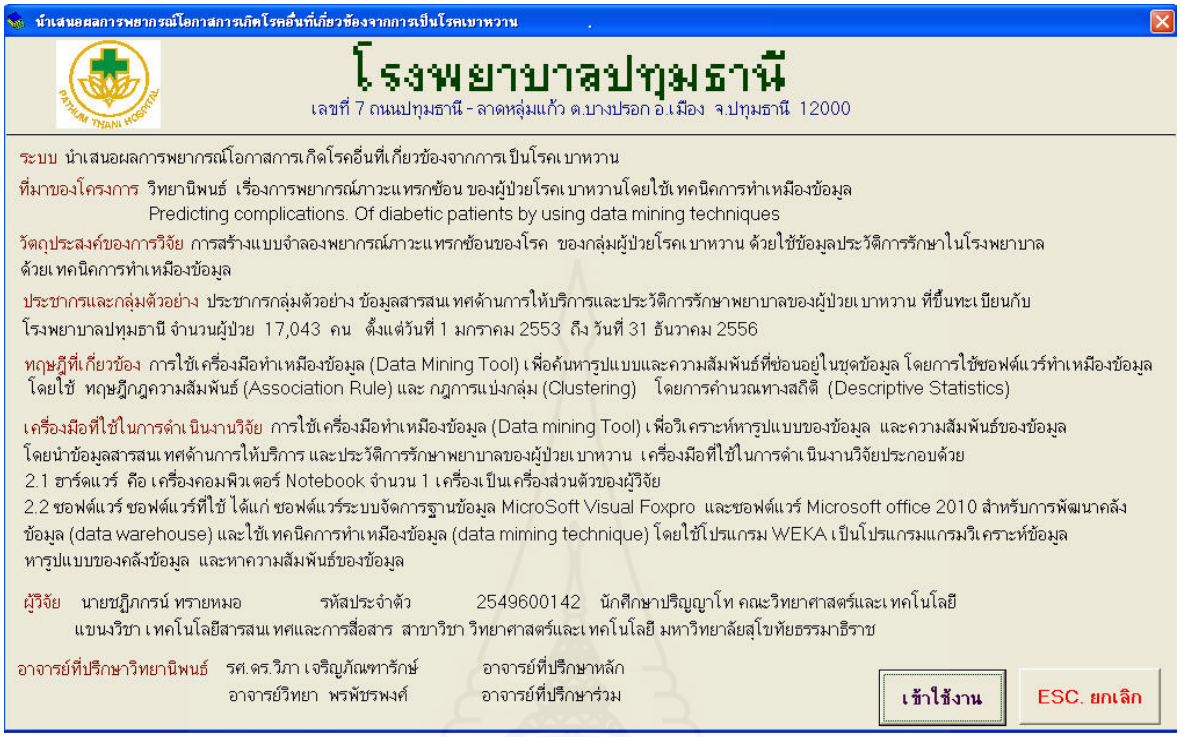
3.5.6 E113=t 162 ==> H3602=t 58 conf:(0.36) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็นโรค E113 เบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรก H3602 จอตาจากโรคเบาหวานชนิดงอกขยาย ด้วยความน่าจะเป็น 36 %

3.5.7 E113=t 162 ==> N189=t 33 conf:(0.2) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็นโรค E113 เบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรก N189 ไตวายเรื้อรังที่มิได้ระบุรายละเอียด ด้วยความน่าจะเป็น 20 %

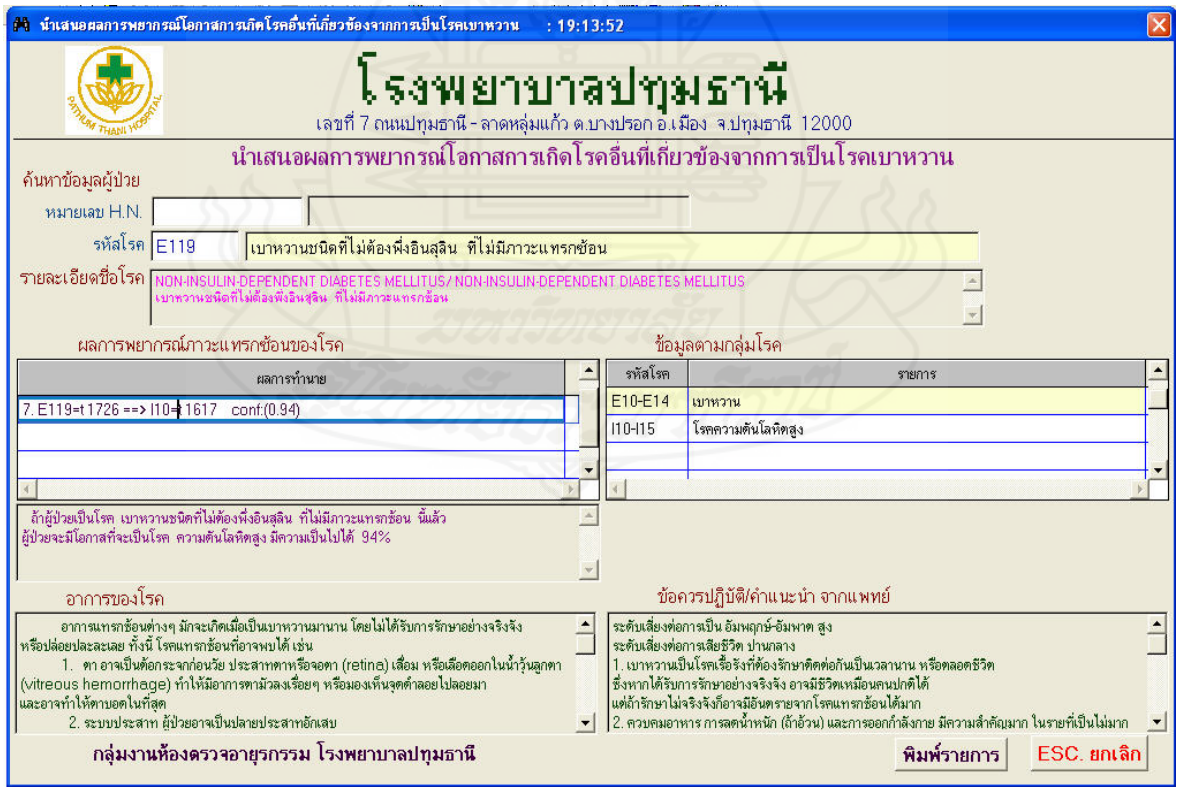
3.5.8 E114=t 379 ==> H251=t 92 conf:(0.24) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็น E114 เบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางประสาท นี้แล้วจะเป็นโรคแทรก H251 ต้อกระจกในผู้สูงอายุ ด้วยความน่าจะเป็น 24 %

3.5.9 E114=t 379 ==> I259=t 77 conf:(0.2) แสดงว่า ถ้าผู้ป่วยเป็น E114 เบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางประสาท นี้แล้วจะเป็นโรคแทรก I259 โรคหัวใจขาดเลือดเรื้อรังที่มิได้ระบุรายละเอียด ด้วยความน่าจะเป็น 20 %

3.6 นำแบบจำลองไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศ เพื่อนำเสนอผลการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคอื่นที่เกี่ยวข้องจากการเป็นโรคเบาหวาน ทดลองใช้ตั้งแต่ 1 เมษายน 2557 ถึง 15 กรกฎาคม 2557 กับผู้ป่วยกลุ่มงานอายุรกรรม ห้องตรวจผู้ป่วยเบาหวาน โรงพยาบาลปทุมธานี ข้อมูลที่นำเสนอประกอบด้วยประวัติผู้ป่วย ผลการพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน อาการตามกลุ่มโรค ระดับความเสี่ยงต่อการเป็นอัมพฤกษ์ อัมพาต ระดับความเสี่ยงต่อการเสียชีวิต ข้อควรปฏิบัติ/คำแนะนำจากแพทย์ (เอกสารรับรองการทดสอบใช้ “ระบบนำเสนอผลการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคอื่นที่เกี่ยวข้องจากการเป็นโรคเบาหวาน”) หน้าจอทำงาน ระบบสารสนเทศนำเสนอผลการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคอื่นที่เกี่ยวข้องจากการเป็นโรคเบาหวาน ประกอบไปด้วย ระบบนำเสนอผลการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคอื่นที่เกี่ยวข้องจากการเป็นโรคเบาหวาน เป็นรายละเอียดของการวิจัย ที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ของการวิจัย กลุ่มประชากรตัวอย่าง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัย และอาจารย์ที่ปรึกษาของวิทยานิพนธ์นี้



ภาพที่ 3 หน้าจอแรกระบบสารสนเทศเพื่อนำเสนอผลการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคอื่นที่เกี่ยวข้องจากการเป็นโรคเบาหวาน



ภาพที่ 4 หน้าจอสืบค้นผลการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคอื่นที่เกี่ยวข้องจากการเป็นโรคเบาหวาน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานโดยวิธีการวิเคราะห์กฎความสัมพันธ์ของข้อมูล (Association Rule) ด้วยลกอริทึมของApriori Algorithm,FPGrowth Algorithm จากผลที่วิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 2 อัลกอริทึมนั้นมีผลมีความค่าความเชื่อถือใกล้เคียงกัน เลือกผลที่มีความค่าความเชื่อถือ ตั้งแต่ 20 % ขึ้นไป จากผลวิเคราะห์ข้อมูลภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน ในผู้ป่วยเบาหวานโรงพยาบาลปทุมธานี พบว่าผู้ป่วยที่เป็น 1) โรคเบาหวานชนิดที่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อน 1.1)โรคจอตาจากโรคเบาหวานชนิดไม่งอกขยาย (เอ็นพีดีอาร์) คิดเป็น 65 % 1.2) โรคต้อกระจกในผู้สูงอายุ คิดเป็น 46 % 1.3)โรคจอตาจากโรคเบาหวานชนิดงอกขยาย คิดเป็น 44 % 2)โรคเบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางตา นี้แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อน 2.1)โรคจอตาจากโรคเบาหวานชนิดไม่งอกขยาย (เอ็นพีดีอาร์) คิดเป็น 77 % 2.2) โรคต้อกระจกในผู้สูงอายุ คิดเป็น 49 % 2.3) โรคจอตาจากโรคเบาหวานชนิดงอกขยาย คิดเป็น 36 % 2.4) โรคไตวายเรื้อรังที่มิได้ระบุรายละเอียด คิดเป็น 20 % 3) โรคเบาหวานชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน ร่วมกับภาวะแทรกซ้อนทางประสาท นี้แล้วจะเป็นโรคแทรกซ้อน 3.1) โรคต้อกระจกในผู้สูงอายุ คิดเป็น 24 % 3.2)โรคหัวใจขาดเลือดเรื้อรังที่มิได้ระบุรายละเอียด คิดเป็น 20 %

ข้อเสนอแนะแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้เป็นการพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน โดยการหาความสัมพันธ์ของโรคด้วยเทคนิคกฎความสัมพันธ์ของข้อมูลจะเห็นว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ข้อมูลชุดเดียว ในการทดสอบจะพบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Apriori Algorithm ใช้เวลามากกว่า FPGrowth Algorithm ในการหาผลพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานจากการกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ และค่าความมั่นใจขั้นต่ำที่เท่ากัน จากผลพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน สอดคล้องสนับสนุนกับ เกวลี ผาใต้ (2553) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การพยากรณ์โอกาสเกิดภาวะเสี่ยงของผู้ป่วยเบาหวานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลผู้ป่วยเบาหวานซึ่งได้แก่ เพศ อายุข้อมูลปัจจัยที่มีผลที่ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อน โดยประยุกต์ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron) ร่วมกับขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation Learning Algorithm) เพื่อวิเคราะห์หาความเสี่ยงของการเกิดโรคแทรกซ้อน 2 โรค คือ โรคไตวายเรื้อรัง และโรคไขมันในเลือดสูง และสอดคล้องสนับสนุนกับ Chien-Lung Chan (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการสอบสวนของภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ใช้ทฤษฎีและการวิเคราะห์เชิงตัวเลขสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทางสรีรวิทยา โดยใช้การวิเคราะห์ของการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้ C5.0 และโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า ผลการทำนาย ภาวะแทรกซ้อนจอประสาทตาโดยใช้ C5.0 เป็น 58.62 และ 74.73 และโครงข่ายประสาทเทียม เป็น 59.48 และ 99.86 และภาวะแทรกซ้อนของโรคไต โดยใช้ C5.0 เป็น 69.44 และ 81.36 และโครงข่ายประสาทเทียม เป็น 74.44 และ 98.55 ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป 1) ควรนำข้อมูลประวัติการรักษาด้านอื่น มาวิเคราะห์ข้อมูลในการสนับสนุนการตัดสินใจ เช่น ข้อมูลการนัดหมายผู้ป่วย การได้รับยา/เวชภัณฑ์ ข้อมูลการทำหัตถการ เพศ สมรส การสูบบุหรี่ 2) ควรนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลแบบอื่นๆมาใช้ในการค้นหาความสัมพันธ์เพื่อการพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อจะได้นำผล

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ในแต่ละเทคนิคมาทำการเปรียบเทียบ เพื่อเลือกเทคนิคที่ให้ค่าถูกต้องและแม่นยำมากที่สุด 3) ควรมีการนำข้อมูลจากประชากรในหลายพื้นที่มาวิเคราะห์ เพื่อศึกษาความแม่นยำของแบบจำลองโดยนำผลที่ได้จากการพยากรณ์เปรียบเทียบกับข้อมูลจริง 4) เนื่องจากการวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์สามารถทำได้หลากหลายวิธีการ ดังนั้นใน การศึกษาครั้งต่อไป ผู้ศึกษาจะมุ่งศึกษาเพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้แบบจำลองพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นหลังจากที่ผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวาน โรงพยาบาลปทุมธานี 2) นำแบบจำลองผลพยากรณ์ภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นไปใช้กลับการให้บริการผู้ป่วยเบาหวาน กลุ่มงานอายุรกรรม ห้องตรวจผู้ป่วยเบาหวาน โรงพยาบาลปทุมธานี 3) สามารถนำมาอธิบายให้ความรู้กับตัวผู้ป่วยเบาหวานหรือผู้ดูแลผู้ป่วยเบาหวาน ในการดูแลรักษา และให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของแพทย์ 4) เป็นแนวทางให้เจ้าหน้าที่/แพทย์ ทำการรักษาดูแลผู้ป่วยเบาหวานในการกำหนดมาตรการป้องกัน เฝ้าระวังแก้ไข เพื่อลดอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคอื่นในผู้ป่วยเบาหวาน 5) ลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็น อัมพฤกษ์ อัมพาต ของผู้ป่วยเบาหวาน 6) ลดอัตราเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของผู้ป่วยเบาหวาน 7) ลดค่าใช้จ่ายงบประมาณในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน

เอกสารอ้างอิง

เกวลี ผาใต้ (2553) “การพยากรณ์โอกาสเกิดภาวะเสี่ยงของผู้ป่วยเบาหวานโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม” การศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ขจรศักดิ์ ศรีอ่อน (2552) “การทำนายสาเหตุของเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้องโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาคกลาง วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) สาขาวิกรรมไฟฟ้า ภาควิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จริยาพร จำปา. (2553) “การพยากรณ์ความต้องการทรัพยากรห้องสมุดโดยวิธีกฎความสัมพันธ์ของห้องสมุดการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ฝ่ายสารสนเทศ โรงพยาบาลปทุมธานี (2556) รายชื่อผู้ป่วยเบาหวาน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2553 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม 2556 จำนวน 17,043 คน

ฟูไดละห์ ดือมอง (2552) “AMFIST: ขั้นตอนวิธีสำหรับการค้นหากลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยโดยรองรับรายการข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน” วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิชัย เอกพลากร. การศึกษาพัฒนาดัชนีความเสี่ยงต่อเบาหวาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์เวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

วิภา เจริญภัณฑารักษ์ (2555) "หลักการพื้นฐานของการทำเหมืองข้อมูล" ใน ประมวลสาระชุดวิชาคลังข้อมูล เหมืองข้อมูล และธุรกิจอัจฉริยะ=Data warehouse data mining and business intelligence 8, 1-33 นนทบุรี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโรคเบาหวานและโรคแทรกซ้อน กรุงเทพมหานคร: สาขาวิชาต่อมไร้ท่อ และเมตะบอลิสึม ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อังคณา พิจารโชติ (2552) "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวาน โดยใช้เทคนิคดาต้าไมน์นิ่ง" การศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารรับรองทดลองใช้ "ระบบนำเสนอผลการพยากรณ์โอกาสการเกิดโรคอื่นที่เกี่ยวข้องจากการเป็นโรคเบาหวาน " กลุ่มงานการพยาบาลผู้ป่วยนอก/ศูนย์เปล โรงพยาบาลปทุมธานี เลขที่ ปท 0032.210.2/239 ลงวันที่ 20 กรกฎาคม 2557

Chien-Lung Chan (2008),Investigation of diabetic microvascular complications using data mining techniques,Department of Information Management , Yuan Ze Univ., Chungli ,Yu- Chen Liu Shih-Hui Luo

Cunningham, S.J. & Frank, E. (1999). Market basket analysis of library circulation data. Proceedings of the sixth International Conference on Neural Information Processing 1999, Volume II, Perth, Western Australia.

R. Agrawal, T. Imielinski, and A. Sawami. "Mining Association Rules between Sets of Items in Large Databases". In Procceding of ACM SIGMOD, pp. 207-216, 1993.

Nicholson, S. and Stanton, J. (2003). Gaining strategic advantage through bibliomining: Data mining for management decisions in corporate, special, digital, and traditional libraries. Hershey PA: Idea Group Publishing.

R. Agrawal, R. Srikant. Fast Algorithms for Mining Association Rules (1994) Proc. 20th Int. Conf. Very Large Data Bases, VLDB