

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรัง กรณีของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง

A Decision Support System for Analyzing the Risk of Two Chronic Diseases : Diabetes Mellitus and Hypertension

นิชา นภาพร จงกะสิกิจ^{1*}

^{1*} คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 119 ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52100
โทรศัพท์ 054-237399 ต่อ 6000 e-mail : nicha_j@lpru.ac.th

บทคัดย่อ

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์หลักในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรัง กรณีของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง เพื่อนำไปใช้ประกอบการจำแนกประชากรเป็น 7 กลุ่มตามหลักเกณฑ์ของปิงปองจรรยาชีวิต 7 สี (วิชัย เทียนถาวร, 2556) จากการสำรวจเบื้องต้นพบปัญหาความคลาดเคลื่อนในการจัดแยกประชากรตามกลุ่มสี ซึ่งทำให้ไม่สามารถระบุจำนวนประชากรในกลุ่มสีต่างๆ ได้อย่างชัดเจน อันเนื่องมาจากปริมาณข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล และการบันทึกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นในการพัฒนาระบบจึงได้มีการนำเอาตัวแปรจำนวน 10 ตัวแปรตามหลักเกณฑ์ในการคัดกรองมาทำการสร้างเป็นโมเดล โดยใช้เทคนิค Decision Tree และเทคนิค K – nearest neighbor และทำการทดสอบโมเดลด้วยเทคนิค 10 Fold Cross Validation พบว่าเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องที่ดีกว่าคือร้อยละ 96.45 เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพจากการใช้งานมีความถูกต้องในการทำนายที่ร้อยละ 88.65 และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบอยู่ที่ 4.08

คำสำคัญ : ความดันโลหิตสูง, เบาหวาน, ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

Abstract

The aim of this research is to develop a decision support system for analyzing the risk of chronic disease in case of diabetes and hypertension. For classify people into 7 groups. The problem of collected data is the size of the database that contains a lot of information, and storing the data is incomplete. Therefore, the development used 10 variables for screening to create a model. By using Decision Tree technique and K - nearest neighbor technique and tested model with 10 Fold Cross Validation. The results showed that decision trees technique has most accurate. The accuracy is 96.45%. In performance test, the average of correct is 88.65 percent and the opinion of performance from stakeholder of the relevant is 4.08

Keywords : Diabetes Mellitus, Hypertension, decision support system

1. บทนำ

โรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่มีอัตราของผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตจากโรคดังกล่าวเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งข้อมูลทางสถิติของกลุ่มยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พบว่าในปี 2554 มีผู้เสียชีวิตด้วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงต่อจำนวนประชากรแสนคนในอัตรา 17.79 เพิ่มขึ้นจากปี 2553 ซึ่งมีอัตรา 14.65 (สำนักโรคไม่ติดต่อ, 2556) โดยในปีงบประมาณ 2556 กระทรวงสาธารณสุขได้มีนโยบายการเฝ้าระวัง ควบคุม ป้องกันโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โดยใช้แนวทางการทำงานภายใต้ชื่อ “ป้องกันจรรยาชีวิต 7 สี” ซึ่งมีหลักการในการแบ่งกลุ่มประชากรออกเป็น 7 กลุ่ม 7 สี (วิชัย เทียนถาวร, 2556) โดยมีเป้าหมายเพื่อคัดกรองประชาชนและลดอัตราการเจ็บป่วยและเสียชีวิตด้วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง จากการสำรวจเบื้องต้นพบปัญหาความคลาดเคลื่อนในการจัดแยกประชากรตามกลุ่มสี ซึ่งทำให้ไม่สามารถระบุจำนวนประชากรในกลุ่มสีต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน อันเนื่องมาจากปริมาณข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล และการบันทึกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวทางในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวิเคราะห์ ความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรัง กรณีของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวก ในการจัดแยกประชากรตามกลุ่มสี และให้คำแนะนำในการดูแลตนเองเบื้องต้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรัง กรณีของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง

2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดกรองโรคเรื้อรัง กรณีโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล

1) การรวบรวมข้อมูล

ในกระบวนการรวบรวมข้อมูลนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

1.1) การสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง โดยมีหัวข้อในการสัมภาษณ์ 2 ประการ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการคัดกรองผู้ป่วย อาทิ สิ่งที่ต้องสังเกต ลักษณะอาการที่พบโดยทั่วไป และขั้นตอนในการวิเคราะห์ผู้ป่วย อาทิ รูปแบบในการตรวจวัดความดันโลหิต และระดับน้ำตาลในเลือด

1.2) การศึกษาจากเอกสารและฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โรคเรื้อรัง ในกรณีของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคัดกรองความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรัง กรณีของโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง ฐานข้อมูลด้านสุขภาพประชากร

2) การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากรฐานข้อมูลของ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด จำนวน 2,000 รายการ ดังแสดงข้อมูลตัวอย่างจำแนกตามเพศ ในตารางที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลของผู้ที่ เข้ารับการคัดกรองโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงตามหลักเกณฑ์ป้องกันจรรยาชีวิต 7 สี ของปี พ.ศ. 2554 – 2555 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นตัวแปรนำเข้าจำนวน 10 ตัวแปรและตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 1 ตัวแปร ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลตัวอย่างจำแนกตามเพศ

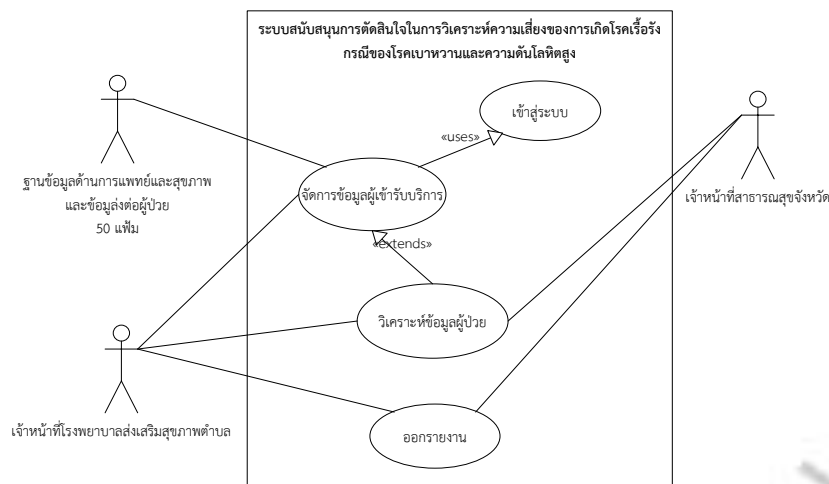
เพศ	จำนวน (ราย)
ชาย	982
หญิง	1,018
รวม	2,000

ตารางที่ 3 แสดงรายละเอียดของตัวแปร

ลำดับ	ชื่อตัวแปร	ความหมาย	ประเภทตัวแปร
1.	SBP	ความดันโลหิต ซิสโตลิก	ตัวแปรนำเข้า
2.	DBP	ความดันโลหิต ไดแอสโตลิก	ตัวแปรนำเข้า
3.	SMOKE	การสูบบุหรี่	ตัวแปรนำเข้า
4.	ALCOHOL	การดื่มสุรา	ตัวแปรนำเข้า
5.	DMFamily	ประวัติเบาหวานในญาติสายตรง	ตัวแปรนำเข้า
6.	HTFamily	ประวัติความดันโลหิตในญาติสายตรง	ตัวแปรนำเข้า
7.	FBS	ระดับน้ำตาลในเลือด	ตัวแปรนำเข้า
8.	BMI	ดัชนีมวลกาย	ตัวแปรนำเข้า
9.	WAIST_CM	เส้นรอบเอว	ตัวแปรนำเข้า
10.	Other	โรคประจำตัวอื่น ๆ	ตัวแปรนำเข้า
11.	Class	ผลการแบ่งกลุ่มตามเกณฑ์ป้องกันจรรยาชีวิต 7 สี	ตัวแปรผลลัพธ์

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบงานนั้น ได้มีการนำผลการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ โดยมีการใช้เนื้อหา 3 ส่วนในการวิเคราะห์ ได้แก่ รูปแบบการคัดกรองผู้ป่วยตามหลักการ “ป้องกันจรรยาชีวิต 7 สี” ฐานข้อมูลสุขภาพของประชากร และรูปแบบการวิเคราะห์และแสดงผลที่ต้องการ ทั้งนี้สามารถแสดงเป็นแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 แผนภาพยูสเคสของระบบงานที่พัฒนา

3.3 การทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบงานนั้น ได้มีการแบ่งรูปแบบการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

1) การทดสอบโดยผู้พัฒนา เป็นการทดสอบความถูกต้องของระบบที่พัฒนาขึ้นในด้านการโมเดลที่เลือกใช้ในการพัฒนาระบบ ด้านกระบวนการทำงานและความถูกต้องของการกรอกข้อมูล ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1.1) การทดสอบโมเดลที่สร้างขึ้นด้วยเทคนิค Decision Tree และ K-nearest neighbor เพื่อหาโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการทำนายผลลัพธ์ โดยมีการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลทั้ง 2 ด้วยเทคนิค 10 – Fold Cross Validation ทั้งนี้ได้มีการใช้ซอฟต์แวร์ Rapid Miner ในการสร้างตัวแบบและทดสอบ

1.2) การทดสอบกระบวนการทำงานและความถูกต้องในการกรอกข้อมูล โดยการใช้การทดสอบแบบทดสอบหน่วย (Unit Testing) เพื่อหาข้อผิดพลาดในการทำงาน โดยข้อมูลตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลสมมติ และข้อมูลบางส่วนจากข้อมูลตัวอย่างที่นำมาใช้ในการสร้างโมเดล

2) การทดสอบร่วมกับผู้ใช้งาน เป็นการทดสอบโดยผู้ที่เกี่ยวข้องกับการคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง ในด้านของความถูกต้องของการวิเคราะห์ผล โดยการนำข้อมูลตัวอย่างมาทำการทดสอบผ่านการทำงานของระบบ และประเมินความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบ โดยมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

4. ผลวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยสามารถแสดงผลการวิจัยได้ดังนี้

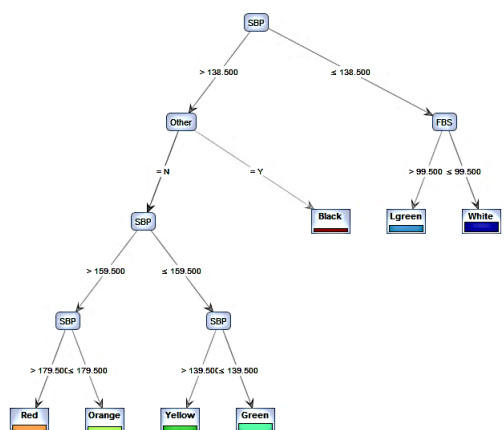
4.1 การสร้างโมเดล และทดสอบโมเดล

ในการสร้างโมเดลต้นแบบเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบนั้นได้มีการใช้โมเดล 2 รูปแบบ คือ Decision Tree และ K-nearest neighbor ซึ่งมีโมเดลที่เลือกมานั้นมีการนำไป

ประยุกต์ใช้ในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลกับการวิเคราะห์จัดกลุ่มข้อมูลทางด้านการแพทย์ โดยมีการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลทั้ง 2 ด้วยเทคนิค 10 – Fold Cross Validation และมีข้อมูลในการทดสอบเพื่อนำไปสร้างเป็นโมเดล จำนวน 2,000 รายการ ซึ่งมีผลการวัดประสิทธิภาพดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง

โมเดล	ความถูกต้อง (%)
Decision Tree	96.40
K-nearest neighbor	92.80

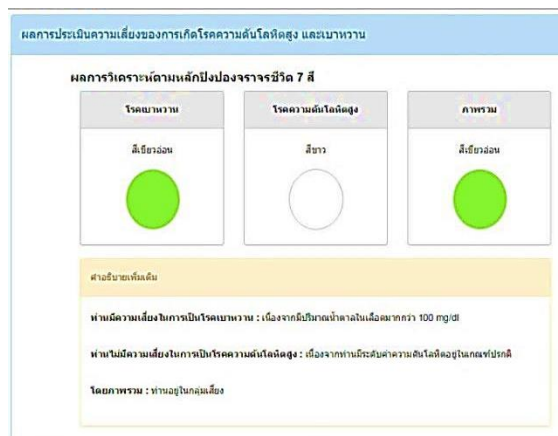


ภาพที่ 2 แสดงตัวอย่างโมเดล Decision Tree ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Rapid Miner

4.2 การพัฒนาระบบงาน

ในการพัฒนาระบบนั้น ได้มีการพัฒนาระบบด้วยภาษา PHP และระบบจัดการฐานข้อมูลด้วย MySQL โดยได้มีการประยุกต์ใช้โมเดล Decision Tree ในการสร้างเงื่อนไขเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีตัวอย่างการแสดงผลดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4

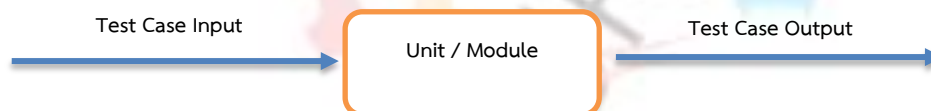
ภาพที่ 3 แสดงหน้าจอแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง



ภาพที่ 4 แสดงหน้าจอผลการประเมินความเสี่ยงในการเกิดโรคความดันโลหิตสูงและเบาหวาน

4.3 การทดสอบการทำงานของระบบ

ขั้นตอนในการทดสอบการทำงานของระบบเป็นการทดสอบกระบวนการทำงานและความถูกต้องในการกรอกข้อมูล โดยใช้วิธีการทดสอบซอฟต์แวร์แบบทดสอบหน่วย (Unit Testing) ใช้กรณีในการทดสอบจำนวน 500 กรณี แบ่งออกเป็นกรณีปกติจำนวน 250 กรณี และกรณีที่ไม่ปกติ จำนวน 250 กรณี ซึ่งจากการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นให้ผลการทดสอบที่สามารถให้ผลการทดสอบของกรณีทดสอบปกติและกรณีไม่ปกติได้อย่างถูกต้องในทุกกรณี



ภาพที่ 5 แสดงขั้นตอนการทดสอบด้วยเทคนิคกล่องขาว (White Box)

4.4 การประเมินคุณภาพระบบ

ระบบงานที่พัฒนาขึ้น สามารถคัดกรองผู้ป่วยตามเกณฑ์ “ป้องกันจรรยาชีวิต 7 สี” ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง โดยมีความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเฉลี่ยที่ร้อยละ 88.65 เมื่อเปรียบเทียบกับการตัดสินใจจริง ดังแสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มตามเกณฑ์ป้องกันจรรยาชีวิต 7 สี

เกณฑ์ (สี)	ผลการวิเคราะห์ด้วยระบบ (คน)	ผลลัพธ์จากฐานข้อมูล (คน)	ความคลาดเคลื่อน (คน)
กลุ่มปกติ (สีขาว)	565	498	67
กลุ่มเสี่ยง (สีเขียวอ่อน)	325	307	18
กลุ่มป่วยระดับที่ 0 (สีเขียวเข้ม)	362	453	91
กลุ่มป่วยระดับที่ 1 (สีเหลือง)	224	196	28

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มตามเกณฑ์ป้องกันจราจรชีวิต 7 สี (ต่อ)

เกณฑ์ (สี)	ผลการวิเคราะห์ด้วยระบบ (คน)	ผลลัพธ์จากฐานข้อมูล (คน)	ความคลาดเคลื่อน (คน)
1. กลุ่มป่วยระดับที่ 2 (สีส้ม)	168	186	18
2. กลุ่มป่วยระดับที่ 3 (สีแดง)	263	265	2
3. กลุ่มป่วยรุนแรง (สีดำ)	93	95	3
รวม	2,000	2,000	227

จากผลการประเมินผลโดยผู้ที่เกี่ยวข้องกับการคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงสามารถสรุปผลความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นได้ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรัง กรณีโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ความเหมาะสมของรูปแบบการแสดงผล	4.20	0.676
2. ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเข้าข้อมูล	4.13	0.743
3. ความถูกต้องของการวิเคราะห์ผลของระบบ	4.00	0.655
4. ระบบไม่เหมาะสมในการใช้งาน	1.67	0.724
5. ภาพรวมของระบบ	4.00	1.00
ค่าเฉลี่ยโดยรวม (1-3,5)	4.08	0.536

6. สรุปผลและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการดำเนินงานเพื่อจำแนกกลุ่มประชากรออกเป็น 7 กลุ่ม ตามภาวะเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรัง ในกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูง ตามแนวทางการดำเนินงาน ป้องกันจราจรชีวิต 7 สี ที่เป็นนโยบายของกระทรวงสาธารณสุข โดยมีการประยุกต์ใช้เทคนิคทางด้านเหมืองข้อมูลในการสร้างตัวแบบเนื่องจากเทคนิคด้านเหมืองข้อมูลมีการนำไปใช้ในการจำแนกข้อมูลอย่างแพร่หลาย อาทิ การจำแนกผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดและผู้ป่วยโรคหัวใจรูปแบบอื่น (นงเยาว์ ในอรุณ และพรณี สิทธิเดช, 2554) ระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์โรคหลอดเลือดแดงโป่งพองโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (นพรัตน์ พจนจิราภรณ์ และคณะ, 2558) และระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับระบุพันธุ์เห็ดในประเทศไทย (วิณาวดี ม่วงอัน และคณะ, 2558) ที่ใช้เทคนิค Decision Tree และ K-nearest neighbor ในการจำแนกข้อมูล นอกจากนี้ยังมีเทคนิคที่น่าสนใจคือ เทคนิคระบบอนุมานนิวโรฟฟิซซีแบบปรับตัวได้ซึ่ง นิภาพร อนุวงศ์ และคณะ (2558) ได้นำมาใช้กับการทำนายผลสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาโดยระบบอนุมานนิวโรฟฟิซซีแบบปรับตัวได้ ซึ่งจากผลการทดลองข้อคิดเห็นว่าควรมีการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสำเร็จการศึกษาก่อน เนื่องจากเทคนิคระบบอนุมานนิวโรฟฟิซซีแบบปรับตัวได้นั้นมีข้อจำกัดด้านตัวแปรที่ใช้เป็นตัวอินพุต จากศึกษาเทคนิคต่าง ๆ ผู้วิจัยได้คัดเลือกเทคนิค Decision Tree และ K-nearest neighbor มาใช้ในการวิจัยและเมื่อนำมาใช้

ในการทดสอบกับข้อมูลตัวอย่างที่ได้รับจากสำนักงานสาธารณสุข จังหวัดลำปาง พบว่าเทคนิค Decision Tree ให้ผลการทำนายที่ถูกต้องมากกว่าคือ ร้อยละ 96.40 จึงนำไปใช้ในการพัฒนาระบบ จากผลการดำเนินงานทดสอบระบบพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเฉลี่ยที่ร้อยละ 88.65 ทั้งนี้ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากความคลาดเคลื่อนในการบันทึกข้อมูล การบันทึกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ และการขาดข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์ผล อาทิ การตรวจหาปริมาณน้ำตาลในกระแสเลือด เป็นต้น และเมื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการคัดกรองโรคเรื้อรังกรณีเบาหวานและความดันโลหิตสูง โดยการใช้แบบสอบถาม และการทดลองใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น พบว่ามีค่าความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพที่ 4.08 ซึ่งในการประเมินผลนั้นใช้วิธีการเดียวกันกับ พิรภพ จันทรแสนต่อ (2555) ที่ได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการน้ำดื่มชุมชน กรณีศึกษาชุมชนบ้านบุญเกิด อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ซึ่งมีผลการประเมินในระดับปานกลาง

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัย คณะอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้ข้อคิดเห็น คำติชมในการจัดทำ รวมถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ประสบระหว่างการดำเนินการวิจัย และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดลำปาง ที่มอบตัวอย่างข้อมูลสำหรับการดำเนินการวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

- กองสุศึกษา กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. (2556). ระบบการเฝ้าระวังพฤติกรรมสุขภาพเพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเสี่ยงของกลุ่มปกติ /เสี่ยง/ป่วย โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ในประเทศไทย : นโยบายสู่การปฏิบัติ สำหรับสถานบริการสุขภาพระดับปฐมภูมิ. กระทรวงสาธารณสุข.
- นงเยาว์ ในอรุณ และพรณี สิทธิเดช. (2554). การจำแนกผู้ป่วยโรคหัวใจขาดเลือดและผู้ป่วยโรคหัวใจรูปแบบอื่นโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 7, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ.
- นพรัตน์ พงษ์จิราภรณ์, จีระศักดิ์ น้าประดิษฐ์ และศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์. (2558). ระบบสนับสนุนทางการแพทย์เพื่อวิเคราะห์ตรวจคัดกรองเลือดแดงโป่งพองโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษาการรักษาหลอดเลือดแดงโป่งพองผ่านสายสวน. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 11, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ.
- นิภาพร อนุวงศ์, ฤทธิ ประเสริฐ ธิติพงษ์ และวิจักขณ์ ศรีสัจจะเลิศวาจา. (2556). การทำนายผลสำเร็จการศึกษาของนักศึกษา โดยระบบอนุมานนิวโรฟัซซีแบบปรับตัวได้. วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2558, หน้า 34-45.

- พิรภพ จันทรแสนต่อ. (2555). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการน้ำดื่มชุมชน กรณีศึกษา ชุมชนบ้าน บุญเกิด ตำบลพระบาท อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง. วารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง, ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 ตุลาคม 2554 – มีนาคม 2555, หน้า 35-47.
- วิชัย เทียนถาวร. (2556). ระบบการเฝ้าระวัง ควบคุม ป้องกัน โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง ในประเทศไทย : นโยบายสู่การปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- วีณาวิดี ม่วงอ้น, กรัญญา สิทธิสงวน และเสาวลักษณ์ อร่ามพวงสานุวัต. ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับระบุ พันธุ์เห็ดในประเทศไทย. วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏลำปาง, ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2558, หน้า 92 – 100.
- สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2556). รายงานประจำปี 2556. กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข.
- สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (มปป). โรคความดันโลหิตสูง. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.
- สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (มปป). โรคเบาหวานป้องกันได้เพียงรู้ และเข้าใจ. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.