

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของโรคเบาหวานโดยอาศัยปัจจัยทางเทคนิคและ ปัจจัยทางกายภาพด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ

ศุภชีพ บุญทา¹ และ อรวรรณ จิตตะกาญจน์²

¹คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

²สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี

Emails: suphachipb@gmail.com, orawan@buu.ac.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันอัตราการเกิดโรคเบาหวานมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นปัญหาในการจำแนกผู้ป่วยโรคเบาหวาน นั้นจะต้องอาศัยวิธีการเจาะเลือด จะทำให้การจำแนกมีประสิทธิภาพอย่างจำกัด จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าว งานวิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษาวิธีการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกความเสี่ยงโรคเบาหวานให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยอาศัยปัจจัยทางเทคนิคและปัจจัยทางกายภาพการจำแนกประชากรกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานโดยใช้การเรียนรู้แบบอาศัยขนาดเวกเตอร์คอนโวลูชัน เปรียบเทียบกับโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ มีความถูกต้องในการจำแนกอยู่ที่ 91.82% และ 95% ตามลำดับ

ABSTRACT

Currently, the incidence of diabetes is likely to increase. Difficulties in identifying diabetic patients. It relies on the blood. The classification will have limited effectiveness. Given the importance of the issue. Research has focused on how to increase efficiency in identifying diabetes risk is automatic. Based on technical factors and physical factors. Identification of diabetes populations risk Comparison between Learning Vector Quantization and Back-Propagation Neural Network accuracy was 91.82% and 95% respectively.

คำสำคัญ--โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ, ปัจจัยเสี่ยง, โรคเบาหวาน

1. บทนำ

ปัจจุบันอัตราการเกิดโรคเบาหวานมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นปัจจัยการเกิดโรคเบาหวานนั้นเกิดจากหลากหลายปัจจัยไม่ว่าจะเป็นการเกิดจากพันธุกรรมที่ผิดปกติ เป็นได้ทั้งพันธุกรรมที่ถ่ายทอดได้

หรือ พันธุกรรมชนิดไม่ถ่ายทอด การอุปโภคบริโภค การใช้ชีวิตประจำวัน ดังนั้นการวินิจฉัยโรคเบาหวานจึงต้องมีความถูกต้องแม่นยำเพื่อให้ได้ผลการรักษาออกมาประสบความสำเร็จ

ปัญหาในการจำแนกผู้ป่วยโรคเบาหวาน นั้นจะต้องอาศัยวิธีการเจาะเลือด จะทำให้การจำแนกมีประสิทธิภาพอย่างจำกัด จากความสำคัญของปัญหาดังกล่าว งานวิจัยจึงมุ่งเน้นศึกษาวิธีการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกความเสี่ยงโรคเบาหวานให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยอาศัยปัจจัยทางเทคนิคและปัจจัยทางกายภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพที่จำแนกได้จะใกล้เคียงกับการจำแนกผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ทำโดยมนุษย์ ซึ่งประโยชน์จากงานวิจัยนี้จะทำให้ประหยัดเวลาและแรงงานเป็นอย่างมาก เพราะทดแทนผู้เชี่ยวชาญในการจำแนกประชากร 2 กลุ่มเสี่ยง เพื่อเป็นการป้องกันการจากความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานและเพื่อการประเมินการตรวจรักษาอย่างถูกต้อง

โดยงานวิจัยใช้หลักการโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการแก้ปัญหาการรู้จำและการจำแนกกลุ่มข้อมูลที่มีแนวคิดจากการทำงานของสมองมนุษย์ มีความสามารถในการเรียนรู้และปรับตัวตามข้อมูลที่ได้รับในการฝึกสอนได้เป็นอย่างดี โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมมาช่วยในการจำแนกประชากรกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานด้วยการเปรียบเทียบกับ การเรียนรู้เวกเตอร์คอนโวลูชัน (Learning Vector Quantization (LVQ)) ในการศึกษาการจำแนกประชากรกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. โรคเบาหวานเป็นภาวะที่ร่างกายมีน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ เกิดจากการขาดฮอร์โมนอินซูลินหรือจากการดื้อต่อฤทธิ์ของอินซูลินทำให้ร่างกายไม่สามารถนำน้ำตาลในเลือดไปใช้ได้ตามปกติ น้ำตาลในเลือดที่สูงอยู่เป็นระยะเวลานานทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนของอวัยวะต่างๆ เช่น ตา ไต ระบบประสาท โรคหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งโรคเบาหวานนั้นสามารถแบ่งได้ 2 ชนิดดังนี้

เบาหวานชนิดที่ 1 มักพบในคนอายุน้อย มักต่ำกว่า 30 ปี เกิดจากตับอ่อนไม่สามารถสร้างอินซูลินได้ผู้ป่วยมักมีรูปร่างผอมเกิด อาจเกิดภาวะหมดสติจากน้ำตาลในเลือดสูงหรือหลุดเลือดเป็นคีโตน การรักษาต้องให้ยาฉีดอินซูลิน

เบาหวานชนิดที่ 2 มักพบในผู้ที่มีอายุมากกว่า 40 ปี เกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลินและมีการหลั่งอินซูลินลดลง มักมีรูปร่างอ้วนและมีประวัติโรคเบาหวานในครอบครัว สามารถรักษาด้วยการควบคุมอาหารหรือยาเม็ดลดระดับน้ำตาล ในรายที่เป็นนานๆการสร้างอินซูลินลดลงมากก็อาจจะต้องฉีดอินซูลิน

สำหรับในผู้ป่วยนั้นเบาหวานที่อาจเกิดจากการขาดอินซูลินหรือดื้อต่อฤทธิ์ของอินซูลินทำให้ไม่สามารถใช้น้ำตาลได้ ขณะเดียวกันมีการย่อยสลายไขมันและโปรตีนในเนื้อเยื่อมาสร้างเป็นน้ำตาลมากขึ้นทำให้น้ำตาลในเลือดสูงจนล้นออกมาทางไตและมีน้ำตาลในปัสสาวะ เป็นที่มาของคำว่า “เบาหวาน”

ความเข้มข้นของน้ำตาลในเลือด หรือ ระดับกลูโคสในเลือด คือจำนวนกลูโคส ที่มีอยู่ในเลือดของมนุษย์ (น้ำตาล) 104.4 – 64.8 ร่างกายจะควบคุมระดับกลูโคสในเลือดให้อยู่ที่ mg/dL. โดยธรรมชาติแล้วร่างกายมนุษย์จะควบคุมน้ำตาลในเลือดอย่างเข้มงวด ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการรักษาสมดุลของร่างกาย ระดับน้ำตาลในเลือดที่อยู่ในช่วงค่าปกติเป็นตัวบ่งชี้ทางกายแพทย์ ระดับที่สูงอย่างเรื้อรังบ่งบอกว่าอยู่ในภาวะระดับน้ำตาลในเลือดสูง (hyperglycemia) และระดับต่ำบ่งบอกว่าอยู่ในภาวะระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ (hypoglycemia) โรคเบาหวานจะมีระดับน้ำตาลในเลือดอยู่อย่างเรื้อรังซึ่งเกิดได้จากหลายสาเหตุและเป็นโรคที่เป็นที่รุกรานที่สุดที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด[6]

2. โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) หมายถึงเส้นใยประสาทที่เชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายระหว่างเซลล์ประสาทจำนวนมากมายมหาศาล มีความสามารถประมวลผลสูงบรรจุอยู่ในสมอง สมองที่เป็นจุดศูนย์กลางการควบคุมกิจกรรมของการดำเนินชีวิต การวิจัยสร้างโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) มีแนวคิดเลียนแบบการทำงานของสมองชีวภาพหรือสมองของมนุษย์ โดยเรียนรู้และทำการศึกษางานของสมองชีวภาพ เพื่อกำหนดแนวทางสำหรับการสร้างแบบจำลองขึ้นมาแล้วพยายามสมมติฐานลักษณะการทำงานโดยจำลองเป็นโมเดลคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเดียวกันแล้วดำเนินการคำนวณโดยใช้คอมพิวเตอร์

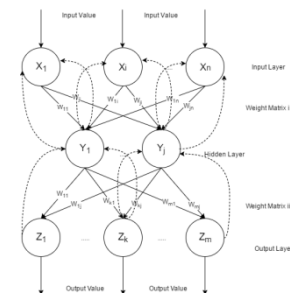
2.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back-Propagation Neural Network) [1]

วิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ เป็นโครงข่ายแบบหลายชั้น ใช้วิธีการเรียนรู้แบบมีผู้สอน โดยประกอบด้วย 3 เลเยอร์ดังนี้

ชั้นนำเข้า (Input Layer) เป็นชั้นที่ได้รับข้อมูลนำเข้าจากภายนอกจึงทำให้จำนวนโหนดในชั้นนี้จะเปลี่ยนแปลงตามจำนวนข้อมูลนำเข้าของแต่ละรูปแบบ คือ ถ้าแต่ละรูปแบบมีจำนวนข้อมูล n จำนวนแล้ว จำนวนโหนดชั้นนำเข้าจะมี n โหนดเหมือนกัน

ชั้นซ่อน (Hidden Layer) จำนวนโหนดในชั้นนี้จะไม่ได้กำหนดไว้เฉพาะเจาะจงแต่จำนวนโหนดที่เหมาะสมเท่าไรขึ้นอยู่กับปัญหาและแต่ละปัญหาอาจจะใช้จำนวนชั้นซ่อนที่แตกต่างกัน ถ้าปัญหามีความซับซ้อนมากอาจจะต้องใช้จำนวนชั้นซ่อนมากกว่าหนึ่งชั้น

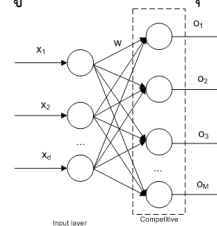
ชั้นนำออก (Output Layer) เป็นชั้นสุดท้ายของโครงข่ายที่จะให้ค่าผลลัพธ์โดยจำนวนโหนดในชั้นนี้จะเปลี่ยนแปลงตามจำนวนรูปแบบทั้งหมดที่นำเข้ามาเรียนรู้ในชุดเดียวกันซึ่งมีลักษณะ



รูปที่ 1. โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ

3.การเรียนรู้แบบเวกเตอร์ควอนไทเซชัน(Learning Vector Quantization)[4]

การเรียนรู้แบบเวกเตอร์ควอนไทเซชันLVQ (Learning Vector Quantization) เป็นการขยายเครือข่ายโคโฮแนสสำหรับการเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอน เครือข่าย LVQ ใช้ในการคัดแยกเวกเตอร์อินพุตด้วยการกำหนดคุณลักษณะของกลุ่มสำหรับคัดแยก จะมีการกำหนดกลุ่มที่ใช้ในการคัดแยกและใช้เป็นส่วนหนึ่งในการฝึกสอน โครงสร้างของเครือข่าย LVQ มีลักษณะเช่นเดียวกับเครือข่ายการจัดการตนเองโดยมีข้อแตกต่างคือ แต่ละนิวรอนเอาต์พุตจะถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มของการคัดแยก



รูปที่ 2. โครงข่ายประสาทเทียมแบบการเรียนรู้แบบเวกเตอร์ควอนไทเซชัน

3. วิธีการดำเนินการทดลอง

แบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 3 ชุดข้อมูล คือ ข้อมูลทางเทคนิค ข้อมูลกายภาพ และข้อมูลสมระหว่างข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลทางกายภาพ โดยแต่ละชุดข้อมูล จะได้มาจากผู้ป่วยจำนวน 100 ราย และผู้ที่ปกติจำนวน 100 ราย รวมเป็น 200 ราย

ชุดข้อมูลชุดที่ 1 ข้อมูลทางเทคนิค จะประกอบด้วย 16 ลักษณะ ดังตารางที่ 3 – 1

ชุดข้อมูลชุดที่ 2 ข้อมูลทางกายภาพ จะประกอบด้วย 12 ลักษณะ ดังตารางที่ 3 – 2

ชุดข้อมูลชุดที่ 3 ข้อมูลสมระหว่างข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลทางกายภาพ จะประกอบด้วย 28 ลักษณะ

กำหนดให้ผู้ที่ไม่มีความเป็นเสี่ยงมีค่าเป็น 0 และ ให้ผู้ที่มีความเสี่ยงมีค่าเป็น 1

การฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมและทำการทดสอบแต่ละชุดข้อมูล จะใช้วิธีการ 10 FOLD CROSS VALIDATION

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test	Training								
Training	Test	Training							
Training		Test	Training						
Training			Test	Training					
Training				Test	Training				
Training					Test	Training			
Training						Test	Training		
Training							Test	Training	
Training								Test	Training

รูปที่ 3. ทดสอบแบบ 10 FOLD CROSS VALIDATION

ตารางที่ 3 – 1 เกณฑ์ปัจจัยเสี่ยงโรคเบาหวาน ข้อมูลด้านทางเทคนิค

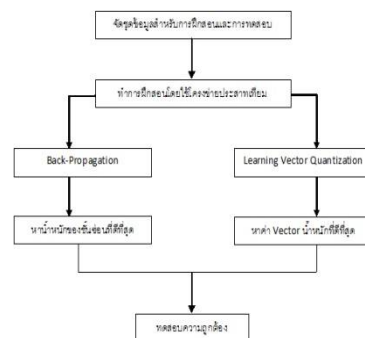
ปัจจัย	เงื่อนไข	กำหนดค่า
อายุ	มากกว่า 40	2
	40 ถึง 31	1
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 30	0
เพศ	เพศชาย	1
	เพศหญิง	0
ค่า BMI	มากกว่าหรือเท่ากับ 23	2
	18 ถึง 22	1
	น้อยกว่า18	0
รอบเอว	ชาย มากกว่าหรือเท่ากับ . ซม 90 หญิง มากกว่าหรือเท่ากับ . ซม 80	1
	ชาย น้อยกว่า . ซม 90 หญิง น้อยกว่า . ซม 80	0
ความดันโลหิต	Systolic/mmHg.>120	1
	Systolic/mmHg.<=120	0
	Diastolic/mmHg.>80	1
	Diastolic/mmHg.<=80	0
ความดันโลหิตรวม	sys/dia>90/140	1
	sys/dia<=90/140	0
การเต้นของหัวใจ/นาที.	มากกว่า 100	1
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100	0
สบบุหรี่วัน/	มากกว่า มวน 20	3
	มวน 20 มวนถึง 11	2
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ มวน 10	1

	ไม่สูบ	0
ดื่มสุราอาทิตย์/	มากกว่า ครึ่ง 7	3
	ครึ่ง 7 ถึง 4	2
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 3ครึ่ง	1
	ไม่ดื่ม	0
ดื่มน้ำอัดลม/อาทิตย์	มากกว่า ครึ่ง 7	3
	ครึ่ง 7 ถึง 4	2
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ ครึ่ง 3	1
	ไม่ดื่ม	0
อาหารหวาน/อาทิตย์	มากกว่า ครึ่ง 7	3
	ครึ่ง 7 ถึง 4	2
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ ครึ่ง 3	1
	ไม่ทาน	0
ออกกำลังกาย	ครึ่ง 7	3
	6 ถึง 4ครึ่ง	2
	น้อยกว่าหรือเท่ากับ ครึ่ง 3	1
	ไม่ออก	0
ความเสี่ยง	สายเลือดมีตรงมีเป็นโรคเบาหวาน	มี = 1,ไม่ = 0
	น้ำหนักแรกเกิดมากกว่า กิโลกรัม 4	ใช่ = 1,ไม่ใช่ = 0
	สายเลือดตรงเป็นโรคความดันสูง	มี = 1,ไม่ = 0

ตารางที่ 3 – 2 เกณฑ์ปัจจัยเสี่ยงโรคเบาหวาน ข้อมูลทางด้านกายภาพ

1	ทิวน้ำบ่อย	มี = 1,ไม่ = 0
2	ปัสสาวะกลางดึกมากกว่า ครึ่ง 1	มี = 1,ไม่ = 0
3	น้ำหนักลดเกิน	มี = 1,ไม่ = 0
4	แผลหายช้า	มี = 1,ไม่ = 0
5	ตาพร่ามัว มึนงง	มี = 1,ไม่ = 0
6	ขาตามมือตามเท้า	มี = 1,ไม่ = 0
7	ปวดมึนท้ายทอย	มี = 1,ไม่ = 0
8	เวียนศีรษะ บ้านหมุน	มี = 1,ไม่ = 0
9	คลื่นไส้	มี = 1,ไม่ = 0
10	นอนไม่หลับ	มี = 1,ไม่ = 0
11	เพลียไม่มีแรง	มี = 1,ไม่ = 0
12	แน่นหน้าอกเวลาใช้แรง	มี = 1,ไม่ = 0

ขั้นตอนการทดลอง การฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 4. ภาพแสดงกระบวนการทดลอง

4. ผลการทดลอง

ตารางที่ 4 – 1 อัลกอริธึม Back-propagation ที่ชุดข้อมูลทางเทคนิค มีความถูกต้อง $81 \pm 5.270463\%$ ซึ่งมีความถูกต้องมากกว่า อัลกอริธึม Learning Vector Quantization ที่ชุดข้อมูลเดียวกัน

อัลกอริธึม	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการทดสอบ(%)
Learning Vector Quantization	77 ± 7.527727
Back-Propagation	81 ± 5.270463

ตารางที่ 4 – 2 อัลกอริธึม Back-propagation ที่ชุดข้อมูลทางกายภาพมีความถูกต้อง $89.5 \pm 7.975657\%$ ซึ่งมีความถูกต้องมากกว่า อัลกอริธึม Learning Vector Quantization ที่ชุดข้อมูลเดียวกัน

อัลกอริธึม	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการทดสอบ(%)
Learning Vector Quantization	80 ± 12.0185
Back-Propagation	89.5 ± 7.975657

ตารางที่ 4 – 3 อัลกอริธึม Back-propagation ที่ชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลทางกายภาพมีความถูกต้อง $95 \pm 27.16207\%$ ซึ่งมีความถูกต้องมากกว่า อัลกอริธึม Learning Vector Quantization ที่ชุดข้อมูลเดียวกัน

อัลกอริธึม	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการทดสอบ(%)
Learning Vector Quantization	91.82 ± 5.270463
Back-Propagation	95 ± 27.16207

5. สรุปผลการทดลอง

จำแนกความเสี่ยงโรคเบาหวาน โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดซึ่งมีความสามารถดังนี้

สามารถจำแนกความเสี่ยงโรคเบาหวานได้นจากการเรียนรู้และการรู้จำของวิธีโครงข่ายประสาทเทียม โดยวิธีการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ ในชุดข้อมูลทางเทคนิค มีความถูกต้องอยู่ที่ $81 \pm 5.270463\%$ ในชุดข้อมูลทางกายภาพ มีความถูกต้องอยู่ที่ $89.5 \pm 7.975657\%$ ในชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลทางกายภาพ มีความถูกต้องอยู่ที่ $95 \pm 7.527727\%$

วิธีการเรียนรู้โดยอาศัยขนาดเวกเตอร์ ในชุดข้อมูลทางเทคนิค มีความถูกต้องอยู่ที่ $77 \pm 7.527727\%$ ในชุดข้อมูลทางกายภาพ มีความถูกต้องอยู่ที่ $80 \pm 12.0185\%$ ในชุดข้อมูลแบบผสมระหว่างข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลทางกายภาพ มีความถูกต้องอยู่ที่ $91.82 \pm 5.270463\%$

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโรคเบาหวาน อัลกอริธึม Back-Propagation ที่ชุดข้อมูลผสมระหว่างข้อมูลทางเทคนิคและข้อมูลทางกายภาพ มีความถูกต้อง $95 \pm 27.16207\%$ ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโรคเบาหวาน

6. ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มชุดข้อมูลที่น่ามาทดสอบให้มากกว่านี้
2. ควรปรับเปลี่ยนชุดข้อมูลหลากหลายแบบเพื่อทดสอบว่าแบบไหนเหมาะสมและให้ความถูกต้องมากที่สุด
3. ควรทำการศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่มีความจำเป็นของประชากรกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวาน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการแนะนำและคำปรึกษาจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล ท่าบุญมี อำเภอกะเจันท์ จังหวัดชลบุรี 20240

เอกสารอ้างอิง

- [1] J2KUM. (2012). Neural Networks and the Backpropagation Algorithm.ค้นหาเมื่อ 20 เดือนพฤศจิกายน, 2559: URL <https://jeremykun.com/2012/12/09/neural-networks-and-backpropagation/>
- [2] Jason Brownlee Phd. (2015). Learning Vector Quantization.ค้นหาเมื่อ 26 เดือนพฤศจิกายน, 2559: URL <http://www.cleveralgorithms.com/natureinspired/neural/lvq.html>
- [3] The mathWorks, Inc. (2016). Learning Vector Quantization (LVQ) Neural networks.ค้นหาเมื่อ 20 เดือนพฤศจิกายน, 2559: <https://www.mathworks.com/help/nnet/ug/learning-vector-quantization-lvq-neural-networks-1.html>
- [4] ผศ.ดร.ปริญญ์ สงวนสัตย์. (2556). คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์. บริษัท ไอทีซี พรีเมียร์ จำกัด 200 หมู่ 4 ชั้น 19 ห้อง 1901 อาคารจิมินอินเตอร์เนชั่นแนล ถ.แจ้งวัฒนะ ต.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120 โทรศัพท์ 0-2962-1081 (อัตโนมัติ 10 คู่สาย) โทรสาร 0-2962-1084: สมบูรณ์. บริษัท ไอทีซี พรีเมียร์
- [5] ศรีสมัย วิบูลยานนท์. (2540). อาหารผู้ป่วยเบาหวานและภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน. โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์ 947 ถ. อรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700 โทร 411-1523, 412-6552, 866-2506, Fax 866-3248: คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล
- [6] ศาสตราจารย์ น.พ. เทพ หิมะทองคำ และคณะ. (2543). ความรู้เรื่องเบาหวาน ฉบับสมบูรณ์. บริษัทจูนพัลลิ่ง จำกัด 90 วัฒนาวิเศษ 5 ถนนสุทธิสาร เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ: บริษัทวิทยพัฒน์ จำกัด 52/103-104 บางกะปิสแควร์ ถนนรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240 โทรศัพท์/โทรสาร 3743852-3, 3749915-6 ที่อยู่อีเมลwphat@iname.com.