

การพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

The Development to Screening Device for Diabetic Peripheral Neuropathy

อรุณรักษ์ ตันพานิช^{1*} ดุษณี สุภวรรธนกุล¹ พิชชุต บัญญัติ² และ จริญญา จันทน³

Aroonrak Tunpanit¹, Dusanee Supawantanakul¹, Phichet Banyati² and Charoon Chantan³

Received: 1 October 2019, Revised: 10 November 2019, Accepted: 3 January 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อช่วยคัดกรองภาวะชาปลายเท้าสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานในระยะแรกเริ่มก่อนจะเกิดแผลเท้า ซึ่งอุปกรณ์สามารถตรวจคัดกรองได้ง่ายและรวดเร็ว มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยใช้ทฤษฎี TRIZ ในการพัฒนาอุปกรณ์ยื่นถ่ายภาพเท้าและพัฒนาระบบด้วยกระบวนการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อประมวลผลภาพและระบบประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score) ใช้เกณฑ์การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์การเข้าและคัดออก (Selection Criteria) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานมีประวัติอยู่ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลท่าจีน อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งจำนวน 450 คน โดยแทนค่าลงในสูตรการปรับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวน 50 คน และคนปกติจำนวน 50 คน ทำการเก็บข้อมูลจำนวน 10 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 1,000 เซตข้อมูล ผลการวิจัย พบว่าอุปกรณ์แข็งแรง ปลอดภัยสามารถรองรับน้ำหนักของผู้ป่วยโรคเบาหวานได้มากกว่า 200 กิโลกรัม สามารถตรวจคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าว่ามีภาวะชาได้ถูกต้องร้อยละ 100 (Sensitivity) และคัดกรองคนปกติว่าไม่ชาปลายเท้าได้ถูกต้องร้อยละ

¹ ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (การจัดการเทคโนโลยี) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เลขที่ 9 ถนนแจ้งวัฒนะ เขตบางเขน จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10220

¹ Doctor of Philosophy (Technology Management), Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University, 9 Changwattana Road, Bangkok, Bangkok 10220, Thailand.

² กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข 88/7 ซอยบำรุงราชมงคล ถนนติวานนท์ จังหวัดนนทบุรี 11000

² Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, 88/7 Bumratnaradul, Tivanond Road, Nonthaburi 11000, Thailand.

³ ธนาคารกสิกรกลุ่มเทคโนโลยีทางธุรกิจ (KBTG), กสิกร บิซิเนส-เทคโนโลยี กรุ๊ป เลขที่ 46/6 อาคาร KBTG ถนนปิ่นเกล้า อำเภอปทุมธานี จังหวัดนนทบุรี 11120

³ Kasikorn Business Technology Group (KBTG), Kasikorn Business-Technology Group 46/6 KBTG Building, Popular Road, Pak Kret, Nonthaburi 11120, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): aroonrak1982@windowslive.com

100 (Specificity) ผลการประเมินการยอมรับนวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งอุปกรณ์การคัดกรองใช้งานได้ง่าย มีความรวดเร็วในการประมวลผลและผลการคัดกรองได้อย่างครบถ้วน เพื่อให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานตระหนักถึงการดูแลเท้าไม่ให้เกิดแผลเท้าและลดจำนวนผู้พิการจากการถูกตัดเท้า รวมถึงโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลมีเทคโนโลยีสำหรับคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ผู้ป่วยโรคเบาหวาน, การเรียนรู้ของเครื่อง, การพยากรณ์, การคัดกรอง

ABSTRACT

The purposes of this research were to design and develop the screening device for diabetic peripheral neuropathy for monitoring the foot numbness for diabetics in the initial stages before the foot ulcers. For this reason, the present study aimed 1) to design and develop the screening equipment for numbness in the feet for diabetic patients in the initial stages before the foot ulcers and to 2) evaluate the screening device performance for diabetic peripheral neuropathy by using the TRIZ theory to develop the digital photographic foot posture and system with machine learning for image processing and diabetes risk assessment with risk score. The purposive sampling with selection criteria comprised two groups of patients with diabetes in Tha Chin Sub district Health Care Center, Hat Yai, Songkhla Province. 450 people had substituted the values into the sizing formula of the sample, accounting for the samples of 50 people and 50 normal people. The data were collected 10 times including 1,000 records. The research found that the strong and safe device supports the weight of diabetics over 200 kilograms. The device can screen diabetic patients with numbness in feet correctly 100% (sensitivity) and normal people without numbness in feet correctly 100% (specificity). The innovation acceptance evaluation result which is equal to 4.60 is at the highest level. The device equipment is easy to use with fast processing and complete screening results. Diabetic patients are aware of foot care to prevent foot ulcers and the number of disabled people from foot amputation is reduced as the Tha Chin Sub-district Health Care Center has more technology for screening patients with diabetes.

Key words: diabetes patient, machine learning, prediction, screening

บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคที่คุกคามสุขภาพของประชากรทั่วโลกและมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นทุกปี จากจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวาน 108 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2523 เพิ่มขึ้นเป็น 422 ล้านคน ในปี พ.ศ. 2557 และกำลังเป็นปัญหาในประเทศกำลังพัฒนา ในปี

พ.ศ. 2558 ผู้ป่วยโรคเบาหวานทั่วโลกที่มีจำนวน 415 ล้านคน โดยทุก 6 วินาที จะมีผู้เสียชีวิตจากโรคเบาหวานและยังพบว่าจำนวน 1 ใน 11 คนป่วยเป็นโรคเบาหวานโดยไม่รู้ตัวและคาดว่าใน พ.ศ. 2583 จะมีผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานถึง 642 ล้านคน (Nitiyanan, 2017) ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต

ของประชาชนในประเทศที่มีรายได้ปานกลางและรายได้น้อยที่อุปกรณ์ตรวจคัดกรองโรคเบาหวานไม่เพียงพอ (Wintergert *et al.*, 2020) ซึ่งผู้ป่วยโรคเบาหวาน คือ ผู้ที่มีภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกิน 125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dL) ติดต่อกันเป็นระยะเวลา 5 ปีขึ้นไป (Srinapakorn and Derojanavong, 2003) การที่ผู้ป่วยโรคเบาหวานมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงติดต่อกันเป็นเวลานานนี้จะส่งผลให้เกิดพยาธิสภาพของอวัยวะหลายส่วน อันเนื่องจากเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานมีความเข้มข้นทำให้ไม่สามารถไปเลี้ยงส่วนปลายของอวัยวะต่างๆ เกิดผลกระทบต่อยาเสพติด การรับรู้ความรู้สึกต่างๆ เมื่อระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกิดปัญหาในการทำงานของการเผาผลาญอาหารเมื่อผู้ป่วยไม่ได้รับการรักษาจะส่งผลต่อเลือดฝอยและอวัยวะต่างๆ ผู้ป่วยโรคเบาหวานมีภาวะแทรกซ้อน (Sawada *et al.*, 2020) โดยเฉพาะอาการชาบริเวณปลายเท้า ผลกระทบต่อพยาธิสภาพในผู้ป่วยโรคเบาหวาน เมื่อเลือดไม่สามารถไปเลี้ยงที่ส่วนปลายของอวัยวะดังกล่าวได้จึงทำให้เกิดแผลติดเชื้อและนำไปสู่การตัดเท้าในที่สุด (Supawatanakul, 2011) ซึ่งมีการรายงานสภาวะการเกิดแผลที่เท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานมีโอกาสดูแลเสียเท้าถึง 40 เท้าของคนปกติ (Sakunasing, 2012) จากประเด็นปัญหาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าประชาชนยังขาดการความรู้ความเข้าใจในการดูแลตนเอง จึงจำเป็นต้องหามาตรการมาช่วยสนับสนุนควบคู่กับการให้ความรู้เรื่องการดูแลตนเองของผู้ป่วยโรคเบาหวาน (Bureau of Non-communicable Diseases, Department of Disease Control Ministry of Public Health (ThaiNCD), 2018) ซึ่งองค์การอนามัยโลกได้รายงานไว้ว่าโรคเบาหวานที่เท้าสามารถป้องกันได้ร้อยละ 85 ด้วยวิธีการคัดกรองความเสี่ยง (Gibson *et al.*, 2013) โดยนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาประยุกต์เพื่อลดความ

ซับซ้อนของกระบวนการตรวจคัดกรองโรคเบาหวานในระยะแรกเริ่มอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ (Micheletti *et al.*, 2016) เพื่อให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานได้เห็นเท้าของตนเองและตระหนักถึงการใส่ใจสุขภาพเท้า (Kaeutunkum and Punyayun, 2013) ด้วยการถ่ายภาพเท้าขณะยืนเพื่อให้เห็นแรงกดทับและเห็นโครงสร้างเท้าก่อนที่จะเกิดแผลเท้า โดยต้องการให้มีฟังก์ชันการแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพระดับเทา (RGB to Gray Scale) ภาพที่มีสีเส้นต่างๆ เป็นภาพที่อยู่ในระบบปริภูมิสีแบบ RGB คือสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีฟ้า (Blue) (Russ, 2011)

งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน และการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ด้านความตรงของเครื่องมือและประเมินการยอมรับอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานในระยะแรกเริ่ม (Screening test) โดยใช้ ทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรมได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Genrich S. Altshuller's 90% ของปัญหาในทางเทคนิคทั้งหลายที่พบ คือปัญหาเดิมๆ ที่เคยมีผู้แก้ไขสำเร็จแล้ว ณ ที่ใดที่หนึ่งมาก่อน (Pholanan *et al.*, 2011) เพื่อให้โรงพยาบาลมีอุปกรณ์ตรวจคัดกรองภาวะชาปลายเท้าที่เพียงพอต่อจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่เพิ่มขึ้นสามารถใช้ซ้ำๆ ได้หลายครั้งและตรวจคัดกรองอย่างรวดเร็ว ผู้ป่วยโรคเบาหวานสามารถทราบผลการตรวจและเห็นโครงสร้างเท้าของตนเองทั้งสองข้างเพื่อป้องกันมิให้เกิดโรคแทรกซ้อนจากเบาหวานก่อนเกิดแผลติดเชื้อและนำไปสู่การตัดเท้าในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยสำหรับการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของ

ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ผู้วิจัยได้แบ่งวิจัยเป็น 3 ระยะ ได้แก่

การวิจัยระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้า

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์อื่นตรงสำหรับถ่ายภาพฝ่าเท้าและลงพื้นที่ ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลท่าจีน ตำบลน้ำน้อย อำเภอลำดวน จังหวัดสงขลา เนื่องจากอุปกรณ์คัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานไม่เพียงพอต่อผู้ป่วยที่เพิ่มขึ้นและเพื่อเพิ่มเทคโนโลยีให้เพียงพอต่อจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวาน ผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดการแก้ไขปัญหาเชิงนวัตกรรม ด้วยทฤษฎี TRIZ ของ Altshuller เพื่อกำหนดฟังก์ชันที่เป็นประโยชน์ (Useful Function) เพื่อพัฒนาเพิ่มเติมให้

สมบูรณ์และลดฟังก์ชันที่เป็นโทษ (Harmful Function) เพื่อต้องการแก้ไขหรือกำจัดออกจากระบบ ซึ่งมี 39 ตัวแปรและการค้นหาวิธีแก้ปัญหา 40 หลักการพื้นฐานในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ โดยกำหนดคุณลักษณะที่เป็นประโยชน์ ข้อที่ 2 น้ำหนักวัตถุซึ่งไม่เคลื่อนที่เพราะเป็นการตรวจภาวะชาปลายเท้าขณะยืนโดยน้ำหนักบนเท้าทั้งสองข้างตามหลักกายวิภาคศาสตร์และคุณลักษณะที่ต้องการเปลี่ยน (ความขัดแย้ง) ข้อที่ 11 แรงดึง แรงดัน ข้อที่ 14 ความแข็งแรง ข้อที่ 28 ความแม่นยำในการวัดและ ข้อที่ 38 โดยวัสดุที่รองรับน้ำหนักจะต้องน้ำหนักเบาแต่รองรับน้ำหนักได้ไม่แตกหักและเห็นภาพได้อย่างชัดเจน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแก้ไขความขัดแย้งทางเทคนิค

รูปแบบที่ต้องการให้เปลี่ยน	ผลที่ไม่พึงประสงค์ (ความขัดแย้ง)									
	1. น้ำหนักวัตถุ		11. แรงดึงแรงดัน	...	14. ความแข็งแรง	...	28. ความแม่นยำในการวัด	...	38. ระดับการเป็นอัตโนมัติ	
1. น้ำหนักของวัตถุเคลื่อนที่										
2. น้ำหนักของวัตถุไม่เคลื่อนที่			✓		✓		✓		✓	
11. แรงดึง แรงดัน										
39. ผลผลิตภาพ										

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้คำนึงถึงการตรวจคัดกรองภาวะชาปลายเท้าด้วยวิธีการถ่ายภาพเท้าขณะยืน จึงได้กำหนดเป็นตัวแปรในข้อที่ 2 คือน้ำหนักของวัตถุไม่เคลื่อนที่ ส่วนรูปแบบที่ต้องการ

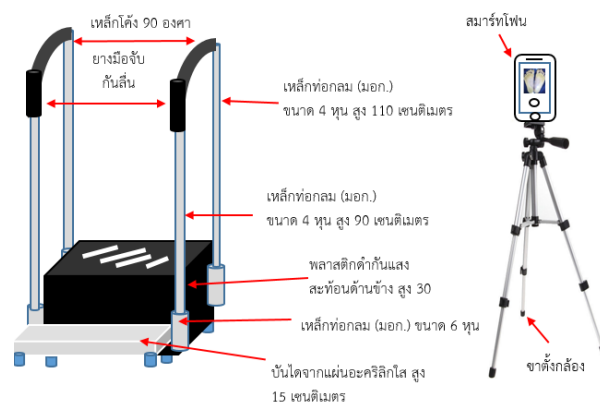
ให้เปลี่ยน คือ วัสดุที่รองรับน้ำหนักตัวที่แข็งแรง มีความยืดหยุ่นและมองเห็นภาพได้อย่างชัดเจนซึ่งเป็นหลักการประดิษฐ์คิดค้นและคำอธิบายดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเลือกใช้วัสดุสำหรับพัฒนาอุปกรณ์ตรวจฝ่าเท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้า

การเลือกจุดเด่นของ อุปกรณ์	ขนาด/ วัสดุ	คำอธิบาย
ขนาด (กว้าง × ยาว × สูง)	40 × 45 × 30 cm	เท้าผู้ป่วยโรคเบาหวานมีขนาดใหญ่กว่าคนปกติและกล้องถ่ายภาพแบบดิจิทัล เลนส์มีความหนา จึงต้องเลือกขนาดความสูงเพื่อให้มีระยะสำหรับจับภาพ
โครงสร้างภายนอก	เหล็กกล่อง และ เหล็กฉาก	โครงสร้างเหล็กที่เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) มีความแข็งแรง มั่นคง น้ำหนักรองรับน้ำหนักได้มาก
วัสดุรองรับ	อะคริลิกแบบใส หนา 12 mm	แผ่นอะคริลิกใสความหนา 12-14 มิลลิเมตร ผ่านการทดสอบจากห้องปฏิบัติการทางเคมี สามารถรองรับค่าสัมประสิทธิ์การแตกหัก 700 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
การเชื่อมต่อ	กล้องถ่ายรูป ดิจิทัล	กล้องถ่ายภาพเชื่อมต่อด้วยแอปพลิเคชัน ความละเอียด 20 ล้านพิกเซล แอปพลิเคชันควบคุมการถ่ายภาพด้วยมือถือ การปรับโฟกัส ค่าแสง เทคนิคการตัดแสง
เทคนิคที่ใช้ รองรับน้ำหนัก	กล้องถ่ายรูป 700 กิโลกรัมต่อ ตารางเมตร	โดยนำภาพเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ มากกว่า 200 กิโลกรัม
ต้นทุน	-	2,500 บาท

จากตารางที่ 2 ผู้วิจัยเลือกใช้โครงสร้างเหล็ก ซึ่งมีความแข็งแรงมีบันไดและปิดมุมทั้งสี่ด้านเพื่อป้องกันแสงสะท้อนจากภายนอก ใช้วัสดุรองรับน้ำหนักด้วยแผ่นอะคริลิกขนาด 12 มิลลิเมตร สามารถรองรับน้ำหนักได้มากกว่า

200 กิโลกรัมและเพิ่มราวจับสำหรับขึ้น ลงเพื่อความปลอดภัยโดยใช้กล้องถ่ายภาพดิจิทัลเชื่อมต่อกับโทรศัพท์สมาร์ทโฟนสำหรับถ่ายภาพเท้า



ภาพที่ 1 การออกแบบอุปกรณ์สำหรับถ่ายภาพฝ่าเท้าขณะยืน

จากการเลือกวัสดุในข้างต้น จึงนำไปพัฒนาเป็นอุปกรณ์สำหรับยื่นถ่ายภาพฝ่าเท้าโดยใช้แผ่นอะคริลิกแบบใสทำให้เห็นแรงกดทับได้อย่างชัดเจน รวมถึงบางตำแหน่งของฝ่าเท้าที่มีแรงกดมาก เพื่อให้

เห็นภาพเท้าด้วยวิธีการประเมินแสดงระดับสีเทาโดยแสดงถึงความเข้มของสี โดยสีดำเป็นส่วนที่มีความเข้มของสีน้อยและสีขาวจะมีความเข้มของสีมากขึ้นขึ้นอยู่กับขนาดบิตที่ใช้เก็บสี ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพแสดงระดับสีเทา (Russ, 2011)

$$\text{Pixel}(x,y) = (R+G+B)/3$$

สมการที่ 1

Pixel(x,y) = ตำแหน่งของ Pixel ณ ตำแหน่ง x , y

Red = ระดับของแสงสีแดง, Green = ระดับของแสงสีเขียว, Blue = ระดับของแสงสีน้ำเงิน

การประเมินความเสี่ยงในช่วงเวลานั้น เป็นการประเมินความเสี่ยงรูปแบบนี้ใช้สำหรับการตรวจคัดกรอง (Screening) เพื่อค้นหาผู้ป่วยเบาหวานที่ยังไม่มีอาการและให้การรักษาได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก การศึกษาในประเทศไทย (Keesukphan *et al.*, 2007)

ซึ่งมีตัวแปร 3 อย่าง คือ 1) อายุ 2) ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index, BMI) และ 3) ประวัติการเป็นโรคความดันโลหิตสูง มีความสัมพันธ์กับการตรวจพบโรคเบาหวาน โดยใช้คะแนนประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score) ดังสมการที่ 2

$$\text{Risk Score} = (3 \times \text{อายุ}) + (5 \times \text{BMI}) + (50 \times \text{ประวัติโรคความดันโลหิตสูง})$$

สมการที่ 2

ตัวอย่างการแทนค่าในสมการที่ 2 โดยใช้ อายุเป็นปี ดัชนีมวลกาย (BMI, body mass index) เป็น กก./ม.² และประวัติโรคความดันโลหิตสูงเป็น 0 (ไม่มีประวัติ) หรือ 1 (มีประวัติ) เกณฑ์ตัดสินคือ ผลรวมมากกว่า 240 แสดงว่า บุคคลมีความเสี่ยงต่อโรคเบาหวานสูง (Diabetes Association of Thailand under the Patronage of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn (DMTHAI), 2014)

การวิจัยระยะที่ 2 การประเมินระบบประมวลผลภาพและการพัฒนาระบบ

การประเมินระบบประมวลผลภาพโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องที่ช่วยในการคาดการณ์สถานการณ์ต่างๆ ในอนาคต โดยกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) สามารถหาวิธีที่จะทำให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุดและสามารถเรียนรู้จากข้อมูลใหม่ๆ ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้ 3 รูปแบบ (Han *et al.*, 2008) คือ

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน หรือ มีผู้แนะนำ (Supervised Learning) คือ มีผู้ควบคุมคอยแยก

ประเภท หรือ บอกผลลัพธ์ที่ควรจะเป็นไว้ล่วงหน้า จึงใช้ข้อมูลตัวอย่างฝึกสอน นำไปผ่านขั้นตอนวิธี สำหรับสร้างรูปแบบ

2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน หรือ ไม่มีผู้แนะนำ (Unsupervised Learning) เป็นการเรียนรู้ของ เครื่องมือที่ไม่สามารถทราบคำตอบได้ชัดเจน ซึ่งต้อง ให้เครื่องมือหาวิธีสร้างโครงสร้างข้อมูลที่ไม่รู้จัก (Unknown Structure)

3. การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) คือ เครื่องมือรูปแบบนี้เป็น Artificial Intelligence (AI) มากที่สุด เพราะจะเรียนรู้และ เปลี่ยนไปตามสิ่งแวดล้อมซึ่งจะทำการพัฒนาและ ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ฝึกฝน

การพัฒนาระบบประมวลผลภาพด้วย กระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การ เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์การเข้าและคัดออก (Selection Criteria) กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้ป่วย โรคเบาหวาน ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำ ตำบลท่าจีน ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัด สงขลา ซึ่งมีจำนวน 450 คน ทำการแทนค่าลงในสูตร การปรับขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบทราปประชากร ได้จำนวน 50 คน ซึ่งเป็นโรคเบาหวานระยะเวลา 5 ปี ขึ้นไป มีภาวะชาปลายเท้าแต่ไม่ถูกตัดด้วยจะทำการ เก็บข้อมูลจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งเกณฑ์ช่วงอายุตั้งแต่ 35-70 ปี น้ำหนักตั้งแต่ 60-80 กิโลกรัมและกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มคนปกติจำนวนที่เท่ากัน 50 คน รวมทั้งสิ้น

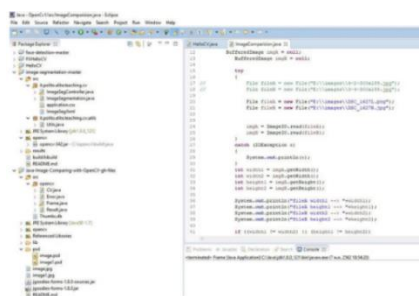
1,000 เขตข้อมูล เมื่อบันทึกภาพฝ่าเท้า ทำการ แบ่งเป็นภาพเท้าซ้ายและขวา จะได้ทั้งสิ้น 2,000 ภาพ และลบส่วนที่ไม่ต้องการของภาพออกด้วยโปรแกรม JAVA ดังภาพที่ 3

กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องด้วยโปรแกรม RapidMiner Studio 7.3 สำหรับการทดลองเพื่อ เปรียบเทียบหาค่าความถูกต้องที่สูงที่สุดและค่าการ ทำนาย (Predict) ที่มีความแม่นยำเพื่อประเมินว่ามี ภาวะชาปลายเท้าหรือไม่มีภาวะชา ผู้วิจัยได้เลือก 3 รูปแบบ (Model) สำหรับการทดลอง ได้แก่

1. รูปแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อ ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งมีเทคนิคที่สามารถจำแนก ผลออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ประกอบกับกระบวนการ ตัดสินใจทำให้สามารถคาดการณ์ (Predict) และแสดง ค่าความถูกต้อง

2. โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เป็นกระบวนการเรียนรู้ข้อมูลด้วยวิธีการ คำนวณเข้าไปซ้ำมาเพื่อให้ค่ามีความถูกต้องสูงสุด โดยจำลองกระบวนการคิดของมนุษย์

3. การเรียนรู้แบบเบย์ (Bayesian Learning) เป็นการทดลองโดยใช้เทคนิคความน่าจะเป็นเพื่อหา สมมติฐานใดที่ถูกต้องที่สุด เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา จะถูกนำมาปรับเปลี่ยนโดยผนวกกับความรู้เดิมเพื่อ ทำนายค่าตัวอย่างที่มีความน่าจะเป็นสูงสุด (Patcharawongsakda, 2015)



ภาพที่ 3 การลบส่วนที่ไม่ต้องการของภาพออกด้วยโปรแกรม JAVA

การพัฒนาระบบประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score) ระบบประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk Score) ซึ่งเป็นกระบวนการด้านการตรวจคัดกรอง (Screening) ซึ่งใช้กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องและทำนาย (Predict) ที่เพื่อกันหา

ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ยังไม่มีอาการเพื่อให้การรักษาได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก โดยใช้ข้อมูลอายุ, เพศ, ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index, BMI), เส้นรอบเอว, ความดันโลหิตและประวัติการเป็นโรคเบาหวาน ดังสมการที่ 3

$$\text{Risk Score} = (3 \times \text{อายุ}) + (5 \times \text{BMI}) + (50 \times \text{ประวัติโรคความดันโลหิตสูง})$$

สมการที่ 3

การเตรียมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำหนังสือขออนุญาตเพื่อลงพื้นที่ ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลท่าจีน ตำบลน้ำน้อย อำเภอลำพูน จังหวัดสงขลา เก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อบันทึกข้อมูลชื่อ นามสกุล น้ำหนัก

ส่วนสูงและจำนวนครั้งที่เก็บบันทึกข้อมูล ซึ่งมีกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม คือ คนปกติและผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะขาดน้ำตาล เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องจดจำรูปแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรม ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5

ข้อมูลส่วนตัว

การตรวจสุขภาพ

ลำดับ

รหัส

ชื่อ

อายุ

เพศ

น้ำหนัก

ส่วนสูง

รอบเอว

ความดันโลหิต

ประวัติเบาหวาน

1

HON01-01

37

70

173

33

ไม่มี

ไม่มี

2

HON02-01

35

49

155

26

ไม่มี

ไม่มี

3

HON03-01

37

40

155

35

ไม่มี

ไม่มี

4

HON04-01

40

71

156

38

ไม่มี

ไม่มี

5

HON05-01

40

54

160

32

ไม่มี

ไม่มี

6

HON06-01

41

57

157

30

ไม่มี

ไม่มี

7

HON07-01

42

48

157

34

ไม่มี

ไม่มี

ID

SEX

Age

Wight

Height

Waistline

Pressure

Profile

HON01-01

1

37

70

173

33

0

0

HON02-01

2

35

49

155

26

0

0

HON03-01

2

37

40

155

35

0

0

HON04-01

2

40

71

156

38

0

0

HON05-01

2

40

54

160

32

0

0

HON06-01

2

41

57

157

30

0

0

HON07-01

2

42

48

157

34

0

0

HON08-01

2

42

48

157

30

0

0

HON09-01

2

50

54

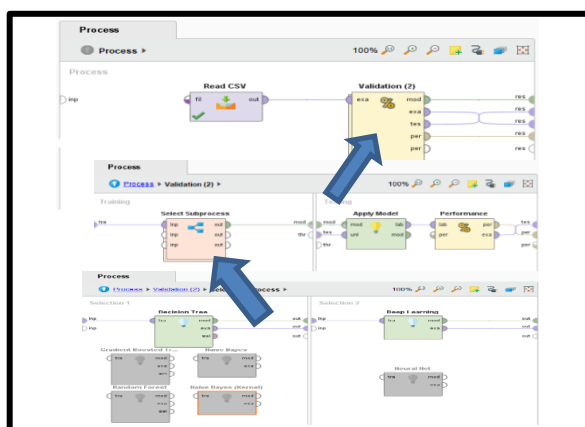
159

30

0

0

ภาพที่ 4 การแปลงข้อมูลจากโปรแกรม Excel เป็นนามสกุล .csv



ภาพที่ 5 การประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score)

การวิจัยระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์คัดกรองภาวะขาดน้ำตาล

อุปกรณ์ถ่ายภาพฝ่าเท้าขณะยืนสามารถประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบความผิดปกติของ

โครงสร้างเท้าซึ่งสอดคล้องกับการประเมินด้วยสายตาจากเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลท่าจีน ตำบลน้ำน้อย อำเภอลำพูน จังหวัดสงขลา โดยแสดงให้เห็นภาพถ่ายโครงสร้าง

เท้าที่ชัดเจนและผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าสามารถเห็นโครงสร้างเท้าและแรงกดทับ ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะชาปลายเท้าในอนาคต สอดคล้องกับ Petsarb (2012) พบว่า วิธีการยื่นตรวจวัดแรงกดฝ่าเท้าขณะยืน สามารถเห็นน้ำหนักแรงกดจากน้ำหนักตัว ทำให้เห็นภาพฝ่าเท้าทั้งสองข้างได้ชัดเจน โดยอุปกรณ์ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีความปลอดภัยสำหรับยืนตรวจเพื่อถ่ายภาพฝ่าเท้าที่น้ำหนักไม่เกิน 200 กิโลกรัม ซึ่งเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลท่าจีน ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

สามารถตรวจคัดกรองภาวะชาปลายเท้าได้อย่างรวดเร็ว ลดเวลาและคัดกรองภาวะชาปลายเท้าแก่ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ในระดับแรกเริ่ม

ผลการพัฒนาระบบประมวลผลภาพด้วยกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง โดยการกำหนดค่าโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนด้วยกระบวนการประมวลผลภาพด้วยค่า Gray Scale โดยเปรียบเทียบจำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ Trees, Neural Net และ Bayesian โดยทำการทดลองจำนวน 9 ครั้ง และประมวลผลจำนวน 10 รอบ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การประมวลผลภาพด้วยวิธีการต่างรูปแบบ (Model) และต่างขั้นตอนวิธี (Algorithm) จำนวน 10 รอบ

Model	Algorithm	Accuracy	Runtime	Max depth	Confidence	Kappa
Trees	Random Tree	90.15	26.52	20	0.25	0.848
Trees	Random Forest	98.83	21.08	20	0.25	0.982
Trees	Decision Stump	79.55	20.57	-	-	0.650
Trees	Decision Tree	98.95	21.01	20	0.25	0.984
Trees	Gradient Boos Tree	99.31	35.03	20	-	0.989
Neural Net	Deep Learning	78.37	22.07	-	10 (momentum)	0.634
Neural Net	Improve Neural Net	96.99	22.30	-	0.9 (momentum)	0.953
Bayesian	Simple Distribution	83.14	31.55	-	-	0.738
Bayesian	Kernel Distribution	97.79	35.06	-	-	0.965

จากตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบการประมวลผลภาพด้วยวิธีการต่างรูปแบบและต่างขั้นตอนวิธี จำนวน 10 รอบ ที่มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงสุด คือ รูปแบบ Trees ใช้ขั้นตอนวิธี Gradient Boos Tree ค่าความถูกต้องร้อยละ 99.31 ค่า Kappa เท่ากับ 0.989 ใช้ระยะเวลา 35 นาที 03 วินาที สอดคล้องกับ Burget *et al.* (2010) พบว่า คุณสมบัติของโปรแกรม RapidMiner Studio 7.3 มีความสามารถสำหรับคัดกรองภาพ (Image

Classification) โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

ผลการพัฒนาระบบประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score) โดยการนำเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องแบบมีผู้สอน สำหรับประมวลผลความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score) โดยเปรียบเทียบจำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่ Trees, Neural Net และ Bayesian การทดลองทำจำนวน 9 ครั้ง ด้วยการประมวลผลแบบ 10 รอบ, Training Set = 70% และ Test Set = 30% ดังตารางที่ 4

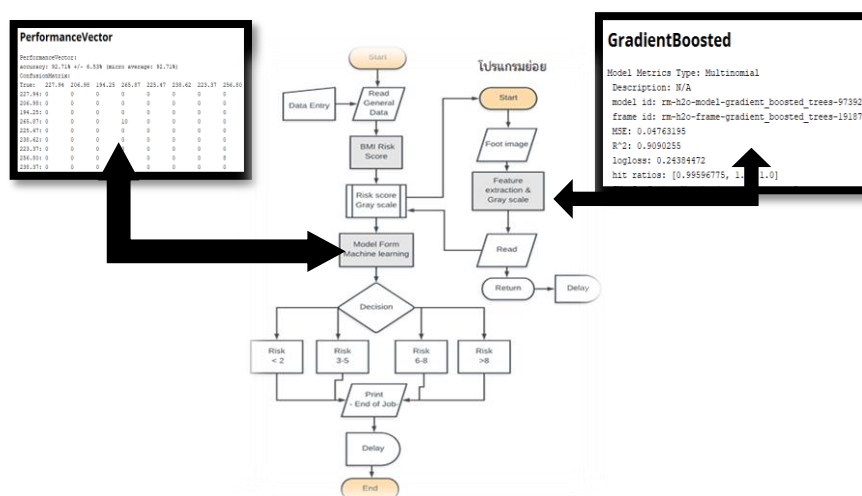
ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score)

Model	Algorithm	Accuracy	Runtime	Predict	Risk	Wight Mean	Kappa	Classificati on Error
Trees	Decision Tree	28.97	1.42	Good	Yes	11.23	0.283	71.03
Trees	Random Forest	92.78	1.30	Good	Yes	35.86	0.926	7.28
Trees	Gradient Boos Tree	89.08	6.02	Good	Yes	34.48	0.889	10.92
Trees	Random Tree	8.56	0.10	Bad	Yes	3.31	0.076	91.44
Trees	Decision Stump	0.32	0.30	Bad	Yes	0.12	0.003	99.68
Neural Net	Deep Learning	85.28	2.01	Good	Yes	32.91	0.849	14.88
Neural Net	Improve Neural Net	69.85	11.12	Bad	Yes	26.90	0.692	30.42
Bayesian	Simple Distribution	93.03	2.21	Middle	Yes	35.98	0.929	6.97
Bayesian	Kernel Distribution	88.16	2.41	Bad	Yes	33.22	0.880	11.84

จากตารางที่ 4 เมื่อเปรียบเทียบการประมวลผลด้วยวิธีการต่างรูปแบบและต่างขั้นตอนวิธี ค่าความถูกต้องที่ดีที่สุด คือ รูปแบบ Trees ใช้ขั้นตอนวิธี Random Forest ค่า Accuracy 92.78 ค่า Kappa เท่ากับ 0.926 โดยมีค่า Predict เท่ากับ Good ซึ่งมี Run Time เท่ากับ 1 นาที 30 วินาที และค่าการทำนายมีความแม่นยำ สอดคล้องกับ Koklu and Unal (2013) พบว่า การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ป่วยเบาหวานด้วยเทคนิคการดึงข้อมูลแบบแยกประเภท เพื่อค้นหาข้อมูลที่ซ่อนอยู่เป็นความรู้ทางสถิติด้วยเทคนิค

ปัญญาประดิษฐ์มาประยุกต์ใช้ในการแพทย์เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับวินิจฉัยได้

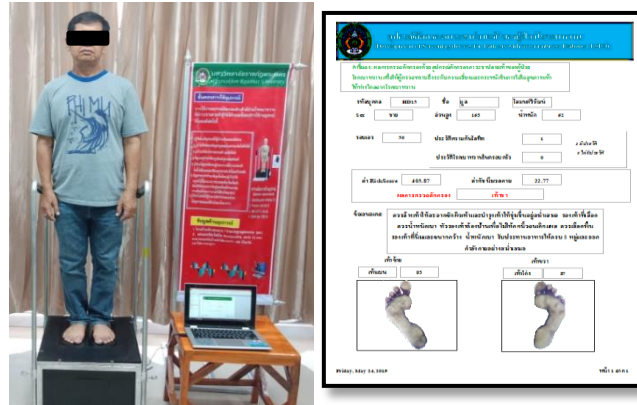
เมื่อได้ขั้นตอนวิธีด้านการประมวลผลภาพและประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score) ด้วยโปรแกรม Java Image Processing และโปรแกรม RapidMiner Studio 7.3 ทำการติดตั้งในระบบปฏิบัติการ Windows Application ซึ่งเป็นระบบออฟไลน์ โดยผู้วิจัยได้นำขั้นตอนวิธีจากการประมวลผลภาพ Gray Scale และประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (Risk score) สำหรับพัฒนาเป็นโปรแกรม ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการพัฒนาและนำขั้นตอนวิธีไปใช้

จากการพัฒนาอุปกรณ์และขั้นตอนวิธีสำหรับคัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์สำหรับยื่นตรวจถ่ายภาพเท้าเชื่อมต่อกับโปรแกรมที่พัฒนาขั้นตอนวิธีโดยใช้เป็นกล้องเว็บแคมเชื่อมต่อแทนกล้องถ่ายภาพดิจิทัล โดยผู้วิจัยได้ทำการสุ่มจากกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย

เดิม ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลท่าจีน ตำบลน้ำน้อย อำเภอลาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 30 คน และคนปกติจำนวน 30 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน



ภาพที่ 7 ผลการตรวจคัดกรองภาวะชาปลายเท้า

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ผลการวิจัยระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้า

อุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ผ่านการประเมินด้านความตรงของอุปกรณ์และการยอมรับนวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญทางระบบสารสนเทศว่าสามารถคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าได้จริง โดยทดลองกับกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานกลุ่มตัวอย่างเดิม จำนวน 30 คน ผลการคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชา โดยแสดงผลการทำนายว่าเท้าชา ครบทั้ง 30 คน

ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบความไว (Sensitivity) สามารถคัดกรองผู้ป่วยที่มีภาวะชาปลายเท้าได้คิดเป็นร้อยละ 100 ผู้วิจัยได้นำไปทดลองกับกลุ่มคนปกติซึ่งไม่มีภาวะชาปลายเท้า จำนวน 30 คน แสดงผลการคัดกรองว่าเท้าไม่ชาทั้ง 30 คน ซึ่งสอดคล้องกับความจำเพาะ (Specificity) สามารถคัดกรองคนปกติว่าไม่มีภาวะชาได้คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งเป็นค่าที่แม่นยำและสามารถจำแนกประเภทของโครงสร้างเท้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการเปรียบเทียบอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าจากการพัฒนาจากงานวิจัยและอุปกรณ์เดิม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบการใช้อุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้า

รายการ	อุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้า แบบเดิม	อุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้า ของผู้ป่วยโรคเบาหวาน
1. ระยะเวลาในการตรวจ /คน	15-20 นาที	3 นาที
2. การใช้งานอุปกรณ์ตรวจ ภาวะชาปลายเท้า	ทุก 10 นาทีต้องหยุดพัก เพื่อให้เส้นเอ็นคืนรูป	ใช้อย่างต่อเนื่อง
3. การประเมินภาวะชา	ใช้ความชำนาญในการตรวจและ ประเมินผล	อุปกรณ์แสดงผลการคัดกรอง โดยอัตโนมัติ
4. การบันทึกข้อมูลและ แสดงผล	จัดเก็บในสมุดบันทึกการตรวจคัด กรองผู้ป่วยโรคเบาหวาน	บันทึกลงในคอมพิวเตอร์และ ส่งพิมพ์ข้อมูลย้อนหลัง
5. การคาดเดาผลการตรวจ	ผู้ป่วยสามารถคาดเดาการตรวจทำ ให้ไม่ทราบว่าเป็นหรือไม่	เครื่องประมวลผลโดยอัตโนมัติ จากข้อมูลและภาพฝ่าเท้า
6. ต้นทุนของอุปกรณ์ / อายุ การใช้งาน	2,000 -5,000 บาท / อายุการใช้งาน 2-3 ปี ขึ้นอยู่กับการ เสื่อมสภาพของเส้นเอ็น	4,500 บาท / อายุการใช้งานไม่จำกัด
7. ความรู้พื้นฐานของผู้มี หน้าที่ตรวจคัดกรองภาวะชา	ต้องเข้ารับการอบรมขั้นตอนการ ตรวจคัดกรอง	ใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น และ แสดงผลการตรวจแบบอัตโนมัติ

จากตารางที่ 5 สรุปผลการเปรียบเทียบการใช้
ใช้อุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วย
โรคเบาหวาน กับอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้า
เดิม พบว่าอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของ
ผู้ป่วยโรคเบาหวานสามารถใช้ตรวจภาวะชาปลายเท้า
และแสดงผลการตรวจโดยอัตโนมัติใช้ระยะเวลาใน
การตรวจเร็วกว่าอุปกรณ์เดิม สามารถบันทึกข้อมูล
เป็นแบบดิจิทัลและส่งพิมพ์ข้อมูลประวัติการตรวจ
คัดกรองภาวะชาปลายเท้าย้อนหลัง โดยระบบรหัส
ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ผลการตรวจสามารถบอก
ลักษณะเท้าและภาวะชาหรือไม่ชาปลายเท้า สามารถ
ลดการคาดเดาผลการตรวจจากผู้ป่วยโรคเบาหวาน
รวมถึงมีข้อเสนอแนะในการดูแลเท้าของผู้ป่วย
โรคเบาหวาน ซึ่งผู้ใช้งานต้องมีความรู้เรื่องการใช้
คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการทำงานของระบบเป็น

แบบอัตโนมัติ ใช้งานได้ง่าย ลดระยะเวลาในการ
ตรวจคัดกรองภาวะชาปลายเท้า

ผลการวิจัยระยะที่ 2 การประเมินระบบ ประมวลผลภาพและการพัฒนาระบบ

ผลการศึกษาการประมวลผลภาพด้วยค่า
Gray Scale โดยเปรียบเทียบจำนวน 3 รูปแบบ ได้แก่
Trees, Neural Net และ Bayesian พบว่า ค่าการ
ประมวลผลภาพของเท้าปกติ (Normal Foot) มีค่า
Gray Scale ≥ 123.874 เท้าโก่ง (Cove Foot) ค่า Gray
Scale ≤ 85.535 และค่าเท้าแบน (Flat Foot) ค่า Gray
Scale ≤ 76.449 ซึ่งสอดคล้องกับ (Patcharawongsakda,
2014) นิยามถึงค่า Gray Scale ที่มีค่าใกล้เคียง 0 มีค่า
ความเข้มของภาพ

ผลการประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน
(Risk score) โดยเปรียบเทียบจำนวน 3 รูปแบบ
ได้แก่ Trees, Neural Net และ Bayesian ด้วย

กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องสามารถจำแนกเป็นระดับความเสี่ยงของภาวะชาปลายเท้าจำนวน 4 ระดับ ได้แก่ ประเภทที่ 1) ผลคะแนนรวมน้อยกว่า 2 ระดับความเสี่ยงโรคเบาหวานน้อย ประเภทที่ 2) ผลรวม 3-5 ระดับความเสี่ยงโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น ประเภทที่ 3) ผลรวม 6-8 ระดับความเสี่ยงโรคเบาหวานสูง และ ประเภทที่ 4) ผลคะแนนมากกว่า 8 ระดับความเสี่ยงโรคเบาหวานสูงมาก

ผลการวิจัยระยะที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้า

ผลการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานด้านความตรงของเครื่องมือและประเมินการยอมรับอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินประสิทธิภาพอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

คุณลักษณะของอุปกรณ์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ยอมรับ	4	80.00
2. เฉยๆ	1	20.00
3. ไม่ยอมรับ	0	0.00

จากตารางที่ 6 ภาพรวมการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเป็นเจ้าหน้าที่ประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลท่าจีน ตำบลน้ำน้อย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ซึ่งมีหน้าที่ตรวจผู้ป่วยโรคเบาหวาน จำนวน 5 คน ผลการประเมินพบว่า

อุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวานมีประสิทธิภาพ จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และเฉยๆ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 20 เมื่อเรียงตามรายชื่อจากแบบประเมินผลการยอมรับนวัตกรรมอยู่ในระดับมาก ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลประเมินการยอมรับอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน

คุณลักษณะของอุปกรณ์	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	แปลผล	ลำดับที่
อุปกรณ์การคัดกรองใช้งานได้ง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด	1
มีความรวดเร็วในการประมวลผลข้อมูล	4.60	0.55	มากที่สุด	1
ผลการคัดกรองมีความครบถ้วนสำหรับใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด	1
หน้าโปรแกรมมีรูปแบบที่สวยงาม	3.60	0.55	มาก	4
เฉลี่ย	4.28	0.67	มาก	

จากตารางที่ 7 ผลการยอมรับนวัตกรรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 แปลผลอยู่ในระดับมาก เมื่อตาม

รายชื่อพบว่าอุปกรณ์การคัดกรองใช้งานได้ง่าย มีความรวดเร็วในการประมวลผลและผลการคัดกรอง

มีความครบถ้วนระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 สอดคล้องกับ Perveen *et al.* (2016) พบว่าการวิเคราะห์สมรรถนะของเทคนิคการจำแนกข้อมูลเพื่อทำนายโรคเบาหวานสามารถป้องกันและการคาดการณ์ของโรคเบาหวานจะเพิ่มขึ้น ซึ่งการประเมินความเสี่ยงเพื่อตรวจหาผู้ป่วยโรคเบาหวานในระยะแรกช่วยป้องกันการเกิดผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ถูกต้องและครบถ้วนตามแนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวานและเป็นประโยชน์สำหรับการป้องกันการเพิ่มจำนวนผู้ป่วยโรคเบาหวานในประชากรคนไทย (DMTH, 2017) ซึ่งข้อมูลถูกบันทึกเป็นฐานข้อมูลทางการแพทย์สามารถนำมาใช้สนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการทำนายและพยากรณ์โรคเบาหวาน โดยมีความแม่นยำและสามารถประเมินความไวและความจำเพาะเพื่อตรวจสอบและการวินิจฉัยโรค ซึ่งผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์และผ่านการรับรองเอกสารการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมในมนุษย์ที่เป็นมาตรฐานสากล

ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน และประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์ด้านความตรงของเครื่องมือและการยอมรับอุปกรณ์ ซึ่งใช้กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องจึงต้องเก็บข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลภาพเท้าซ้ำๆ เพื่อให้โปรแกรมได้เรียนรู้รูปแบบและประเมินค่าความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 90 สำหรับการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎี TRIZ เพื่อลดความขัดแย้งในการพัฒนานวัตกรรม ผู้วิจัยเลือกใช้โครงสร้างหลักที่มีความแข็งแรงรองรับน้ำหนักได้มาก มีบันไดและราวจับสำหรับขึ้น-ลง และใช้แผ่นอะคริลิกที่มีความยืดหยุ่นมากกว่ากระจกไม่แตกง่าย อุปกรณ์สามารถถอดประกอบเมื่อต้องการเคลื่อนย้าย ภาพที่ถ่ายผ่านอุปกรณ์มีความคมชัด สามารถประมวลผลได้โดยไม่

ต้องเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต แต่อย่างไรก็ตาม เครื่องคอมพิวเตอร์ควรมีระบบประมวลผลในระดับกลาง ถึงระดับสูง เพื่อให้ระบบประมวลผลคัดกรองได้รวดเร็ว สำหรับการการประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ด้านความตรงและการยอมรับอุปกรณ์ ผู้วิจัยเลือกใช้กลุ่มผู้ร่วมวิจัยเดิมทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มคนปกติจำนวน 30 คน และกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้าจำนวน 30 คน ซึ่งลงนามยินยอมเข้าร่วมวิจัย ผลการใช้อุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งตรวจคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะชาปลายเท้า ว่ามีภาวะชาได้ร้อยละ 100 สอดคล้องด้านความไว (Sensitivity) และประเมินคนปกติ ว่าไม่มีภาวะชาปลายเท้าได้ร้อยละ 100 สอดคล้องด้านความจำเพาะ (Specificity) ด้านการประเมินการยอมรับอุปกรณ์คัดกรองภาวะชาปลายเท้าของผู้ป่วยโรคเบาหวาน โดยอุปกรณ์ผ่านการประเมินจากแพทย์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และการประเมินด้านการพัฒนาระบบจำนวน 3 ท่าน จากนั้นจึงนำไปประเมินการยอมรับอุปกรณ์จากเจ้าหน้าที่ประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลท่าจีน ตำบลน้ำน้อย อำเภอลำดวน จังหวัดสงขลา ที่มีหน้าที่ดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน พบว่ายอมรับอุปกรณ์คิดเป็นร้อยละ 80 ว่าอุปกรณ์สามารถคัดกรองภาวะชาปลายเท้าได้จริงลดระยะเวลาในการตรวจคัดกรองและสามารถค้นหาข้อมูลได้ง่าย อย่างไรก็ตาม ควรเพิ่มข้อเสนอแนะด้านการดูแลสุขภาพเท้าในรายงานผล เพื่อให้ผู้ป่วยได้ดูแลตนเอง

สรุป

งานวิจัยชิ้นนี้ได้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องโดยเปรียบเทียบรูปแบบ (Model) และขั้นตอนวิธี (Algorithm) โดย

เปรียบเทียบวิธีการทดลองที่แสดงผลค่าความถูกต้องสูงสุด และค่าการทำนาย (Predict) ที่แม่นยำ ผลการพัฒนาอุปกรณ์สามารถใช้ตรวจคัดกรองเพื่อแสดงผลการตรวจว่ามีภาวะขาปลายเท้าหรือไม่มีภาวะขาได้จริง เจ้าหน้าที่ประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพและผู้ป่วยโรคเบาหวานสามารถเห็นภาพเท้าของตนเองเพื่อตระหนักในการดูแลสุขภาพก่อนที่จะเกิดแผลเท้า รวมถึงอุปกรณ์สามารถใช้ตรวจภาวะขาปลายเท้าซ้ำๆ ได้หลายครั้ง ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจให้น้อยลง สอดคล้องกับสำนักโรคไม่ติดต่อกรมควบคุมโรค (Bureau of Non-communicable Diseases, Department of Disease Control Ministry of Public Health, 2018) ในการควบคุมความชุกของภาวะโรคเบาหวานให้คงที่และจัดหาเทคโนโลยีเพื่อให้บริการเพิ่มขึ้นตามสถานพยาบาลเพื่อช่วยคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานก่อนที่จะเกิดแผลเท้า

เอกสารอ้างอิง

- Burget, R., Karasek, J., Smekal, Z., Uher, V. and Dostal, O. 2010. RapidMiner Image Processing Extension: A Platform for Collaborative Research, pp. 1-5. *In Conference on Telecommunication and Signal Processing*. Vienna, Austria.
- Bureau of Non-communicable Diseases, Department of Disease Control Ministry of Public Health (ThaiNCD). 2018. **Guidelines for the prevention and control of NCDs Chronically based on community Risk Reduction Community Reduce chronic non-communicable diseases**. Motion Art Co., Ltd., Bangkok. Available source: <http://ihppthaigov.net/DB/publication/attachbook/200/chapter1.pdf>, February 15, 2020. (In Thai)
- Diabetes Association of Thailand under the Patronage of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn (DMTHAI). 2014. **Practice Guidelines for Diabetes B.E. 2014**. Srimuang Publication Co., Ltd., Bangkok. Available source: <https://www.slideshare.net/UtaiSukviwatsirikul/cpg-dm-2014>, January 7, 2020. (In Thai)
- Diabetes Association of Thailand under the Patronage of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn (DMTHAI). 2017. **Clinical Practice Guideline for Diabetes 2017**. Romyen Media Co., Ltd., Pathum Thani. Available source: <https://www.dmtai.org/attachments/article/443/guideline-diabetes-care-2017.pdf>, October 30, 2019. (In Thai)
- Gibson, T.B., Driver, V.R., Wrobel, J.S., Christina, J.R., Bagalman, E., Defrancis, R., Garoufalas, G., Carls, G.S. and Gatwood, J. 2013. Podiatrist care and outcomes for patients with diabetes and foot ulcer. **International Wound Journal** 4(2): 641-647.
- Han, J., Rodriguze, J.C. and Beheshti, M. 2008. Diabetes Data Analysis and Prediction Model Discovery Using RapidMiner, pp. 96-99. *In Future Generation Communication and Networking*. IEEE Computer Society, Hainan Island, China.
- Kaeutunkum, K. and Punyayun, K. 2013. Podoscope: Foot Care for Diabetes.

- Journal of Health Science** 22(1): 187-195.
- Keesukphan, P., Chanprasertyothin, S., Ongphiphadhanakul, B. and Puavilai, G. 2007. The development and validation of diabetes risk score for high-risk Thai adults. **Journal of the Medical Association of Thailand** 90(1): 149-54.
- Koklu, M. and Unal, Y. 2013. Analysis of a Population of Diabetic Patients Databases with Classifiers. **International Journal of Biomedical and Biological Engineering** 7(1): 481-483.
- Micheletti, M.J., Hendrick, M.A., Khan, F.N., Ziemer, D.C., and Pasuel, F.J. 2016. Current and Next Generation Portable Screening Devices for Diabetic Retinopathy. **Journal of Diabetes Science and Technology** 10(2): 259-300.
- Nitiyanan, V. 2017. Recognize and Understand Diabetes, pp 12-16. *In* Medical Faculty from the Diabetes Association of Thailand, ed. **Stay Away from Diabetes**. Amarin Health, Bangkok. (In Thai)
- Patcharawongsakda, E. 2014. Chapter 6 Clustering, pp. 84-89. *In* Bangwag, K., ed. **Data Mining with RapidMiner Studio 6**. (8th ed). Asia Digital Printing Company Ltd, Bangkok. (In Thai)
- Patcharawongsakda, E. 2015. Introduction to CRISP-DM, pp. 50-53. *In* Bangwag, K., ed. **Introduction to Business Analytics with RapidMiner Studio 6**. (2th ed). Asia Digital Printing Company Ltd, Bangkok. (In Thai)
- Perveen, S., Shahbaz, M., Guergachi, A. and Keshavjee, K. 2016. Performance Analysis of Data Mining Classification Techniques to Predict Diabetes. **Procedia Computer Science** 82: 115-121.
- Petsarb, K., Apaiwong, C., Phairoh, C., Rattanakajornsak, R., Kajornpredanon, Y. and Daochai, S. (2012). Low cost and customized plantar pressure analyzer for foot pressure image in rehabilitation foot clinic, pp. 1-4. *In* **5th 2012 Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON 2012)**. Ubon Ratchathani, Thailand. (in Thai)
- Pholanan, T., Benjawattanaphon, W. and Dissaman, W. 2011. Innovation Technology, pp. 41-43. *In* Chulek, L., ed. **40 Principles TRIZ keys to technical innovation**. Technology Promotion Association (Thailand-Japan), Bangkok. (in Thai)
- Russ, J. 2011. **The Image Processing Handbook**. Taylor & Francis Group, USA. Available source: <https://www.routledge.com/The-Image-Processing-Handbook/Russ-Neal/p/book/9781138747494>, October 30, 2019.
- Sakunasing, J. 2012. Effectiveness of Foot Massage to Reduce Foot Neuropathy in the Diabetic Patients. **Roi-Et, Kalasin, Mahasarakham Hospital Medical Journal** 19(1): 36-43.
- Sawada, H., Uchida, K., Danjo, J. and Kakamura, Y. 2020. Development of a Non-invasive Screening Device of Diabetic Peripheral

- Neuropathy Based on the Perception of Micro-vibration, pp. 11-16. *In Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB)*. Biomedical Engineering Institute, Chiang Mai University. (in Thai)
- Srinapakorn, V. and Derojanavong, C. 2003. Insulin DKA or HHS, pp 212-215. *In Srinapakorn, V. and Derojanavong, C., eds. Insulin*. Endocrine Society of Thailand, Ruen Kaew Printing, Bangkok. (in Thai)
- Supawatanakul, D. 2011. A Development of Local Wisdom Coconut Shell Foot Massage of DuLaPiThaN Model for a Reduction of Sensory Loss in Diabetic Patients. Doctor of Philosophy (Technology Management), Phranakhon Rajabhat University. (in Thai)
- Wintergert, M. and Mishra, D., Hartmann, L., Shah, P., Konana, V., Sagar, P., Berger, M., Murali, K., Holz, F., Shanmugam, M. and Finger, R. 2020. Diabetic Retinopathy Screening Using Smartphone-Based Fundus Imaging in India. **Ophthalmology ScienceDirect Science** 127(11): 1529-1538.