

ระบบพยากรณ์ความเสี่ยงภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทผ่านสมาร์ทโฟน ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

ณัฐวดี หงษ์บุญมี^{1,*}, ดิณณภพ โตม่วง²

^{1,2}ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Received: 12 April 2020

Revised: 13 August 2021

Accepted: 5 November 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาระบบพยากรณ์ความเสี่ยงภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลผ่านสมาร์ทโฟน การดำเนินงานเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวน 500 ชุดข้อมูลประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองพยากรณ์โดยเลือกเปรียบเทียบ 3 เทคนิคได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ นาอ์ฟเบย์และโครงข่ายประสาทเทียม วัดประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย จากนั้นนำแบบจำลองไปวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทและนำแบบจำลองที่ได้ค่าประสิทธิภาพดีที่สุดมาพัฒนาแอปพลิเคชัน ผลการวิจัยพบว่า (1) แบบจำลองพยากรณ์ที่มีค่าประสิทธิภาพสูงสุดได้แก่แบบจำลองจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมมีค่าความถูกต้อง 94.60% ค่าความแม่นยำ 94.60% ค่าความระลึก 94.60% และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.218 (2) ผลการค้นหาค่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทพบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญสูงสุด คือ อาการปวดขาบริเวณสะโพกฝ่าเท้าหรือนิ้วเท้า รองลงมา ได้แก่ การนอนคว่ำบ่อยๆ และอาการขาไม่มีแรงตามลำดับ และ (3) ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ใช้งาน พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวม 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 อยู่ในระดับดี สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้งานได้จริงสามารถช่วยวิเคราะห์ความเสี่ยงโรคด้วยตนเองและแนะนำแนวทางการรักษาเบื้องต้นได้

คำสำคัญ : พยากรณ์ความเสี่ยง หมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท เหมืองข้อมูล โครงข่ายประสาทเทียม
แอปพลิเคชัน

* ผู้ประสานงานหลัก; อีเมล: nattavadeeho@nu.ac.th

Predictive System for Risk of Herniated Disc via Smartphone using Data Mining Techniques

Nattavadee Hongboonmee^{1,*}, Tinnapop Tomuang²

^{1,2}Department of Computer Science and Information Technology,
Faculty of Science, Naresuan University

Received: 12 April 2020

Revised: 13 August 2021

Accepted: 5 November 2021

Abstract

This research proposed a prediction system for the risk of herniated disc using data mining techniques on smartphone. A total of 500 data sets were collected and used for sample data. We applied three data mining techniques, namely, Decision Tree, Artificial Neural Network, and Naïve Bay to create three prediction system models. Then, the levels of efficiency of the three models were measured and compared in terms of accuracy value, precision value, recall value, and RMSE value. After that, the models were analyzed to identify the factors that affected the risk of the occurring of herniated disc and then the model with the highest efficiency was chosen for application development. The results revealed that (1) the most efficient model for prediction of herniated disc was the prediction model based on Artificial Neural Network technique with an accuracy of 94.60% , precision of 94.60% , recall of 94.60% and RMSE of 0.218; (2) the result of identifying the factors affecting the herniated disc revealed that the most important factor was the pain in the hips, soles or toes, to be followed by the frequent lying prone down, and the condition of weakening legs, respectively; and (3) the result of evaluation of the users' satisfaction with the developed system showed that the rating mean for users' satisfaction was 4.20 with standard deviation of 0.53, indicating that the users were satisfied with the system at the high level. In conclusion, the developed system is appropriate and can be applied for analysis of the risk of herniated disc. It helps the patients to analyze the risk of herniated disc on their own and can suggest guidelines for preliminary treatment of the disease.

Keywords: Risk Prediction, Herniated Disc, Data Mining, Artificial Neural Network, Application

* Corresponding Author; E-mail: nattavadeeho@nu.ac.th

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีอัตราผู้ป่วยด้วยภาวะหมอนรองกระดูกสันหลังทับเส้นประสาทในวัยทำงาน (อายุ 25-60 ปี) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น (Yingsakmongkol, 2018) เนื่องจากการทำงานที่เคร่งเครียดไม่มีการปรับเปลี่ยนอิริยาบถส่งผลให้ร่างกายเกิดความเสื่อม ลักษณะอาการของโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทผู้ป่วยมีอาการปวดจนถึงอาการปวดค่อนข้างมากขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรคซึ่งอาจจะต้องหยุดพักงานเป็นเวลานานเพื่อทำการบำบัดรักษา อย่างไรก็ตามโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทก็ถือเป็นโรคที่ก่อให้เกิดอุปสรรคในการดำเนินชีวิตประจำวันและคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยได้ ถึงแม้ว่าปัจจุบันวิวัฒนาการทางการแพทย์มีความเจริญก้าวหน้ามีการพัฒนาอุปกรณ์ทางการแพทย์ในการตรวจวินิจฉัยโรคที่มีความแม่นยำและรวดเร็วแต่การพัฒนาเครื่องมือช่วยในการตรวจวิเคราะห์และพยากรณ์โรคจำเป็นต้องอาศัยความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนเพื่อลดความเสี่ยงในขั้นตอนการตัดสินใจจำเป็นต้องใช้การพยากรณ์ที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนี้การประเมินความเสี่ยงในการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทเบื้องต้นจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนป้องกันรักษาและดูแลสุขภาพเนื่องจากการรักษาโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทต้องได้รับการดูแลรักษาที่เหมาะสมกับความรุนแรงและระยะเวลาที่ผู้ป่วยมีอาการ

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นคณะผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญของการพยากรณ์ความเสี่ยงภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทเพื่อช่วยคัดกรองความเสี่ยงด้วยตนเองเบื้องต้นจึงได้นำเทคโนโลยีเหมืองข้อมูลมาช่วยวิเคราะห์สร้างแบบจำลองและนำเทคโนโลยีสมาร์ตโฟนมาประยุกต์ใช้กับการดูแลสุขภาพ โดยการพัฒนาระบบพยากรณ์ความเสี่ยงภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทผ่านสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อสะดวกต่อการใช้งานและเป็นประโยชน์สำหรับบุคคลทั่วไปที่ต้องการทราบโอกาสเสี่ยงของตนเองในการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทให้สามารถวางแผนป้องกันและดูแลสุขภาพตนเองเบื้องต้นได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับพยากรณ์ความเสี่ยงโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท
3. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันช่วยพยากรณ์ความเสี่ยงผ่านสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานวิจัยนั้นได้มีการศึกษาและนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาประยุกต์ใช้ดังนี้

1. หมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท

หมอนรองกระดูกสันหลัง คือ เนื้อเยื่อชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่พองแรงที่รองรับระหว่างกระดูกสันหลังสองชิ้นทุกครั้งที่มีการเคลื่อนไหวกัมเยหมอนรองกระดูกสันหลังจะเป็นตัวรับน้ำหนักและรับแรงกระแทกระหว่างกระดูกเมื่ออายุมากขึ้นหรือใช้งานกระดูกสันหลังอย่างหนัก เช่น เล่นกีฬา ยกของหนัก หมอนรองกระดูกสันหลังก็จะเสื่อมหรือเคลื่อนหลุดออกมาและไปกดทับเส้นประสาทของกระดูกสันหลังได้ (Yingsakmongkol, 2018) โดยปกติหมอนรองกระดูกจะค่อยๆ เสื่อมสภาพตั้งแต่อายุ 25 ปี แต่ถ้าใช้น้ำหนักตัวมากร่างกายรับน้ำหนักตลอดเวลา นั่งทำงานนานๆ

ยกของหนักหรือสับบู้ห้ก็จะทำให้มีการเสื่อมของหมอนรองกระดูกสันหลังเร็วขึ้นทั้งนี้โรคของหมอนรองกระดูกที่พบได้บ่อย คือ โรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท (Herniated Disc) เกิดจากการเคลื่อนของหมอนรองกระดูกรวมถึงการแตกของหมอนรองกระดูก (Thai Health Promotion Foundation, 2019) ถ้าทิ้งไว้นานเส้นประสาทจะทำงานได้น้อยลงกล้ามเนื้อขาอ่อนแรงเดินและควบคุมการขับถ่ายไม่ได้อาจถึงขั้นเป็นอัมพฤกษ์อัมพาตดังนั้นเมื่อมีอาการควรพบแพทย์เพื่อทำการรักษา

2. เหมืองข้อมูล

เหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแยกประเภทจำแนกรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือคลังข้อมูลโดยมีวิธีต่างๆ หลายวิธี (Sinsomboonthong, 2015) ซึ่งรูปแบบการทำเหมืองข้อมูลนั้นได้รวบรวมความรู้จากหลายแขนงเข้าไว้ด้วยกันประกอบด้วยระบบการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) และการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) สำหรับการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่จำเป็นที่จะต้องให้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยวิเคราะห์และประมวลผลเพื่อให้เกิดความสะดวกและมีประสิทธิภาพ

3. ต้นไม้ตัดสินใจ

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นเทคนิคหนึ่งของการทำเหมืองข้อมูลสำหรับการจำแนกข้อมูล (Classification Rules) โดยเป็นการนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองพยากรณ์เพื่อการทำนายหรือการจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ โดยมีโครงสร้างในลักษณะที่เป็นต้นไม้ (Sinsomboonthong, 2015) โครงสร้างของต้นไม้ตัดสินใจประกอบด้วยโหนดราก (Root Node) กิ่ง (Branch) และโหนดใบ (Leaf Node)

4. โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) หลักการสำคัญคือความพยายามที่จะลอกเลียนแบบการทำงานของเซลล์ประสาทในสมองของมนุษย์เพื่อทำงานให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sinsomboonthong, 2015) ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer) ประกอบด้วยชั้นสัญญาณประสาทขาเข้า ชั้นสัญญาณประสาทขาออกและมีชั้นแอบแฝง (Hidden Layer) เพิ่มขึ้นโดยอยู่ส่วนกลางระหว่างชั้นนำข้อมูลป้อนเข้าและชั้นส่งข้อมูลออกทั้งนี้ชั้นแอบแฝงอาจมีมากกว่า 1 ชั้นได้

5. นาอ็ฟเบย์

นาอ็ฟเบย์ (Naïve Bayes) หรือการเรียนรู้แบบเบย์เป็นวิธีการเรียนรู้ที่อาศัยความน่าจะเป็นตามทฤษฎีของเบย์ (Bayes Theorem) เป็นขั้นตอนวิธีในการจำแนกข้อมูลโดยการเรียนรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาสร้างเงื่อนไขการจำแนกข้อมูลใหม่ (Suwanco et al., 2017) เหมาะกับกรณีของเซตตัวอย่างที่มีจำนวนมากและลักษณะของตัวอย่างไม่ขึ้นต่อกัน

6. การตรวจสอบแบบไขว้

การตรวจสอบแบบไขว้ (k-fold Cross Validation) (Sinsomboonthong, 2015) เป็นวิธีการทดสอบโดยแบ่งกลุ่มข้อมูลออกเป็น k กลุ่มข้อมูลในแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนเท่ากัน ข้อมูลจะถูกวนให้เป็นข้อมูลการสอน (Train Set) และข้อมูลทดสอบ (Test Set) ตัวอย่างเช่น การแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 5 กลุ่ม (k = 5) โดยในรอบที่ 1 จะใช้ชุดข้อมูล 2-5 เป็นชุดข้อมูลการสอนและใช้ชุดข้อมูลที่ 1 เป็นชุดข้อมูลทดสอบและทำการสับเปลี่ยนข้อมูลจนครบ 5 รอบอธิบายการทำงานดังแสดงในภาพที่ 1

Iteration 1: train on	2	3	4	5	test on	1
Iteration 2: train on	1	3	4	5	test on	2
Iteration 3: train on	1	2	4	5	test on	3
Iteration 4: train on	1	2	3	5	test on	4
Iteration 5: train on	1	2	3	4	test on	5

ภาพที่ 1 แสดงการแบ่งชุดข้อมูลแบบ k-fold โดยที่ k=5

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

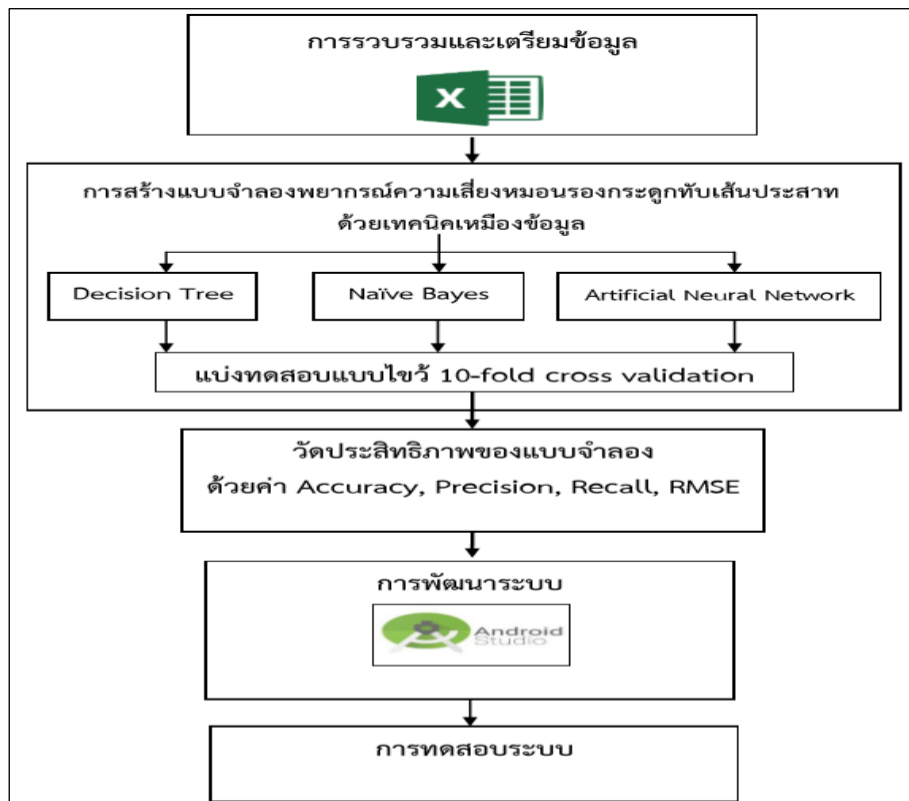
จากการศึกษาพบว่ามีการวิจัยจำนวนไม่น้อยได้พัฒนาขึ้นเพื่อพยากรณ์การเกิดโรคหลายโรค คณะผู้วิจัยศึกษางานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

Sripaoraya and Sinsomboonthong (2017) ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการจำแนกกลุ่มการเป็นโรคไตเรื้อรังโดยเลือกเปรียบเทียบ 7 เทคนิคได้แก่ วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด ต้นไม้ตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ฐานกฎการถดถอยลอจิสติกและนาอ์ฟเบย์ เพื่อวัดประสิทธิภาพการจำแนกกลุ่มโดยใช้ข้อมูลผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังของประเทศไทย ผลการทดลองพบว่าวิธีการจำแนกกลุ่มที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ ต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้อง 100% Bundasak, Srisawang and Tongkom (2016) ศึกษาเรื่องการคัดกรองสุขภาพสำหรับผู้เสี่ยงต่อการเป็นโรคข้อเข่าเสื่อมโดยใช้เหมือนข้อมูล เก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์จำนวน 383 ชุดข้อมูล เลือกใช้ 4 อัลกอริทึมจากเหมือนข้อมูล คือ ต้นไม้ตัดสินใจ โครงข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และนาอ์ฟเบย์ ผลการทดลองพบว่านาอ์ฟเบย์มีประสิทธิภาพค่าความถูกต้องสูงสุดที่ 92.14% Sangmanee et al. (2017) พัฒนาตัวแบบพยากรณ์การกลับมารักษาตัวซ้ำของผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิคเหมือนข้อมูล ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพด้านความถูกต้องของตัวแบบพยากรณ์การเกิดโรคเบาหวานเท่ากับ 85.50% Dokool, Thongkam and Sukmak (2014) ทำการวิจัยเรื่องการสร้างแบบจำลองเพื่อพยากรณ์การเกิดผลที่เท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานเพื่อช่วยในการวางแผนการรักษาและป้องกันการเกิดผลที่เท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและต้นไม้ตัดสินใจ ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองจากต้นไม้ตัดสินใจมีความแม่นยำการพยากรณ์ดีที่สุดที่ 75.90% AlAgha et al. (2018) ศึกษาการจำแนกพาหะเบต้าธาลัสซีเมียด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูลหลายเทคนิคโดยทำการแบ่งชุดข้อมูลทดสอบแบบไขว้ 10-fold Cross Validation ผลการศึกษาพบว่าเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการจำแนกได้ถูกต้องมากที่สุดที่ 99.73 %

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าเทคนิคเหมือนข้อมูล เช่น โครงข่ายประสาทเทียม ต้นไม้ตัดสินใจและนาอ์ฟเบย์เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพที่ดีในการจำแนกกลุ่มข้อมูล ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำเทคนิคเหมือนข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับการจำแนกและสร้างแบบจำลองพยากรณ์ความเสี่ยงโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยประกอบด้วยกรอบแนวคิดในการวิจัย 5 ขั้นตอนได้แก่ (1) การรวบรวมและเตรียมข้อมูล (2) การสร้างแบบจำลอง (3) การวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง (4) การพัฒนาระบบ และ (5) การทดสอบระบบ มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การรวบรวมและเตรียมข้อมูล

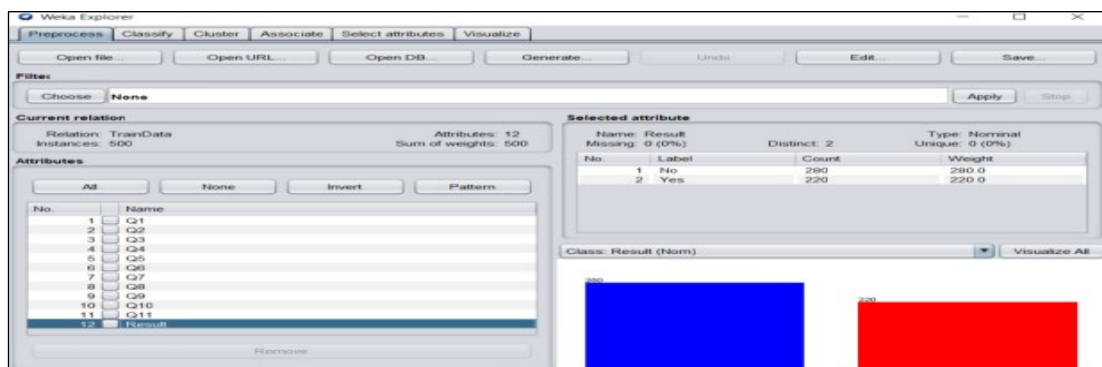
การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยศึกษาจากเอกสารหนังสืองานวิจัยและสอบถามข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาคัดเลือกปัจจัยตัวแปรสำหรับนำมาใช้สร้างแบบจำลองพยากรณ์ ซึ่งสามารถคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทได้จำนวน 11 ปัจจัย แบ่งระดับความเสี่ยงเป็น 2 ระดับ คือ มีความเสี่ยงและไม่มีความเสี่ยง ข้อมูลปัจจัยได้รับการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ รายละเอียดข้อมูลตัวแปรที่ใช้สำหรับวิเคราะห์มีรายละเอียดในตารางที่ 1 การเตรียมข้อมูลได้ดำเนินการจัดทำแบบสอบถามโดยเก็บข้อมูลจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างคละช่วงอายุและเพศรวบรวมข้อมูลจากโรงพยาบาลเอกชน 3 แห่งในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 500 ชุดข้อมูล ดำเนินการเก็บข้อมูลลงในโปรแกรม Microsoft Excel แล้วทำการแปลงข้อมูลเพื่อเข้าสู่โปรแกรม WEKA แบ่งเป็นมีความเสี่ยงจำนวน 220 ชุดข้อมูล ไม่มีความเสี่ยง จำนวน 280 ชุดข้อมูล

ตารางที่ 1 ข้อมูลตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์

ตัวแปร	ความหมาย	ค่าของตัวแปร
Q1	อายุอยู่ในช่วง 25-60 ปี	ใช่, ไม่ใช่
Q2	นั่งหลังโค้งหลังงอและนั่งก้มมองจอคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน	ใช่, ไม่ใช่
Q3	ชอบนั่งเก้าอี้ต่ำบ่อยๆ	ใช่, ไม่ใช่
Q4	มีภาวะน้ำหนักตัวเกินมาตรฐาน (overweight)	ใช่, ไม่ใช่
Q5	สูบบุหรี่	ใช่, ไม่ใช่
Q6	นอนคว่ำบ่อยๆ	ใช่, ไม่ใช่
Q7	ใช้รองเท้าส้นสูงบ่อยๆ	ใช่, ไม่ใช่
Q8	ยกของหนักด้วยท่าที่ไม่ถูกต้อง	ใช่, ไม่ใช่
Q9	เคยเกิดอุบัติเหตุช่วงบริเวณกระดูกสันหลัง	ใช่, ไม่ใช่
Q10	ปวดขาบริเวณสะโพกหรือฝ่าเท้าหรือนิ้วเท้า	ใช่, ไม่ใช่
Q11	ขาไม่มีแรง	ใช่, ไม่ใช่
Result	ผลลัพธ์การวิเคราะห์ความเสี่ยงโรค	มีความเสี่ยง, ไม่มีความเสี่ยง

การสร้างแบบจำลอง

จากการเตรียมข้อมูลทำให้ได้ตัวแปรนำเข้าจำนวน 11 ตัวแปรและตัวแปรผลลัพธ์จำนวน 1 ตัวแปรโดยชุดข้อมูลทั้งหมดจำนวน 500 ชุดข้อมูล นำข้อมูลที่จัดเตรียมทั้งหมดไปสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม WEKA เวอร์ชัน 3.8 เทคนิคเหมือนข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เลือกเปรียบเทียบ 3 เทคนิค คือ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ นาอ็พเบย์ และโครงข่ายประสาทเทียม



ภาพที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลในโปรแกรม WEKA

การวัดประสิทธิภาพแบบจำลอง

การวัดประสิทธิภาพแบบจำลองด้วยวิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10-fold Cross Validation และเป็นการจำแนกข้อมูลออกเป็นสองกลุ่ม คือ (1) กลุ่มที่ต้องการนำไปใช้เป็นข้อมูลการสอนหรือ Training Set (2) กลุ่มข้อมูลที่ต้องการนำไปใช้เป็นข้อมูลทดสอบหรือ Testing Set ทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ในอัตราส่วนของชุดข้อมูลการเรียนรู้และชุดข้อมูลการทดสอบแล้วสลับชุดข้อมูลเพื่อให้ได้รับการทดสอบจนครบ 10 ชุด ตัวชี้วัด

ประสิทธิภาพใช้การวัด 4 ตัวชี้วัด ได้แก่ (1) Accuracy คือ ค่าความถูกต้อง (2) Precision คือ ค่าความแม่นยำ (3) Recall คือ ค่าความระลึก และ (4) RMSE (Root Mean Square Error) คือ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณความผิดพลาดการพยากรณ์หมายความว่าถ้าค่าเข้าใกล้ศูนย์หรือมีค่าน้อยแสดงว่าแบบจำลองพยากรณ์ออกมาได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง (Manakitphaisan and Thaweesuk, 2018) ได้จากสมการดังนี้

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (1)$$

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

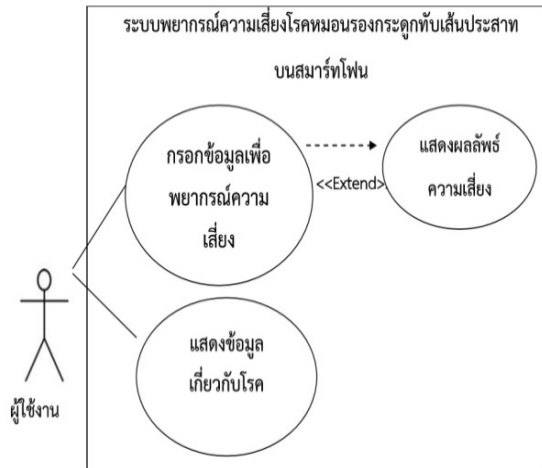
$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (4)$$

โดยที่ TP = ข้อมูลเป็นจริงและผลการทำนายบอกว่าจริง
TN = ข้อมูลเป็นข้อมูลไม่จริงและผลการทำนายบอกว่าไม่จริง
FP = ข้อมูลเป็นจริงแต่ผลการทำนายบอกว่าไม่จริง
FN = ข้อมูลเป็นข้อมูลไม่จริงแต่ผลการทำนายบอกว่าจริง
 Y_i = ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง
 $\hat{Y}_i$ = ค่าที่ได้จากการพยากรณ์
n = จำนวนนำเข้าทั้งหมด

การพัฒนาระบบ

เมื่อสร้างแบบจำลองพยากรณ์แล้วเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้งานจึงนำแบบจำลองไปพัฒนาเป็นระบบสารสนเทศมีขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบดังนี้ การออกแบบระบบเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของระบบจึงเลือกใช้แผนภาพ UML (Unified Modeling Language) แสดงฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดในระบบดังภาพที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยส่วนการพยากรณ์ความเสี่ยงมอนรอกกระดูกทับเส้นประสาทและส่วนข้อมูลความรู้เกี่ยวกับโรค



ภาพที่ 4 Use Case Diagram ของระบบ

Sigmoid Node 5	
Inputs	Weights
Threshold	-0.11402519257024608
Attrib Q1=Yes	-0.19065101518582853
Attrib Q2=Yes	-0.5925421663469992
Attrib Q3=Yes	-0.3698512800111977
Attrib Q4=No	0.3784105913043841
Attrib Q5=Yes	-0.1433061713833213
Attrib Q6=Yes	-0.18347820827620798
Attrib Q7=Yes	-0.026367159591298674
Attrib Q8=Yes	-0.4464240751694696
Attrib Q9=Yes	-0.3271523479547157
Attrib Q10=Yes	-1.0944612060925256
Attrib Q11=Yes	-0.8581548485131403

ภาพที่ 5 ค่าน้ำหนักของแอททริบิวต์ Hidden node 5

หลังจากขั้นตอนการออกแบบระบบแล้วจึงดำเนินการพัฒนาระบบงานด้วยโปรแกรม Android Studio และภาษา JAVA เป็นภาษาหลักในการพัฒนาสำหรับการพัฒนาระบบในรูปแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยนำแบบจำลองที่ได้จากการสร้างและทดสอบแบบจำลองที่มีค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุดซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แก่แบบจำลองจากโครงข่ายประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้ในการพยากรณ์ความเสี่ยงโรคหอนรองกระดูกทับเส้นประสาท

วิธีการแปลงแบบจำลองเป็นโค้ดสำหรับแอปพลิเคชันมีขั้นตอนดังนี้ นำค่าน้ำหนัก (Weight) ในแต่ละแอททริบิวต์และ Hidden Node ที่ได้จากการวิเคราะห์โดย WEKA ดังตัวอย่างในภาพที่ 5 เมื่อได้ค่าน้ำหนักของแต่ละแอททริบิวต์และ Hidden Node แล้วจึงนำค่าน้ำหนักของ Node ต่างๆ มาเขียนโค้ดด้วยภาษาจาวาเพื่อพัฒนาเป็นเงื่อนไขในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ความเสี่ยงต่อไป

```
double att2 = Nodeinput2(Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q10,Q11);
double att3 = Nodeinput3(Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q10,Q11);
double att4 = Nodeinput4(Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q10,Q11);
double att5 = Nodeinput5(Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q10,Q11);
double att6 = Nodeinput6(Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7,Q8,Q9,Q10,Q11);

double hd0 = Nodeoutput0(att2,att3,att4,att5,att6);
double hd1 = Nodeoutput1(att2,att3,att4,att5,att6);

double result = hd0+hd1;

return result;
```

ภาพที่ 6 ตัวอย่างโค้ดการวิเคราะห์ผลลัพธ์ความเสี่ยง

การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบใช้วิธีทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์ (Black Box Testing) ซึ่งเป็นการทดสอบระบบโดยภาพรวมว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ต้องการหรือไม่รวมทั้งหาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำระบบนี้ไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานจำนวน 30 คน ทดสอบฟังก์ชันต่างๆ ของระบบและประเมินความพึงพอใจในการใช้ระบบ ผลจากการทดสอบระบบมีผลลัพธ์ที่จะกล่าวในลำดับต่อไป

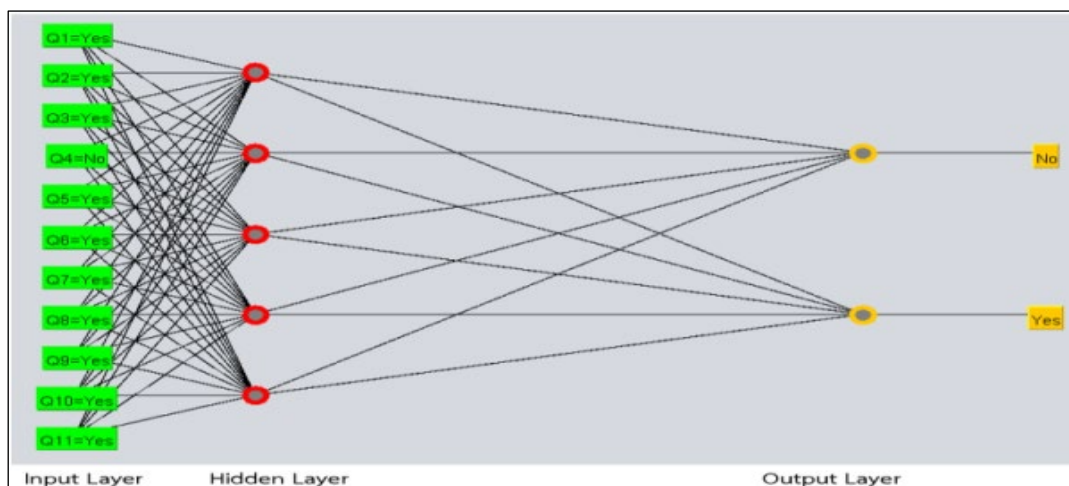
ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบจำลอง

ผลการสร้างแบบจำลองจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเลือกใช้อัลกอริทึม Multilayer Perceptron ใช้การแบ่งชุดข้อมูลด้วยการทดสอบแบบไขว้กำหนดค่า $K=10$ ซึ่งคิดเป็นอัตราข้อมูลทดสอบต่อข้อมูลฝึกสอนเป็นอัตราส่วน 10:90 ทำการกำหนดอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) ที่ 0.001 และปรับจำนวนโหนดของชั้นซ่อน (Hidden Layer) จาก 2 โหนดไปจนถึง 10 โหนด เพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของแบบจำลอง รายละเอียดดังตารางที่ 2 พบว่าแบบจำลองที่ดีที่สุด ได้แก่แบบจำลอง 11:5:2 ได้ค่าความถูกต้องสูงที่สุด (94.60%) คือ ชั้นข้อมูลนำเข้าจำนวน 11 โหนด ชั้นซ่อนจำนวน 5 โหนดและชั้นแสดงผลจำนวน 2 โหนด ซึ่งใช้อัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.2 ได้โครงข่ายประสาทเทียม ดังภาพที่ 7

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพของแบบจำลองจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

Model	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	RMSE
11:2:2	94.40	94.40	94.40	0.230
11:3:2	94.60	94.60	94.60	0.228
11:4:2	94.60	94.60	94.60	0.227
11:5:2	94.60	94.60	94.60	0.218
11:6:2	94.40	94.40	94.40	0.217
11:7:2	94.40	94.40	94.40	0.217
11:8:2	94.40	94.40	94.40	0.217
11:9:2	94.40	94.40	94.40	0.217
11:10:2	94.40	94.40	94.40	0.216



ภาพที่ 7 แบบจำลองที่ดีที่สุดของโครงข่ายประสาทเทียม

การทดสอบแบบจำลองจากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเลือกใช้อัลกอริทึม J48 ใช้การแบ่งชุดข้อมูลด้วยการทดสอบแบบไขว้กำหนดค่า $K=10$ เพื่อเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของแบบจำลอง พบว่าแบบจำลองมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 93.40% ส่วนการทดสอบแบบจำลองจากเทคนิคนาอิวเบย์ใช้การแบ่งชุดข้อมูลด้วยการทดสอบแบบไขว้กำหนดค่า $K=10$ พบว่าแบบจำลองมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 94.00%

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลอง

เทคนิค	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	RMSE
Decision Tree	93.40	93.40	93.40	0.239
Naïve Bayes	94.00	94.00	94.00	0.218
Artificial Neural Network	94.60	94.60	94.60	0.218

การทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์ความเสี่ยง (ตารางที่ 3) การพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน คือ ผลต่างระหว่างค่าที่พยากรณ์ได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าค่าใกล้เคียงกับศูนย์แสดงว่ามีความแม่นยำหรือความถูกต้องสูง ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ RMSE พบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและนาอิวเบย์มีค่า RMSE ที่แม่นยำสูงกว่าแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจโดยมีค่า RMSE ที่เท่ากัน คือ 0.218 ส่วนการพิจารณาค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกลับ พบว่าแบบจำลองจากโครงข่ายประสาทเทียมให้ประสิทธิภาพดีที่สุดโดยมีค่าความถูกต้อง 94.60% ค่าความแม่นยำ 94.60% ค่าความระลึกลับ 94.60% สูงกว่าแบบจำลองนาอิวเบย์ที่ได้ค่าความถูกต้องเท่ากับ 94.00% ค่าความแม่นยำ 94.00% ค่าความระลึกลับ 94.00% ดังนั้นจึงนำแบบจำลองที่สร้างจากโครงข่ายประสาทเทียมมาพัฒนาเป็นระบบสำหรับพยากรณ์ความเสี่ยงภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทบนสมาร์ตโฟนต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท

งานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองจากโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพสูงที่สุดมาวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรค โดยนำค่าความถูกต้องมาใช้ในการวัดระดับความสำคัญของตัวแปรที่มีผลต่อการพยากรณ์เพื่อเลือกตัวแปรที่ดีที่สุด แสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ปัจจัยทั้งหมดในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

ตารางที่ 4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคสูงสุด 3 อันดับ

ลำดับ	ปัจจัย	ค่าความถูกต้อง (%)
1	Q10: ปวดขาบริเวณสะโพกหรือฝ่าเท้าหรือนิ้วเท้า	90.40
2	Q6: นอนคว่ำบ่อยๆ	91.80
3	Q11: ขาไม่มีแรง	92.00

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคน้อยที่สุด

ลำดับ	ปัจจัย	ค่าความถูกต้อง (%)
1	Q5: สูบบุหรี่	94.00
2	Q7: ใช้รองเท้าส้นสูงบ่อยๆ	93.60
3	Q3: นั่งเก้าอี้ต่ำบ่อยๆ	93.00
4	Q4: น้ำหนักตัวเกินมาตรฐาน	93.00

จากตารางที่ 4-5 แสดงระดับความสำคัญของตัวแปรซึ่งเป็นปัจจัยในการพยากรณ์ พบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความเสี่ยงการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทโดยเรียงลำดับความสำคัญตามค่าความถูกต้องที่ลดลงมากที่สุด พบว่าการปวดขาบริเวณสะโพกฝ่าเท้าหรือนิ้วเท้ามีค่าความถูกต้องลดลงสูงสุด แสดงให้เห็นว่าลักษณะอาการปวดขาบริเวณสะโพกฝ่าเท้าหรือนิ้วเท้าส่งผลต่อการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทได้มากกว่าปัจจัยอื่นๆ รองลงมา ได้แก่ การนอนคว่ำบ่อยๆและอาการขาไม่มีแรง ส่วนปัจจัยที่ค่าความถูกต้องที่ลดลงน้อยที่สุด 3 อันดับ คือ การสูบบุหรี่ การใช้รองเท้าส้นสูงบ่อยๆ การนั่งเก้าอี้ต่ำและน้ำหนักตัวเกินมาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าการสูบบุหรี่ไม่ใช่ปัจจัยที่ส่งผลสูงสุดต่อการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท เช่นเดียวกับการใช้รองเท้าส้นสูงบ่อยๆ การนั่งเก้าอี้ต่ำบ่อยๆ และน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบเล็กน้อยต่อการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท

3. แอปพลิเคชันช่วยพยากรณ์ความเสี่ยงโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท

3.1 ผลการพัฒนาระบบ

ผลการพัฒนาระบบในรูปแบบแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถวิเคราะห์ความเสี่ยงโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทว่ามีความเสี่ยงอยู่ในระดับใดโดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือในการพยากรณ์และให้ความรู้เกี่ยวกับการโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทเบื้องต้น การทำงานของระบบประกอบไปด้วยสองส่วนหลักคือการทำแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลความเสี่ยงโรคและการให้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท ดังหน้าจอหลักแอปพลิเคชันในภาพที่ 9 การทำงานผู้ใช้งานจะต้องตอบคำถามลักษณะอาการต่างๆ จากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์ประมวลผลโดยอิงกับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ความเสี่ยงเบื้องต้น ภาพที่ 10-11 พร้อมทั้งมีข้อมูลเกี่ยวกับโรคเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบถึงวิธีการดูแลตนเองและการวางแผนป้องกันได้อย่างถูกต้องดังภาพที่ 12-13



ภาพที่ 9 หน้าจอหลักแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 10 หน้าจอคำถาม



ภาพที่ 11 หน้าจอผลลัพธ์



ภาพที่ 12 หน้าจอเมนูข้อมูลเพิ่มเติม



ภาพที่ 13 หน้าจอข้อมูลเกี่ยวกับโรค

3.2 ผลการประเมินระบบ

การประเมินระบบที่พัฒนาใช้การประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานระบบ ซึ่งเป็นผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 30 คน โดยยึดตามหลักสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นเครื่องชี้วัดความพึงพอใจโดยรวมเกณฑ์การให้คะแนนประเมินตามหลัก Likert Scale ที่มีระดับคะแนนอยู่ที่ 1-5 คะแนน ระดับคะแนน 5 แสดงถึง ความพึงพอใจมากที่สุดและไล่เรียงระดับความพึงพอใจที่น้อยลงไปจนถึงระดับคะแนน 1 ซึ่งแสดงถึงความเห็นว่าจะต้องปรับปรุง จากการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งานพบว่าระบบมีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ดังนั้นระบบมีคุณภาพอยู่ในระดับดี รายละเอียดดังตารางที่ 6

กำหนดค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00 ความพึงพอใจระดับดีที่สุด
- ระดับคะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50 ความพึงพอใจระดับดี
- ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50 ความพึงพอใจระดับปานกลาง
- ระดับคะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50 ความพึงพอใจระดับน้อย
- ระดับคะแนนเฉลี่ย 0.00 – 1.50 ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 6 ผลการประเมินระบบจากผู้ใช้

รายการประเมิน	Mean	S.D.	การแปลผล
1.ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันการใช้งาน	4.17	0.58	ดี
2.ด้านความสะดวกในการใช้งาน	4.23	0.56	ดี
3.ด้านตรงความต้องการของผู้ใช้	4.10	0.47	ดี
4.ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากระบบ	4.30	0.53	ดี
รวม	4.20	0.53	ดี

อภิปรายผล

1. งานวิจัยนี้นำเสนอระบบเพื่อพยากรณ์ความเสี่ยงภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ การดำเนินงานเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาคัดเลือกปัจจัยสำหรับสร้างแบบจำลองพยากรณ์ โดยสามารถคัดเลือกปัจจัยได้ 11 ปัจจัย และคลาสผลลัพธ์แบ่งเป็นสองระดับ ได้แก่ มีความเสี่ยงและไม่มีความเสี่ยง เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 500 ชุดข้อมูล การสร้างแบบจำลองพยากรณ์เลือกเปรียบเทียบเทคนิคเหมืองข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ นาอ็พเพียและโครงข่ายประสาทเทียม แบ่งข้อมูลเป็นชุดข้อมูลเรียนรู้และชุดข้อมูลทดสอบด้วยวิธีการตรวจสอบไขว้ 10-fold Cross Validation จากผลการทดลองของการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยมีค่าความถูกต้องเท่ากับ 94.60% ค่าความแม่นยำ 94.60% ค่าความระลึกลับ 94.60% และการพยากรณ์ที่เที่ยงตรงจากการพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าจริงและค่าที่พยากรณ์ได้ (RMSE) เท่ากับ 0.218 ซึ่งนับได้ว่ามีความแม่นยำที่สูงจึงนำแบบจำลองพยากรณ์นี้ไปสร้างเป็นแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญสูงสุด 3 อันดับ ได้แก่ ลักษณะอาการปวดขาบริเวณสะโพกผ่าเท้าหรือนิ้วเท้ารองลงมา คือ การนอนคว่ำบ่อยๆ และอาการขาไม่มีแรง ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลเกี่ยวกับโรค (Thai Health Promotion Foundation, 2019) พบว่าลักษณะอาการที่พบได้บ่อย คือ อาการปวดบริเวณเอวส่วนล่างหรือสะโพกมักมีอาการในท่านั่ง ซึ่งเป็นท่าที่หมอนรองกระดูกได้รับแรงกดทับมากที่สุด นอกจากนี้อาการที่ขาที่เป็นสิ่งบ่งชี้สำคัญ เนื่องจากถ้ามีอาการแสดงที่ขา เช่น อาการปวดขาหรือการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อแสดงว่าเกิดการรบกวนเส้นประสาทสันหลังที่วิ่งไปเลี้ยงที่ขาแล้ว ส่วนปัจจัยด้านการสูบบุหรี่ การใช้รองเท้าส้นสูงบ่อยๆ การนั่งเก้าอี้ต่ำและน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเกิดภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาท

3. ผลการประเมินความพึงพอใจแอปพลิเคชันโดยผู้ใช้งานพบว่าโดยรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจระบบอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยรวม 4.20 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้มีความเหมาะสมนำไปใช้งานได้จริง เนื่องจากถ้าสามารถคัดกรองความเสี่ยงโรคได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำย่อมทำให้ผลการรักษาดีกว่าการตรวจพบเมื่อมีอาการรุนแรงจนเกิดความพิการแล้ว ดังนั้นหากผู้ใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้นตรวจคัดกรองตนเองแล้วพบว่ามีความเสี่ยงร่วมกับมีปัจจัยเสี่ยงสูง ได้แก่ มีอาการปวดสะโพกผ่าเท้าหรือนิ้วเท้าร่วมกับมีอาการกล้ามเนื้อขาอ่อนแรงควรรีบไปพบแพทย์เฉพาะทางเพื่อรับการรักษารวดเร็วอันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการรักษาได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

เนื่องจากประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าความแม่นยำ 94.60% และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.218 ดังนั้นการนำไปใช้ต้องพิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการการเกิดภาวะหมอนรองกระดูกทับเส้นประสาทเพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมกับการวินิจฉัยทางการแพทย์

2.2 ควรใช้จำนวนข้อมูลให้มีปริมาณมากขึ้นซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของแบบจำลอง

เอกสารอ้างอิง

- AlAgha, A., Faris, H., Hammo, B. and Al-Zoubi, A. (2018). Identifying beta-thalassemia carriers using a data mining approach: The case of the Gaza Strip. Palestine. *Artif Intell Med*, 88, 70-83.
- Bundasak, S., Srisawang, B. and Tongkom, S. (2016). Health Screening for People at Risk for Osteoarthritis using Data Mining Techniques. *The Proceedings of the 8th National Conference on Information Technology (NCIT2016)*, 25-26 October 2016 at Walailak University, 168–174. (in Thai)
- Dolkool, B., Thongkam, J. and Sukmak, V. (2014). Building Diabetic Foot Ulcer Prediction Models using Data Mining Techniques. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 33(6), 703-710. (in Thai)
- Manakitphaisan, W. and Thaweesuk, P. (2018). Assessment of Retail Management System (SAVEQ) that Affects Efficiency of Store Management: A Case Study of a Convenience Store in Bangkok Operation Zone-South. *Sripatum Review of Humanities and Social Sciences*, 18(1), 7-16. (in Thai)
- Sangmanee, W., Rattanacharoenlert, W., Phothisrat, N. and Nuswad, P. (2017). Building the Predicting Model of the Chance of Repeating the Treatment of Diabetes Patient using Data Mining. *The Proceedings of 5th Undergraduate Conference in Computing (AUCC2017)*, 20-22 April 2017 at Naresuan University, 13–20. (in Thai)
- Sinsomboonthong, S. (2015). *Data Mining*. Bangkok: Jamjuree Product. (in Thai)
- Sripaoraya, S. and Sinsomboonthong, S. (2017). Efficiency Comparison of Data Mining Classification Methods for Chronic Kidney Disease: A Case Study of a Hospital in India. *Journal of Science and Technology*, 25(5), 839–853. (in Thai)
- Suwanco, P., Chamnongsri, N. and Angsakul, C. (2017). A Prediction Model for Road Accident Risk in the New Year with Data Mining. *Journal of Information Science and Technology*, 7(2), 10–19. (in Thai)

Thai Health Promotion Foundation. (2019). *Chronic back pain risk of herniated disc*. [Online].

Retrieved March 20, 2019, from: www.thaihealth.or.th/Content/24453-ChronicBackpain,riskofherniateddisc.html (in Thai)

Yingsakmongkol, W. (2018). *Herniated disc*. [Online]. Retrieved April 29, 2018, from:

<http://ortho2.md.chula.ac.th/index.php/2014-06-09-04-08-48/knowledgeforpeople/39-Herniated-by-Wichai-Yingsakmongkol.html> (in Thai)