

โปรแกรมประยุกต์สำหรับประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน

Application Program for Diabetes Risk Assessment

เจตจำนง เจริญสง่า , พุทธรณ์ เกษิต, รุ่งนภา ประเสริฐทรัพย์, ณรงค์ศักดิ์ พุดผือก และ สุพัฒน์ สุขเกษม

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
Emails: jatjamnong.ja@gmail.com, phuttamon.fern@gmail.com, kang-aran@hotmail.com,
narongsak.put@csit.rru.ac.th, suphat.suk@csit.rru.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับทำนายความเสี่ยงโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างประกอบไปด้วยกลุ่มผู้ป่วยและคนปกติ โดยข้อมูลจะถูกนำส่งเข้าตัวแบบทำนาย ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และใช้วิธีเค-โฟลด์ ครอส-แวริเดชัน เพื่อวัดประสิทธิภาพในสร้างตัวแบบทำนาย โปรแกรมประยุกต์พัฒนาด้วย Android studio และ LibSVM ผลการทดลองพบว่าตัวแบบทำนายมีความแม่นยำ 94.59 % และผลลัพธ์การประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

ABSTRACT

The purpose of this project is to design and develop an application program for diabetes risk assessment using support vector machine. The data sets consisted of patients in a hospital and non-patients. Then, this data sets were transferred to the SVM prediction model and k-fold cross validation to measure the performance of the prediction model created. The application program was developed using Android studio and LibSVM. The experimental results showed that the accuracy of prediction model was at 94.59% and the results of efficiency evaluation was at a good level.

คำสำคัญ– โรคเบาหวาน; การประเมินความเสี่ยง; ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน; โปรแกรมประยุกต์

1. บทนำ

โรคเบาหวานเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญของโลกและมีแนวโน้มของผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น สมาพันธ์เบาหวานนานาชาติได้รายงานสถานการณ์ของผู้ป่วยทั่วโลกมีแล้ว 285 ล้านคนและใน พ.ศ. 2573 จะมีผู้ป่วยทั่วโลกเพิ่มขึ้นมากกว่า 435 ล้านคน [1,2] ในประเทศไทยพบว่าในประชากรทุก ๆ 100 คนจะป่วยเป็นโรคเบาหวานร้อยละ 8 สำหรับคนที่อายุเกิน 35 ปี ป่วยร้อยละ 9.6 และอายุเกิน 65 ปี ป่วยร้อยละ 18 ซึ่งส่งผลกระทบต่อร่างกาย จิตใจ สังคมและเศรษฐกิจ นอกจากนี้ผู้ป่วยยังต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาประมาณ 8,600 บาทต่อปีต่อคน [2] ดังนั้นการที่ประชาชนทั่วไปสามารถตรวจสอบได้ว่าตนเองมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานหรือไม่ จะทำให้สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมและทำการรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันสมาร์ทโฟนได้รับความนิยมและใช้งานง่าย ดังนั้น การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ทโฟนจะทำให้เกิดความ สะดวกแก่ผู้ที่ต้องการประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวานด้วยตนเอง จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการนำตัวแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ประยุกต์เพื่อประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน [3] ซึ่งให้ผลลัพธ์ ถูกต้องแม่นยำสูง แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัย [4] ได้ทำการ เปรียบเทียบผลการทำนายโรคพาร์กินสันด้วยเทคนิคซัพพอร์ต เวกเตอร์แมชชีน โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ และ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งผลการทดลองพบว่าตัวแบบทำนายที่ใช้ เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีความแม่นยำสูงสุด

ดังนั้นโครงการนี้จึงออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิคซัพพอร์ต

เวกเตอร์แมชชีน เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงและให้ความรู้เกี่ยวกับโรคเบาหวาน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1. โรคเบาหวาน

อินซูลินฮอร์โมนชนิดนี้มีหน้าที่คอยช่วยให้ร่างกายเผาผลาญพลังงานในการดำเนินชีวิต โรคเบาหวานเกิดจากความผิดปกติในการทำหน้าที่ของอินซูลิน ซึ่งส่งผลทำให้กระบวนการเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนผิดปกติ โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังที่พบบ่อยที่สุดในต่อมไร้ท่อ โดยมักพบในคนที่มีอายุ 30 ปีขึ้นไป นอกจากนี้พ่อแม่ที่เป็นโรคเบาหวานมีโอกาสถ่ายทอดไปยังลูกหลาน ซึ่งนอกจากพันธุกรรมแล้ว วิธีการดำเนินชีวิต การรับประทานอาหาร อายุสูงขึ้น น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และขาดการออกกำลังกาย ยังมีส่วนสำคัญในการก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานด้วย[5]

2.2. ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เป็นเทคนิคในการแก้ปัญหาด้านการเรียนรู้จากรูปแบบข้อมูล โดยการหาสมการที่สร้างเส้นแบ่งแยกกลุ่มข้อมูลที่ติดที่สุดจากการป้อนข้อมูลเข้าสู่กระบวนการสอน สำหรับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนนั้นถูกออกแบบมาใช้กับข้อมูลที่เป็นเชิงเส้น แต่โดยทั่วไปแล้วข้อมูลโดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งมีการนำเคอร์เนลมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยการเปลี่ยนแปลงมิติของข้อมูล เคอร์เนลที่นิยมใช้มีอยู่ 3 ชนิด ด้วยกันคือ โพลีโนเมียล (Polynomial) เรเดียลเบสฟังก์ชัน (Radial Basis Function-RBF) และซิกมอยด์ (Sigmoid) [6]

2.3. การวิเคราะห์ความแม่นยำของตัวแบบด้วย k-fold cross validation

เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบทำนายที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย [8] โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็น ส่วน ๆ (fold) และนำข้อมูลบางส่วนมาใช้ในการตรวจสอบผลลัพธ์ ใน

การแบ่งข้อมูลจะมีการแบ่งออกมา เป็น k ชุดเท่า ๆ กัน และทำการคำนวณค่าความแม่นยำจำนวน k รอบ โดยแต่ละรอบข้อมูล k-1 จะถูกใช้สำหรับการเรียนรู้และ ใช้ข้อมูลชุดที่ไม่ได้นำมาเรียนรู้มาทดสอบ ดังตัวอย่างในรูปที่ 1

Total data: [1][2][3][4][5]

Iteration 1: Train [2][3][4][5], test [1]

Iteration 2: Train [1][3][4][5], test [2]

Iteration 3: Train [1][2][4][5], test [3]

Iteration 4: Train [1][2][3][5], test [4]

Iteration 5: Train [1][2][3][4], test [5]

รูปที่ 1. ตัวอย่างการวัดความแม่นยำด้วย 5-fold Cross Validation

3. วิธีดำเนินการ

3.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างมาจากสำนักงานสาธารณสุขอำเภอบางน้ำเปรี้ยวซึ่งเป็นหน่วยงานที่เก็บข้อมูลผู้ป่วยที่มาใช้บริการรักษาที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่สังกัดในอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 314 คน และ กลุ่มคนปกติที่เก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม จำนวน 300 คน

3.2. การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงและตรวจสอบข้อมูล

3.2.1. นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์วิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวาน และจัดกลุ่มข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ได้แก่ เพศ อายุ ค่าความดันโลหิต เส้นรอบเอว น้ำหนัก ส่วนสูง ระดับคอเลสเตอรอล ส่วนที่ 2 ข้อมูลความเสี่ยงจากกรรมพันธุ์ ได้แก่ ประวัติการเป็นโรคเบาหวานของพ่อแม่ ประวัติการเป็นโรคความดันโลหิตสูงของพ่อแม่ และ ส่วนที่ 3 ลักษณะการใช้ชีวิตประจำวัน ได้แก่ สูบบุหรี่ ดื่มแอลกอฮอล์ การออกกำลังกาย รับประทานอาหารหวาน รับประทานอาหารเค็ม รับประทานอาหารมัน การรับประทานอาหารปกติ

3.2.2. ทำการตรวจสอบข้อมูลที่ขาดหายหรือข้อมูลที่เป้นค่าว่างปรับปรุงจัดเรียงข้อมูลให้ถูกต้องและเหมาะสม พบว่ามี ปัจจัยที่มีข้อมูลที่ขาดหายมาก คือ ระดับคอเลสเตอรอล รับประทานอาหาร

อาหารหวาน รับประทานอาหารเค็ม รับประทาน อาหารมัน การ
รับประทานอาหารปกติ จึงทำการตัดออก

3.2.3. ทำการแทนค่าข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถ
นำไปใช้งานได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. การแปลงค่าปัจจัยความเสี่ยงของโรคเบาหวาน

| ปัจจัย | แทนค่า |
|---|---|
| เพศ | ชาย=1, หญิง=2 |
| อายุ | ตัวเลขอายุจริง |
| ความดันโลหิตค่าบน | ความดันโลหิตค่าบนจริง |
| ความดันโลหิตค่าล่าง | ความดันโลหิตค่าล่างจริง |
| เส้นรอบเอว | ค่าเส้นรอบเอวจริง |
| น้ำหนัก | ค่าน้ำหนักจริง |
| ส่วนสูง | ค่าส่วนสูงจริง |
| ประวัติการเป็นโรคเบาหวานของ พ่อแม่ | ไม่มี =0, มี=1 |
| ประวัติการเป็นโรคความดัน โลหิตสูงของพ่อแม่ | ไม่มี =0, มี=1 |
| สูบบุหรี่ | ไม่เคย=0, เคย=1 |
| ดื่มแอลกอฮอล์ | ไม่เคย=0, เคย=1 |
| การออกกำลังกาย | 1 = ออกกำลังกายทุกวัน 2 = ออกกำลังกายสัปดาห์ มากกว่า 3 ครั้ง 3 = ออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 ครั้ง 4 = ออกกำลังกายน้อยกว่า สัปดาห์ละ 3 ครั้ง 5 = ไม่ออกกำลังกาย |

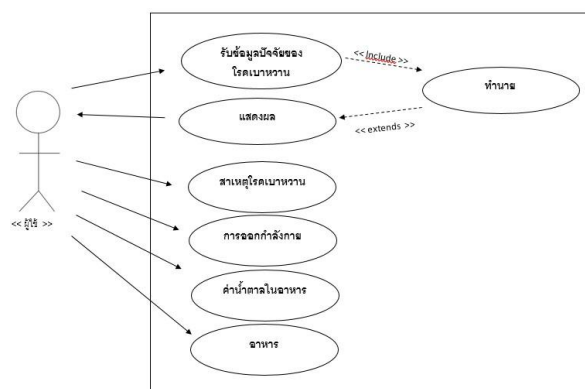
3.3. การสร้างตัวแบบทำนาย

เมื่อทำการแปลงค่าปัจจัยเสี่ยงดังตารางที่ 1 แล้ว ทำการแบ่ง
ข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่ม คือ คนปกติ และผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งมี
12 คุณลักษณะ โดยข้อมูลกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานจะทำการสุ่ม
ขึ้นมาให้มีขนาดใกล้เคียงกับกลุ่มคนปกติ จากนั้นทำการปรับ
รูปแบบของข้อมูลให้เป็นไปตามรูปแบบชุดข้อมูลฝึกสอนของ
LibSVM แล้วจึงนำไปฝึกสอนและทดสอบความแม่นยำกับตัว

แบบซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพื่อนำไปใช้เป็นตัวแบบทำนายใน
การประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวานของโปรแกรมประยุกต์

3.4. การวิเคราะห์และออกแบบโปรแกรมประยุกต์

3.4.1. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ ในโครงงานนี้ใช้
การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ ซึ่ง โปรแกรมประยุกต์
จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก คือ การ ทำนายความเสี่ยง
โรคเบาหวาน และ การให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ โรคเบาหวาน โดย
ผลการวิเคราะห์และออกแบบระบบแสดงดัง รูปที่ 2



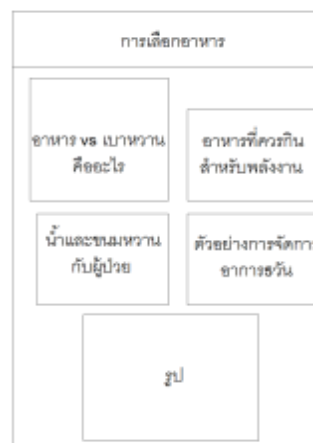
รูปที่ 2. Use Case Diagram

3.4.2. การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ในโครงงานนี้ได้
ทำการออกแบบส่วนกับประสานผู้ใช้ซึ่งประกอบ ไปด้วย

1. หน้าจอหลักของโปรแกรมประยุกต์ ดังรูปที่ 3
2. หน้าจอสอบถามข้อมูลสำหรับประเมินความเสี่ยง ดังรูป
ที่ 4
3. หน้าจอให้ข้อมูลสาเหตุการเกิดโรค ดังรูปที่ 5
4. หน้าจอให้ข้อมูลการเลือกอาหาร ดังรูปที่ 6
5. หน้าจอให้ข้อมูลการออกกำลังกาย ดังรูปที่ 7
6. หน้าจอให้ข้อมูลค่าน้ำตาลในอาหาร ดังรูปที่ 8
7. หน้าจอผลลัพธ์จากการประเมินความเสี่ยง ดังรูปที่ 9



รูปที่ 3. การออกแบบหน้าจอหลักของโปรแกรมประยุกต์



รูปที่ 6. การออกแบบหน้าจอข้อมูลการเลือกอาหาร

ข้อมูลพื้นฐานกรณกรอกให้ครบ

เพศ

☐ หญิง

☐ ชาย

อาชีพ

☐ รับราชการ / รัฐวิสาหกิจ

☐ ธุรกิจส่วนตัว

☐ พนักงานบริษัท

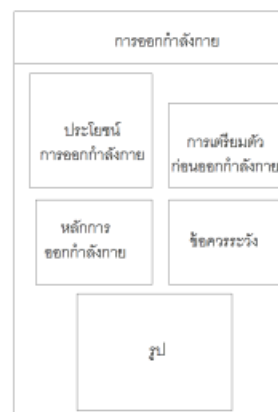
☐ รับจ้างทั่วไป

☐ นักเรียน / นักศึกษา

☐ อื่น ๆ

รอบเอว

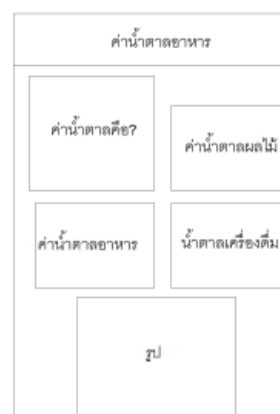
รูปที่ 4. การออกแบบหน้าจอสอบถามข้อมูลสำหรับประเมินความเสี่ยง



รูปที่ 7. การออกแบบหน้าจอข้อมูลการออกกำลังกาย



รูปที่ 5. การออกแบบหน้าจอข้อมูลสาเหตุการเกิดโรค



รูปที่ 8. การออกแบบหน้าจอข้อมูลค่าน้ำตาลในอาหาร



รูปที่ 9. การออกแบบหน้าจอให้ข้อมูลผลลัพธ์การประเมินความเสี่ยง

ทำนายดีที่สุดเท่ากับ 94.59% จึงเลือกค่า C และ gamma นี้มาใช้ในการสร้างตัวแบบทำนายสำหรับโปรแกรมประยุกต์

ตารางที่ 2. แสดงค่าความแม่นยำในการทำนายของตัวแบบ

| C | gamma | ค่าความแม่นยำ |
|--------|-----------|---------------|
| 32.0 | 0.5 | 92.43 |
| 2048.0 | 0.0078125 | 93.69 |
| 128.0 | 0.03125 | 93.87 |
| 8.0 | 0.125 | 94.59 |

3.5. การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวานโดยใช้ซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน โดยโครงการนี้เลือกพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และเครื่องมือ Android Studio 2.23 ซึ่งเป็น IDE Tool ที่พัฒนาโดย Google สำหรับการพัฒนาโปรแกรม สำหรับการสร้างตัวแบบทำนายด้วยซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน ได้เลือกใช้ LibSVM ซึ่งเป็นไลบรารีสำหรับซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีนที่พัฒนาโดย Chih-Chung Chang และ Chih-Jen Lin [7] และมีการใช้งานอย่างแพร่หลายโดย LibSVM มีรุ่นที่รองรับระบบปฏิบัติการระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ด้วย

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการสร้างตัวแบบทำนายด้วยซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน

โครงการนี้นำข้อมูลที่เตรียมสำหรับการสร้างตัวแบบทำนายในหัวข้อที่ 3.3 ไปทดสอบกับตัวแบบซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีนที่ใช้เคอร์เนลแบบ RBF และวัดความแม่นยำของตัวแบบทำนายด้วยวิธีทดสอบ 5-fold cross validation โดยการปรับเปลี่ยนค่า c และ ค่า gamma เพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับเคอร์เนลแบบ RBF ผลการทดลองดังตารางที่ 2 พบว่าค่า C = 8.0 และ ค่า gamma = 0.125 ให้ผลลัพธ์ความแม่นยำในการทำ

4.2. ผลการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

จากการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในข้อ 3.4 และ 3.5 ผู้พัฒนาได้ทำการสร้างโปรแกรมประยุกต์ โดยมีหน้าจอต่อไปนี้

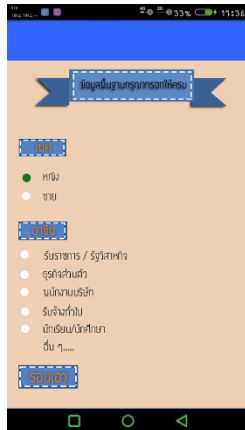
1. หน้าจอหลักของโปรแกรมประยุกต์ ที่แสดงภาพรวมของแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 10
2. หน้าจอของการทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความเสี่ยง ดังรูปที่ 11
3. หน้าจอให้ความรู้สาเหตุของการเกิดโรค และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันเบาหวานเบื้องต้น ดังรูปที่ 12
4. หน้าจอให้ความรู้เกี่ยวกับการเลือกอาหาร และแนะนำอาหารที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคเบาหวาน ดังรูปที่ 13
5. หน้าจอให้ความรู้ในการออกกำลังกายสำหรับผู้ป่วย ดังรูปที่ 14



รูปที่ 10. ภาพหน้าจอหลักของโปรแกรมประยุกต์

6. หน้าจอให้ความรู้เกี่ยวกับค่าน้ำตาลในอาหารที่มีอยู่
โดยประมาณและเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยดังรูปที่ 15

7. หน้าจอหน้าจอผลลัพธ์จากการประเมินความเสี่ยง ดัง
รูปที่ 16



รูปที่ 11. ภาพหน้าจอของแบบสอบถามการประเมินความเสี่ยง



รูปที่ 12. หน้าจอให้ความรู้สาเหตุของการเกิดโรค



รูปที่ 13. หน้าจอให้ความรู้การเลือกอาหาร



รูปที่ 14. หน้าจอให้ความรู้การออกกำลังกาย



รูปที่ 15. หน้าจอให้ความรู้ค่าน้ำตาลในอาหาร



รูปที่ 16. หน้าจอผลลัพธ์จากการประเมินความเสี่ยง

4.3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมประยุกต์

ในการทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมประยุกต์ โครงการนี้ใช้เทคนิค Black Box Testing โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์จำนวน 10 คน ซึ่งผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 3

สรุปการประเมินความพึงพอใจทั้ง 4 ด้าน คือ 1) การทำงาน ได้ตามฟังก์ชันอยู่ในระดับดีมาก 2) มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี 3) ง่ายต่อการใช้งานอยู่ในระดับดี 4) ความเหมาะสมของสีและภาพอยู่ในระดับดี โดยรวมเฉลี่ย 4 ด้านได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.20 พบว่าระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 3. ผลการประเมินการใช้งานระบบ

| รายการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | S.D. |
|------------------------|-----------|------|
| การทำงานได้ตามฟังก์ชัน | 4.50 | 0.50 |
| ประสิทธิภาพ | 4.00 | 0.74 |
| ง่ายต่อการใช้งาน | 4.25 | 0.40 |
| ความเหมาะสมของสีและภาพ | 4.25 | 0.40 |
| เฉลี่ย | 4.25 | 0.20 |

5. สรุป

โครงการนี้ เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนสมาร์ตโฟนเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิคซอฟต์แวร์แมชชีน ข้อมูลรายบุคคลมานำมาใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับการประเมินความเสี่ยง และซอฟต์แวร์แมชชีนสำหรับสร้างตัวแบบทำนาย

ผลการทดลองพบว่าค่า $C = 8.0$ และ ค่า $\gamma = 0.125$ ให้ผลลัพธ์แม่นยำที่สุดเท่ากับ 94.59% สำหรับตัวแบบทำนายซอฟต์แวร์แมชชีน และผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์จำนวน 10 คน พบว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานสาธารณสุขอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อรุณี สัมพันธ์, แสงทอง อีรทองคำ, นพวรรณ เปียชื่อ และ สมนึก สกุลหงส์โสภณ. “ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการป้องกันโรคเบาหวานในผู้ที่เสี่ยงต่อเบาหวาน”. ราชบัณฑิตยบาลสาร. ปีที่ 21 ฉบับที่ 1. หน้า 96-109.
- [2] วรณรา ชื่นวัฒนา และ นิชานาฏ สอนภักดี. “พฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเองของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ตำบลบางแม่นาง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี”. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัย ปทุมธานี. ปีที่ 6 ฉบับที่ 3. หน้า 163-170.
- [3] ชวิศา ยิสารคุณ, อรุณัฐ สุขสวัสดิ์ชน และ จักริน สุขสวัสดิ์ชน. โปรแกรมประยุกต์สำหรับประเมินความเสี่ยงที่มีต่อโรคเบาหวาน. The 3rd ASEAN Undergraduate Conference in Computing 2015. 2015.
- [4] สุรเดช บุญลือ, จักกฤษ เคล้าละม่อม และ แสงนภา วันเพ็ญ. “การทำนายโรคพาร์กินสันโดยใช้ซอฟต์แวร์แมชชีน”. CIT2011 & UniNOM2011. 20011.
- [5] รุ่งศักดิ์ ศิรินิยม และ สุจันทร์ ชันดี. “บทบาทพยาบาลในทีมสหสาขาวิชาชีพกับการดูแลผู้ป่วย”. วารสารพยาบาลสาธารณสุข. ปีที่ 30 ฉบับที่ 1
- [6] สุรเดช บุญลือ, ศิลา เต็มศิริฤกษ์กุล และ อาภรณ์ จันทราภิรมย์. “ระบุพรรณพืชด้วยสัญญาณวิทยาของใบโดยใช้ซอฟต์แวร์แมชชีน”. The National Conference on computing and Information Technology. 2009.
- [7] C.C. Chang and C.J. Lin, "LIBSVM: A Library for Support Vector Machines", ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST), Vol.2, No.3, pp.1-27, 2011.
- [8] วรวัช วาสนปรีชา, สุรณพรี ภูมิวุฒิสาร. “การยอมรับเทคโนโลยีด้วยวิธีการเหมืองข้อมูล”. การประชุมวิชาการระดับด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 7, หน้า 93-98.
- [1] อรุณี สัมพันธ์, แสงทอง อีรทองคำ, นพวรรณ เปียชื่อ และ สมนึก สกุลหงส์โสภณ. “ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการป้องกัน