รายงานการวิจัย

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้สำหรับวิเคราะห์ภาวะการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

Knowledge-base DSS for an Analysis Diabetes of Elder using Decision Tree

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาใจ โล่ห์วนิชชัย และคณะ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2554

กุมภาพันธ์ 2555

รายงานการวิจัย

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้สำหรับวิเคราะห์ภาวะการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

Knowledge-base DSS for an Analysis Diabetes of Elder using Decision Tree

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาใจ โล่ห์วนิชชัย

โปรแกรมวิชาวิทยาการสารสนเทศ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายสุนีย์ จับโจร

นางสาวธิดานุช พุทธสิมมา

นางสาวรตวิสา ปาลินทร

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ปีงบประมาณ 2554

กุมภาพันธ์ 2555

ชื่อผลงาน ระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้สำหรับวิเคราะห์ภาวะการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ
ชื่อผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาใจ โล่ห์วนิชชัย และคณะ
หน่วยงาน โปรแกรมวิทยาการสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปีที่ทำการวิจัยเสร็จ 2555

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศด้านระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้สำหรับวิเคราะห์ภาวะการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ ต้นไม้การตัดสินใจเป็นเครื่องมือที่แสดงในรูปของกราฟรูปแบบต้นไม้ ข้อมูลการคัดกรอง กลุ่มผู้มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานที่ใช้ในการทดสอบได้จากโรงพยาบาลค่ายสุรนารี กองทัพภาคที่ 2 ประกอบด้วยข้อมูลเบื้องต้นที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคเบาหวาน ในการศึกษานี้ใช้ซอฟต์แวร์ WEGA เพื่อทำการจำแนกข้อมูลหาภาวะความเสี่ยง โดยใช้ข้อมูลการคัดกรองกลุ่มผู้มีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานสอนการเรียนรู้ของเครื่องจักร(เครื่องคอมพิวเตอร์)โดยผ่านซอฟต์แวร์ WEAGA โดยใช้การจำแนกของต้นไม้การตัดสินใจที่แตกกันทั้งหมด 10 รูปแบบและนำผลที่ได้จากการจำแนกเปรียบเทียบกับผลการวินิจฉัยทางการแพทย์ ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ RandomTree มีประสิทธิภาพสูงสุดในการจำแนกข้อมูลถึง 99.60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิฉัยทางการแพทย์พบว่ามีค่า MAE = 0.004 และ RMSE = 0.0447 และรูปแบบที่ให้ค่าประสิทธิภาพต่ำสุดในการจำแนกข้อมูลคือ ต้นไม้การตัดสินใจแบบ NBTree มีประสิทธิภาพในการจำแนก 70.60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการวิฉัยทางการแพทย์พบว่ามีค่า MAE = 0.3327 และ RMSE = 0.454

Title : Knowledge-base DSS for an Analysis Diabetes of Elder using Decision Tree

Researcher : Assist. Prof. Dr. Sudajai Lowanichchai and Other

Institute : Infomatics Programs, Faculty of Science and Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Year : 2012

Abstract

This research proposes the application Information technology of knowledge-base DSS for an analysis diabetes of elder using decision tree. The decision tree is a decision-modeling tool that graphically displays the classification process of a given input for given output class labels. Screening the data diabetes risk factors received from the Suranaree Army2 hospital. The data risk factors include diabetes as a cause. In this research used WEKA which can be used for testing risk factors data using Machine Learning algorithms. To perform classification using difference decision tree algorithms. The result showed that the RandomTree model has the highest accuracy in the classification is 99.60 percent when compared with the medical diagnosis that the error MAE is 0.004 and RMSE is 0.0447. The NBTree model has lowest accuracy in the classification is 70.60 percent when compared with the medical diagnosis that the error MAE is 0.3327 and RMSE is 0.454.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัย เรื่อง ระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้สำหรับวิเคราะห์ภาวะการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาที่ได้สนับสนุนทุนวิจัย ผู้รายงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบพระคุณโรงพยาบาลค่ายสุรนารี สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติเขตจังหวัดนครราชสีมา สำนักงานสาธารสุขจังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการดำเนินงานวิจัย

สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัว และญาติพี่น้องทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา ขอกราบระลึกถึงพระคุณผู้ให้กำเนิด ครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาและให้ความรู้แก่ผู้รายงานจนประสบความสำเร็จในปัจจุบันนี้

สุดาใจ โล่ห์วนิชชัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 2

ทฤษฎี สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของการวิจัย 3

นิยามคำศัพท์เฉพาะ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) 5

การตัดสินใจ (Decision making) 6

การวิเคราะห์ปัญหากับการตัดสินใจ (Problem Analysis VS. Decision Making) 7

ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) 8

โรคเบาหวาน (Diabetes) 14

โปรแกรมเวก้า (Weka) 20

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 24

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย 24

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 26

การดำเนินงานวิจัย 27

การวิเคราะห์ข้อมูล 29

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 30

ผลการวิจัยและอภิปรายผล 30

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 38

สรุปผลการวิจัย 38

ข้อเสนอแนะ 38

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 39
ภาคผนวก 40
ภาคผนวก ก (ผลการประมวลผลด้วยโปรแกรม WEGA) 41
ประวัติผู้วิจัย 152

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รายการข้อมูลของข้อมูลผู้คัดกรอง 25
ตารางที่ 2 รายการข้อมูลของข้อมูลผู้คัดกรองที่ตัดปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป 26
ตารางที่ 3 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ ADTree 30
ตารางที่ 4 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ J48 31
ตารางที่ 5 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ ID3 32
ตารางที่ 6 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ Decisionstumb 32
ตารางที่ 7 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ LADTree 33
ตารางที่ 8 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ LMT 34
ตารางที่ 9 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ NBTree 34
ตารางที่ 10 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ Randomforest 35
ตารางที่ 11 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ RandomTree 35
ตารางที่ 12 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ REPTree 36
ตารางที่ 13 เปรียบเทียบผลจำแนกและประสิทธิภาพของต้นไม้การตัดสินใจแบบต่าง ๆ 36

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบและแนวความคิดของการวิจัย 3
ภาพที่ 2 กระบวนการทำงานในการจำแนกประเภทข้อมูล 5
ภาพที่ 3 ตัวอย่างการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจ 9
ภาพที่ 4 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ ADTree 31
ภาพที่ 5 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ J48 30
ภาพที่ 6 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ LADTree 33
ภาพที่ 7 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ LMT 34
ภาพที่ 8 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ ADTree 44
ภาพที่ 9 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ ADTree 58
ภาพที่ 10 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ LADTree 63
ภาพที่ 11 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ LMT 69
ภาพที่ 12 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ NBTree 73
ภาพที่ 13 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ RandomTree 143
ภาพที่ 14 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ REPTree 151

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จากปัจจัยความเสี่ยงด้านสุขภาพของคนไทยมีมากขึ้น ทำให้ประชาชนมีแนวโน้มเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อหรือโรคเรื้อรังสูงขึ้น โดยเฉพาะโรคเบาหวานซึ่งเป็นโรคเรื้อรังสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสม การขาดการออกกำลังกาย และปัญหาสุขภาพจิต ซึ่งนำไปสู่การเจ็บป่วยแทรกซ้อน ตาบอดจากโรคเบาหวาน ภาวะไตวายเรื้อรังมากขึ้น ในแต่ละประเทศมีประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น ประเทศไทยก็เช่นกัน สำนักงานสถิติแห่งชาติ ได้ออกมาเปิดเผยว่า โครงสร้างประชากรของประเทศไทย ได้เข้าสู่โครงสร้างประชากรสูงอายุแล้ว ทำให้ประเทศไทยมีสัดส่วนของผู้สูงอายุ (60 ปีขึ้นไป) เกินร้อยละ 10 จากประชากรรวมทั้งสิ้น 66.5 ล้านคน หรือคิดเป็นผู้สูงอายุถึงกว่า 7 ล้านคน เมื่อดูตัวเลขแล้ว พบว่าประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ผลที่ตามมาปัญหาการดูแลเรื่องสุขภาพกาย สุขภาพทางใจ และปัญหาที่อาจเกิดกับผู้สูงอายุคือ ลูกหลานห่างเหิน เนื่องจากปัญหาทางเศรษฐกิจ ดังนั้นผู้สูงอายุนอกจากจะมีปัญหาขาดความอบอุ่นจากลูกหลาน ยังมีปัญหาสุขภาพกายมีโรครุมเร้าอีก ทำให้การดำเนินชีวิตของผู้สูงอายุมีความลำบากมากขึ้น

โรคเบาหวานเป็นปัญหาสาธารณสุขและมีความสำคัญต่อการป่วย พิการ และตายก่อนวัยอันควรจำนวนมากของผู้สูงอายุ ซึ่งโรคเบาหวานนี้ไม่ได้มีผลกระทบเฉพาะบุคคลผู้เป็นโรคเท่านั้น แต่ยังส่งผลไปถึงครอบครัว ชุมชน รวมไปถึงการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ โดยพบว่าจากการคาดประมาณการสูญเสียรายได้จากผลผลิตประชาชาติ (GDP) ของประเทศไทย จากโรคเบาหวาน ในปี พ.ศ.2549 ประมาณ 4,200 ล้านบาท และในอีก 10 ปี ข้างหน้า พ.ศ. 2558 (หากยังคงมีการเพิ่มของปัญหาเช่นเดียวกับเมื่อก่อนปี พ.ศ.2547) จะมีการสูญเสียสะสมเป็นประมาณ 52,150 ล้านบาท แต่ถ้ามีการป้องกันควบคุมโรคดังกล่าวได้ จะลดการสูญเสียรายได้ผลผลิต ร้อยละ 10-20 จากการสูญเสียทั้งหมด ซึ่งผู้สูงอายุก็เป็นหนึ่งในผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน อาการที่มักพบบ่อย มาจากการที่มีภาวะน้ำตาลสูงโดยตรงและจากโรคแทรกซ้อนได้แก่ ปัสสาวะบ่อย และมีปริมาณมาก ปัสสาวะหลายครั้งตอนกลางคืน ในรายที่เป็นมากจะตรวจพบน้ำตาลในปัสสาวะสังเกตได้จากปัสสาวะแล้วมีมดตอม นอกจากนี้คนที่เป็นเบาหวานส่วนใหญ่จะมีอาการคอแห้ง กระหายน้ำ ดื่มน้ำมาก หิวบ่อย ทานอาหารจุ แต่น้ำหนักกลับลดลงและมีอาการอ่อนเพลีย นอกจากนี้ หากเป็นแผลจะหายยาก มีการติดเชื้อตามผิวหนัง เกิดฝีบ่อย คันตามผิวหนัง มีการติดเชื้อรา โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณช่องคลอดของผู้ป่วยเพศหญิง ตาพร่ามัว ชาปลายมือปลายเท้า หย่อนสมรรถภาพทางเพศ

การวินิจฉัยว่าผู้สูงอายุมีภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานหรือไม่ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะนำไปสู่การปฏิบัติตนเพื่อลดภาวะความเสี่ยงหรือลดอาการของโรคเบาหวานได้ การตรวจ

วินิจฉัยที่ดีที่สุด คือ การเจาะเลือดก็จะทราบระดับน้ำตาลในเลือดได้ แต่วิธีนี้เหมาะสำหรับผู้ที่เป็นแล้ว และยังยุ่งยากในการตรวจเพราะต้องตรวจโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น สำหรับกลุ่มที่ยังไม่เป็นโรคเบาหวานวิธีการเจาะเลือดอาจจะไม่สามารถบอกได้ว่ามีภาวะเสี่ยงหรือไม่ ดังนั้นการที่จะบอกได้ว่าผู้สูงอายุมีภาวะเสี่ยงและภาวะความเสี่ยงอยู่ในระดับไหนจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง สปสช.จึงได้ทำการออกแบบคัดกรองความเสี่ยงภาวะโรคเบาหวานขึ้นสำหรับเพื่อจะได้บอกได้ผู้สูงอายุคนใดมีภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน

การศึกษานี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิควิธีต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) ในการวิเคราะห์ภาวะความเสี่ยงโรคเบาหวานที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ ซึ่งเป็นการรวมทักษะความรู้ความเชี่ยวชาญในระบบสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐานช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในกรณีที่มีผู้เชี่ยวชาญเพียงคนเดียวในปัญหาที่หลากหลาย โดยใช้ข้อมูลจากหน่วยหลักประกันสุขภาพ โรงพยาบาลค่ายสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ข้อมูลการคัดกรองภาวะความเสี่ยงโรคเบาหวาน ซึ่งสามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนแนวทางการรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับผู้ป่วยในแต่ละราย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้สำหรับวิเคราะห์ภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ
2. เพื่อศึกษาภาวะความเสี่ยงในการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้สำหรับวิเคราะห์ภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ ที่ได้ออกแบบขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลผู้สูงอายุจากโรงพยาบาลค่ายสุรนารี กองทัพภาคที่ 2 จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2551 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2553 เป็นข้อมูลที่ใช้คัดกรองกลุ่มผู้มีภาวะความเสี่ยงโรคเบาหวาน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย งานวิจัยเรื่องนี้จะทำการแบบเทียบผลลัพธ์ของตัวแบบต้นไม้ตัดสินใจแบบต่างๆ กับสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้ในการทำนายค่าของภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน จำนวน 3000 ราย

ข้อมูลที่ใช้คัดกรองค้นหาและวิเคราะห์กลุ่มผู้มีภาวะความเสี่ยงโรคเบาหวานสำหรับผู้สูงอายุ ได้แก่ เพศ ดัชนีมวลกาย(BMI : Body Mass Index) ความดันโลหิตสูง ประวัติความเป็นเบาหวานของครอบครัว ความยาวเส้นรอบเอว และ ประวัติความเสี่ยง เป็นต้น

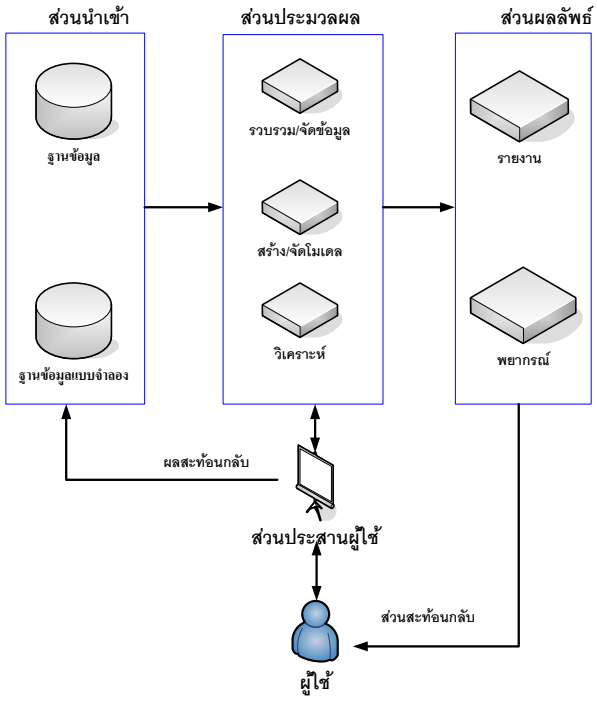
ทดลองเพื่อหาตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลผู้สูงอายุและการพยากรณ์โรคเบาหวาน โดยใช้ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้ในการจำแนกประเภทข้อมูล ได้แก่ J48,ID3, ADTree, Decisionstumb, LADTree, LMT, NBTree, Randomforest, RandomTree และ REPTree จากนั้นทำการเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่ดีที่สุดสำหรับทดลองในการวิจัยการทดลองของงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการจำแนกประเภทข้อมูลโดยตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจแบบต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาตัวแบบและทดลองวิจัยคือ โปรแกรม WEGA

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจประกอบด้วยสองส่วนที่สำคัญคือ ฐานข้อมูล (Database) และฐานแบบจำลอง (Model Base)

1. ฐานข้อมูล (Database) ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยแหล่งข้อมูลภายในมาจากรายงานของโรงพยาบาลค่ายสุรนารี

2. ฐานแบบจำลอง (Model Base) เป็นโมเดลที่มีตัวแปรและข้อจำกัดต่างๆ เกี่ยวข้องจำนวนมาก เช่น เพศ ดัชนีมวลกาย (BMI : Body Mass Index) ความดันโลหิตสูง ประวัติความเป็นเบาหวานของครอบครัว ความยาวเส้นรอบเอว และ ประวัติความเสี่ยง ฯลฯ



ภาพที่ 1 กรอบและแนวความคิดของการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผู้สูงอายุ หมายถึง ผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป

2. โรคเบาหวาน (Diabetes mellitus) หมายถึง โรคที่มีระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง สูงกว่า 126 มิลลิกรัม/เดซิลิตร ซึ่งยืนยันผลด้วยการตรวจซ้ำอีกครั้งหนึ่งในวันที่ต่างกันตามเกณฑ์วินิจฉัยของสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Diabetes Association)

3. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้ หมายถึง คือระบบที่นำมาช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจแก้ปัญหาการหาตัวแปลที่มีผลกับการเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานในผู้สูงอายุ โดยมีส่วนที่ต้องอาศัยความรู้และความเชี่ยวชาญของแพทย์มาเป็นส่วนที่เพิ่มความรู้และช่วยเพิ่มความสมบูรณ์ของระบบให้ทำงานได้ดีขึ้น

4. ต้นไม้ตัดสินใจ หมายถึง เป็นวิธีหนึ่งที่จะประมาณฟังก์ชันที่มีค่าไม่ต่อเนื่อง (discrete-value function) ด้วยแผนผังต้นไม้ อาจประกอบด้วยเซตของกฎต่างๆแบบ ถ้า-แล้ว (if-then) เพื่อให้สามารถอ่านแล้วเข้าใจการตัดสินใจของต้นไม้ได้

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2

ขอบเขตของโครงการวิจัย 2

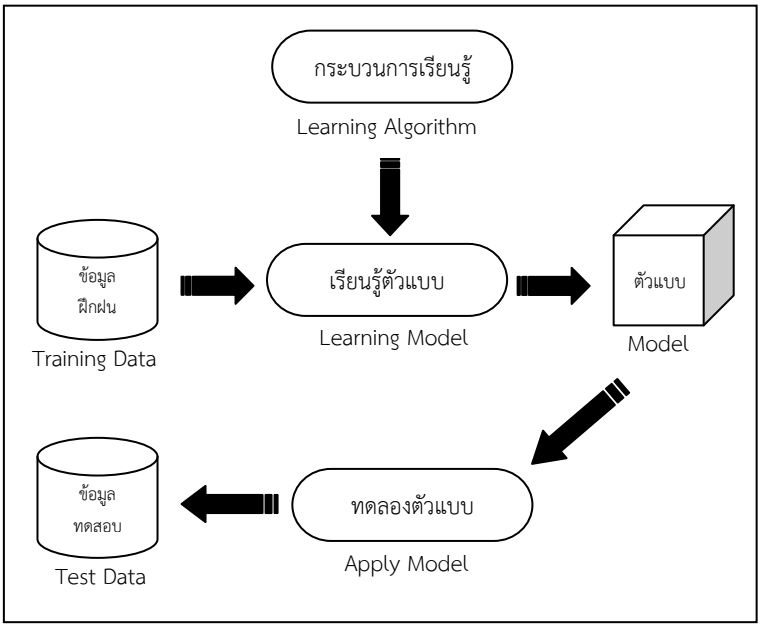
ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย 3

ภาพที่ 1 กรอบและแนวความคิดของการวิจัย 3

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification)

Data Classification เป็นกระบวนการสร้างตัวแบบการจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างคลาส หรือกลุ่มของข้อมูลได้ และเพื่อทำนายว่าข้อมูลนี้ควรจัดอยู่ในคลาสใด ซึ่งตัวแบบที่ใช้จำแนกประเภทข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามที่ได้กำหนดไว้ จะขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์กลุ่มของข้อมูลฝึกฝน (Training Data) โดยนำข้อมูลทดลองมาสอนให้ระบบเรียนรู้ว่ามีข้อมูลใดอยู่ในคลาสเดียวกัน



ภาพที่ 2 กระบวนการทำงานในการจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูล เป็นประเภทหนึ่งในการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นวิธีการนำข้อมูลฝึกฝน (Training Set) มาจำแนกโดยอาศัยคุณสมบัติ (Attribute) และประเภทหรือคลาส (Class) ของแต่ละข้อมูลนำมาสร้างตัวแบบ (Model) ด้วยกระบวนการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning) จุดประสงค์ของการจัดจำแนกประเภท คือ สามารถนำตัวแบบที่สร้างขึ้นมาทำนายข้อมูลที่ไม่เคยพบมาก่อน แล้วได้ผลลัพธ์ถูกต้องเป็นที่น่าพอใจ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ คือ ตัวแบบการจำแนกประเภทข้อมูล (Classifier Model) ตัวแบบนี้สามารถแทนได้ในหลายรูปแบบ เช่น การจำแนกประเภทข้อมูล (IF-THEN) กฎ (Rules), ตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจ, สูตรการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Formulae) หรือเครือข่าย

โครงประสาทเทียม (Neural Networks) และจะนำข้อมูลส่วนที่เหลือจากข้อมูลทดลองเป็นข้อมูลที่ใช้ทดสอบ (Testing Data) ซึ่งเป็นกลุ่มที่แท้จริงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบนี้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หามาได้จากตัวแบบเพื่อทดสอบความถูกต้อง โดยจะปรับปรุงตัวแบบจนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องในระดับที่น่าพอใจ หลังจากนั้นเมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามาจะนำข้อมูลผ่านตัวแบบ โดยตัวแบบจะสามารถทำนายค่ากลุ่มของข้อมูลนี้ได้

จุดประสงค์ของปัญหาการจำแนกประเภทข้อมูล คือ ค่าผลลัพธ์ในการทำนาย (Class Label) ให้กับระเบียนข้อมูล ตัวอย่างเช่น โรงพยาบาลมีระบบผู้เชี่ยวชาญที่สามารถวินิจฉัยได้ว่าผู้ป่วยเป็นโรคอะไร โดยการนำเข้าข้อมูลอาการ เช่น อุณหภูมิร่างกาย มีไข้หรือไม่ อาการไอ ระบบจะทำนายว่าผู้ป่วยมีความน่าจะป่วยเป็นโรคใดมากที่สุด สิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ วิธีการที่จะได้กล่องตรวจสอบนี้ที่สามารถทำงานร่วมกันระหว่างคลาสที่มีอยู่แล้วกับข้อมูลใหม่ที่จะนำมาทำนาย

ปัญหาการจำแนกประเภทข้อมูล ประกอบด้วย

1. ส่วนที่ 1 Predict Class คือ การที่จะเชื่อมโยงค่าผลลัพธ์ในการทำนาย (Associate Class Label) ให้กับข้อมูลใหม่ สิ่งที่จำเป็นก็ คือ ต้องมีระเบียนข้อมูลหรือค่าผลลัพธ์ในการทำนายว่าจะกำหนดอย่างไร เช่น โรงพยาบาลกำหนดค่าผลลัพธ์ในการทำนายเป็นการเจ็บป่วย ดังนี้ 1) ไข้หวัด 2) ท้องเสีย 3) ปวดฟัน ซึ่งมี 3 อาการไว้ในระบบ เมื่อมีผู้ป่วยรายใหม่เข้ามา แล้วทำการป้อนข้อมูลอาการป่วยเข้าสู่ระบบ หรือเรียกว่าเป็นระเบียนข้อมูลใหม่ ระบบจะทำนายว่าน่าจะเป็นโรคใดมากที่สุดจากค่าผลลัพธ์ในการทำนายที่ได้กำหนดไว้

2. ส่วนที่ 2 Training Class คือ ข้อมูลทดสอบที่ได้จากการเก็บข้อมูลของโรงพยาบาลจากตัวอย่างผู้ป่วยจำนวนมากโดยพิจารณาอาการ และโรคที่เป็น เช่น การมีไข้ อุณหภูมิเท่าใด อาการไอ อาการปวดท้อง ปวดฟัน ซึ่งพอสรุปโรคของผู้ป่วยได้ โดยข้อมูลจะประกอบด้วย Input Pattern + Class Label โดย Input + Pattern ของผู้ป่วยรายก่อนหน้านี้ แล้วนำไปสร้างเป็นตัวแบบโดยมี Simplify Data ของการเป็นไข้ ท้องเสีย และการปวดฟัน

3. ส่วนที่ 3 อัลกอริทึมในการจำแนกประเภทข้อมูล คือ ขั้นตอนวิธีในการจำแนกข้อมูลเหมาะสมทำให้ได้ตัวต้นแบบที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการทำนายข้อมูลที่ไม่เคยพบมาก่อน

การตัดสินใจ (Decision making)

การตัดสินใจ หมายถึง การพิจารณาตกลงใจชี้ขาดเลือกทางเลือก ที่มีอยู่มากกว่าหนึ่งทางเลือก ซึ่งมีการกระทำในลักษณะเฉพาะใด ๆ หรือหมายถึงการตกลงใจเลือกข้อยุติ ข้อขัดแย้ง ข้อถกเถียง เพื่อให้มีการกระทำไปในทางหนึ่งทางใดที่ได้มีการพิจารณาเลือกหรือตรวจสอบอย่างรอบคอบแล้ว หรือการตัดสินใจ คือ การนำหลักเกณฑ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ เข้ามาช่วยประกอบในการตัดสินใจเพื่อ

ทำให้ ผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจมีโอกาสผิดพลาดน้อยลงหรือมีโอกาสในการตัดสินใจได้ถูกต้องมากขึ้น การตัดสินใจจะมีขึ้นภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ที่สามารถนำมาประกอบกันเพื่อนำไปสู่การประเมินได้ และใช้กฎเกณฑ์หรือเครื่องมือดังกล่าวนำไปสู่การพิจารณาทางเลือกที่ดีที่สุด ในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดนี้เป็นเรื่องที่ยุ่งยากและสลับซับซ้อน ดังนั้นจึงได้มีความพยายามหาสิ่งที่จะช่วยประกอบในการตัดสินใจเพื่อให้ได้รับทางเลือกที่ดีที่สุดเพื่อทำให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุด โดยสิ่งที่จะช่วยในการตัดสินใจ คือ หลักเกณฑ์และเครื่องมือต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. มีทางเลือกหลายทาง (Alternatives) ทางเลือกแต่ละทางเลือกอาจจะอยู่ในรูปแบบต่างๆ กัน เช่น ขั้นตอนการดำเนินงาน แนวทางหรือนโยบายในการทำงาน การที่มีทางเลือกมาก ๆ ถ้าอาศัยดุลพินิจส่วนตัวเพื่อทำการตัดสินใจอาจจะทำให้ผิดพลาดขึ้นได้เนื่องจากค่าความลำเอียงส่วนตัว (Bias) ดังนั้น จึงต้องอาศัยเครื่องมือหรือเกณฑ์ต่างๆ เข้ามาช่วยในการตัดสิน

2. ปัจจุบันข้อมูลมีจำนวน ถ้านำดุลยพินิจส่วนตัวมาใช้ในการตัดสินแล้ว โอกาสที่จะผิดพลาดมีมาก เพราะไม่สามารถนำข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดนั้นมาพิจารณาได้ครบถ้วนสมบูรณ์

3. เพื่อลดความขัดแย้งเนื่องจากพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน ดังนั้นถ้าไม่อาศัยหลักเกณฑ์หรือเครื่องมือที่เหมือนกันมาช่วยในการตัดสินใจก็อาจจะทำการตัดสินใจแตกต่างกันออกไปซึ่งจะทำให้บุคคลในองค์กรเกิดการขัดแย้งกันขึ้นในกรณีที่ความเห็นแตกต่างกัน

4. เพื่อลดความเสี่ยง การตัดสินใจที่ปราศจากกฎเกณฑ์หรือเครื่องมือแล้ว โอกาสที่เสี่ยงต่อความผิดพลาดนั้นมีสูง แต่การตัดสินใจที่มีเครื่องมือเข้ามาช่วยแล้ว โอกาสของการตัดสินใจที่ผิดพลาดนั้นมีน้อยหรือไม่มีเลยก็เป็นไปได้

การวิเคราะห์ปัญหากับการตัดสินใจ(Problem Analysis VS. Decision Making)

การวิเคราะห์ปัญหาและการตัดสินใจมีความแตกต่างกันอย่างมาก แนวคิด คือ การแยกเหตุการณ์หนึ่งออกจากเหตุการณ์หนึ่งอย่างสมบูรณ์ การวิเคราะห์ปัญหาจะต้องทำก่อนแล้วจึงเป็นกระบวนการรวบรวมสารสนเทศเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ

1. การวิเคราะห์ปัญหา

1.1 ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปัญหา นั่นคือวิเคราะห์ได้ว่าอะไรเกี่ยวข้องกับปัญหาจริง ๆ

1.2 การวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวข้องความคลาดเคลื่อนจากประสิทธิภาพมาตรฐาน

1.3 การวิเคราะห์ปัญหาต้องมีความแม่นยำและสามารถอธิบายปัญหาได้

1.4 การวิเคราะห์ปัญหาผิดพลาดอาจทำให้ลักษณะเฉพาะเปลี่ยนไป

1.5 การแยกแยะระหว่างสิ่งที่ใช่กับไม่ใช่จะมีผลต่อการเริ่มต้นในการวิเคราะห์ปัญหา

1.6 สาเหตุของปัญหาสามารถจะลดความเปลี่ยนแปลงสำคัญได้จากการวิเคราะห์ปัญหา

1.7 สาเหตุความน่าเชื่อถือของปัญหา คือ สิ่งหนึ่งที่จะสามารถอธิบายความเป็นจริงทั้งหมด

2. การตัดสินใจ

2.1 วัตถุประสงค์จะต้องนำมาพิจารณาก่อนเสมอ

2.2 วัตถุประสงค์จะต้องทำการแยกและทำการจัดลำดับความสำคัญ

2.3 ทางเลือกต่าง ๆในการแก้ปัญหา จะถูกพัฒนาขึ้นมา

2.4 ทางเลือกต่าง ๆในการแก้ปัญหา ต้องสามารถประเมินเพื่อเปรียบเทียบกับวัตถุประสงค์ได้

2.5 ทางเลือกต่าง ๆ ในการแก้ปัญหานั้นสามารถจะทำให้การตัดสินใจที่ยังไม่แน่นอนของวัตถุประสงค์สามารถวัตถุ

2.6 การตัดสินใจที่ไม่แน่นอนถูกประเมินผลเพื่อผลลัพธ์ที่เป็นไปได้

2.7 การกระทำที่แน่นอนแล้วจะถูกเลือกและการกระทำที่เพิ่มขึ้นถูกเลือกมาเพื่อปกป้องการกระทำตรงกันข้ามจากปัญหาและเงื่อนไขของปัญหาทั้งจากการวิเคราะห์ปัญหาและการตัดสินใจ

ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree)

ต้นไม้การตัดสินใจเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้วิเคราะห์เหตุการณ์ หรือสถานการณ์เพื่อการตัดสินใจได้อย่างเป็นระบบและรวดเร็ว(ครรชิต มาลัยวงศ์ : 2553,141-143) เป็นวิธีหนึ่งที่จะประมาณฟังก์ชั่นที่ค่าไม่ต่อเนื่อง ด้วยแผนผังต้นไม้ อาจจะประกอบด้วยเซตของกฎต่าง ๆ แบบ IF-THEN เพื่อให้มนุษย์สามารถอ่านแล้วเข้าใจการตัดสินใจของต้นไม้ได้

ต้นไม้การตัดสินใจเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ใช้มากที่สุดแบบหนึ่งในการเรียนรู้ของเครื่อง เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ทำนายประเภทของวัตถุ โดยพิจารณาจากลักษณะของวัตถุ โดยต้นไม้การตัดสินใจจะมีลักษณะเป็นแผนผังงาน เหมือนโครงสร้างต้นไม้ การเรียนรู้แบบนี้เป็นการเรียนรู้โดยการจำแนกประเภทข้อมูลออกเป็นคลาสต่างๆ โดยใช้คุณสมบัติของข้อมูล(attribute)ในการจำแนกข้อมูล ต้นไม้การตัดสินใจที่ได้จากการเรียนรู้ทำให้ทราบว่าคุณลักษณะใดของข้อมูลที่เป็น

ตัวกำหนดการจำแนกประเภทข้อมูล และคุณลักษณะแต่ละตัวของข้อมูลมีความสำคัญมากน้อยต่างกันอย่างไร ซึ่งเป็นประโยชน์ช่วยให้ผู้ใช้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

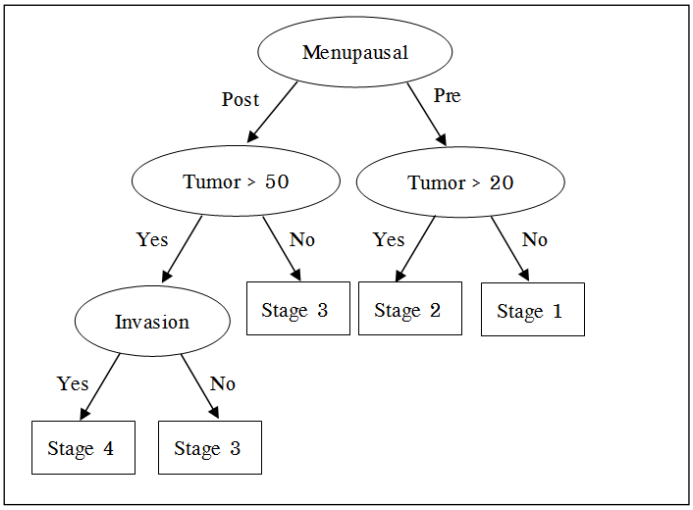
การแทนต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree Representation) ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ต้นไม้การตัดสินใจจะแสดงในรูปต้นไม้ ซึ่งประกอบไปด้วย

1) โหนดราก (Root Node) เป็นจุดเริ่มต้นอยู่บนสุดของต้นไม้สามารถมีเส้นออกจากโหนดได้ตั้งแต่ 0 เส้นขึ้นไป และไม่มีเส้นเข้ามาที่โหนด โดยจะแสดงถึงค่าคุณสมบัติของข้อมูล

2) โหนดภายใน (Internal Node) เป็นโหนดที่มีการเชื่อมต่อมาจากโหนดรากหรือโหนดข้างบน คุณสมบัติต่าง ๆ ของข้อมูล ซึ่งเมื่อข้อมูลใด ๆ ตกลงมาที่โหนด จะใช้คุณสมบัตินี้เป็นตัวตัดสินใจว่า ข้อมูลจะไปในทิศทางใด โหนดภายในเป็นจุดเชื่อมต่อภายในต้นไม้ ต้องมีเส้นเข้ามาที่โหนด 1 เส้น และเส้นออกจากโหนด 2 เส้นขึ้นไป

3) กิ่ง (Branch หรือ Link) เป็นค่าคุณสมบัติของคุณสมบัติในโหนดภายในที่แตกกิ่งนี้ออกมา ซึ่งโหนดภายในจะแตกกิ่งเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนค่าคุณสมบัติของโหนดภายในนั้น

4) โหนดใบ (Leaf node) เป็น กลุ่มต่าง ๆ ที่เป็นผลลัพธ์ในการจำแนกประเภทข้อมูล โหนดใบเป็นโหนดสิ้นสุดของต้นไม้กิ่งนั้น ต้องมีเส้นเข้ามาที่โหนด 1 เส้น และไม่มีเส้นออกจากโหนด



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจ

1. ข้อดีของตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจ

1.1 ผลลัพธ์การจำแนกประเภทข้อมูลสามารถเขียนกฎจากต้นไม้การตัดสินใจในรูปแบบ IF – THEN ซึ่งเป็นการเขียนจากเส้นทางตั้งแต่โหนดรากไปจนถึงโหนดใบ

1.2 ผลลัพธ์ง่ายต่อการเข้าใจสำหรับมนุษย์ เมื่อเปรียบเทียบกับการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีอื่น สามารถแสดงในรูป กฎ ภาพ หรือกราฟิก

1.3 มีความทนทานต่อข้อมูลที่มีสัญญาณรบกวน (Noisy Data) เช่น คุณสมบัติที่ไม่เกี่ยวข้อง และ ค่าคุณสมบัติที่ผิดพลาดหรือขาดหาย

1.4 ใช้เวลาในการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับอัลกอริทึมสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลวิธีอื่น

1.5 อัลกอริทึมของการสร้างต้นไม้การตัดสินใจ ใช้เฉพาะข้อมูลฝึกฝนเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลอื่นอีก

1.6 การจำแนกประเภทข้อมูลโดยต้นไม้การตัดสินใจ มีความถูกต้องสูงเมื่อเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอื่น

1.7 เมื่อใช้ต้นไม้การตัดสินใจประกอบกันกับภาษา SQL ทำให้ขั้นตอนวิธีมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.8 นำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ได้ เช่น ข้อมูลความเสี่ยงของลูกหนี้ การวินิจฉัยทางการแพทย์ และงานทางด้านธุรกิจและวิทยาศาสตร์อื่นๆ

2. ข้อจำกัดของตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจ

2.1 การจำแนกประเภทข้อมูลโดยตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจ กรณีเป็นข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่อง เช่น ข้อมูลรายได้ ข้อมูลราคา ต้องทำการแปลงให้อยู่ในช่วง หรือแบ่งเป็นกลุ่มก่อน

2.2 เมื่อกระบวนการคัดเลือกว่าจะใช้ค่าข้อมูลใดมาเป็นตัวแบ่งกลุ่มข้อมูล ก็จะไม่สนใจค่าข้อมูลอื่นที่อาจมีความสำคัญเช่นเดียวกัน

2.3 การจัดการกับข้อมูลที่ไม่ทราบค่า (Missing Value) ในบางคุณสมบัติของข้อมูลอาจมีผลกระทบกับผลลัพธ์ที่ได้ของต้นไม้การตัดสินใจ

2.4 ต้นไม้การตัดสินใจ ที่แสดงลักษณะของปัญหาการเข้ากันเกินไปมักเป็นต้นไม้ที่มีการแตกกิ่งมากมาย แต่ละกิ่งมีจำนวนข้อมูลอยู่ปริมาณน้อย ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะไม่มีประโยชน์ในการนำมาใช้ทำการวิเคราะห์

2.5 ปัญหาการเข้ากันเกินไป (Over Fitting Problem) เกิดจากการที่ตัวแบบได้จากการเรียนรู้เข้าไปถึงรายละเอียดข้อมูลมากเกินไป ซึ่งบางข้อมูลเป็นข้อมูลรบกวน ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดเมื่อนำไปใช้กับข้อมูลจริง

3. วิธีการเรียนรู้ของต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree Learning)

การสร้างต้นไม้การตัดสินใจ จะเป็นแบบการค้นหาจากบนลงล่างแบบตะกราม (Top–Down Greedy Search) โดยเริ่มจากการเลือกคุณสมบัติที่ดีที่สุดมาสร้างเป็นโหนดราก เมื่อข้อมูลผ่านการแบ่งแยกที่โหนดรากตามค่าคุณสมบัติของโหนดรากแล้วก็จะหาคุณสมบัติที่ดีที่สุดของข้อมูลที่ผ่านการแบ่งแยกนั้นมาสร้างเป็นโหนดลูกของโหนดรากนั้นต่อไป และจะวนสร้างโหนดลูกและต้นไม้ย่อยของแต่ละกิ่งใบเรื่อย ๆ จนกว่าข้อมูลที่ผ่านการแบ่งแยกนั้นจะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือจำนวนข้อมูลที่ผ่านการแบ่งแยกในกิ่งหนึ่งๆ มีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้

3.1 หาคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดมาแบ่งข้อมูล โดยคุณสมบัตินั้นจะถูกนำมาสร้างเป็นเงื่อนไขที่จุดยอด โดยจะกำหนดค่าของคุณสมบัติที่ใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูลพร้อมกัน

3.2 นำข้อมูลที่ผ่านจุดนั้นมาแบ่งตามค่าของคุณสมบัติที่กำหนดไว้เพื่อจำแนกข้อมูลออกเป็นสองกลุ่ม

3.3 แบ่งข้อมูลทั้งหมดตามกลุ่มที่แตกออกจากจุด

3.4 ถ้าข้อมูลที่แบ่งออกมาเป็นคลาสเดียวกันทั้งหมดให้เปลี่ยนเป็นใบที่มีคำตอบเป็นคลาสนั้น หรือไม่มีคุณสมบัติที่ใช้แบ่งได้อีก คือข้อมูลมีลักษณะเหมือนกัน จะเปลี่ยนเป็นใบโดยมีคำตอบเป็น คลาสที่มีจำนวนข้อมูลมากที่สุด

3.5 หากไม่ใช่ให้วนกลับไปทำที่ขั้นตอนแรก คือหาคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดจากข้อมูลที่แบ่งแล้ว เพื่อทำการแบ่งข้อมูลต่อไปจนเจอคำตอบทุกกิ่ง

4. ขั้นตอนในการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีต้นไม้การตัดสินใจ

การสร้างตัวแบบประกอบด้วยข้อมูลฝึกฝนและอัลกอริทึม โดยข้อมูลฝึกฝนจะถูกวิเคราะห์โดยอัลกอริทึมของการจำแนกประเภทข้อมูลและการเรียนรู้ตัวแบบถูกแทนในรูปของกฎการจำแนกประเภทข้อมูล

5. การใช้ตัวแบบเพื่อการทำนายค่า

จุดมุ่งหมายสูงสุดในการจำแนกประเภทข้อมูล เมื่อได้กฎการจำแนกประเภทข้อมูล จะมีการตรวจสอบว่ากฎที่ได้สามารถทำนายผลลัพธ์ได้ถูกต้องแม่นยำหรือไม่ โดยการนำเอาข้อมูลทดสอบที่ทราบแล้วว่ามีผลลัพธ์อยู่ในกลุ่มใด ไปเปรียบเทียบกับตัวแบบการเรียนรู้ ถ้าหากว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องก็จะสามารถนำตัวแบบหรือกฎที่ได้ไปทำนายผลลัพธ์ของข้อมูลที่เข้ามาสู่ระบบใหม่ได้

6. ตัวแบบในการทำโครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ

6.1 ID3 (Iterative Dichotomiser3) เป็นอัลกอริทึมที่ใช้หลักการของทฤษฎีข่าวสาร (Information Theory) ค่าที่วัดได้จะนำมาใช้ตัดสินใจว่าจะใช้ตัวแปรใดในการแบ่งโครงสร้าง การสร้างต้นไม้การตัดสินใจแบบนี้จะสร้างจากบนลงล่างด้วยการถามว่าลักษณะใดควรจะเป็นรากของต้นไม้การตัดสินใจต้นนี้ และถามซ้ำไปเรื่อย ๆ เพื่อหาต้นไม้ทั้งต้นด้วยการเขียนโปรแกรมด้วยความสัมพันธ์แบบเวียนเกิด (Recursion) โดยในการเลือกว่าลักษณะใดดีที่สุดนั้นดูจากค่าของลักษณะเรียกว่า เกนความรู้ (Information Gain) ใช้ในการเลือกคุณสมบัติในแต่ละโหนดของต้นไม้ ซึ่งคุณสมบัติตัวใดที่มีค่า Information Gain สูงสุดหรือว่ามีค่าเอนโทรปี (Entropy) น้อยจะถูกเลือกให้เป็นคุณสมบัติของโหนดนั้น และคุณสมบัติตัวนี้จะลดจำนวนข้อมูลที่จะใช้ในการสร้างต้นไม้ เอนโทรปีของต้นไม้การตัดสินใจในตัวในเซตของตัวอย่าง S คือ $E(S)$ ดังนี้

$$E(S) = -\sum_{j=1}^{n} ps(j) \log_2 ps(j) \qquad (1)$$

เมื่อ S คือ ตัวอย่างที่ประกอบด้วยชุดของตัวแปรต้นไม้และตัวแปรตามหลายๆกรณี

$ps(j)$ คือ อัตราส่วนของกรณีใน S ที่ตัวแปรตามหรือผลลัพธ์ที่มีค่า j

สำหรับต้นไม้การตัดสินใจที่มีผลลัพธ์เป็นแค่เพียงค่าตรรกะ ใช่หรือไม่ใช่ดังนั้นเอนโทรปีจากสมการ(1) คือ

$$E(S) = -p_{yes} \log_2(p_{yes}) - p_{no} \log_2(p_{no}) \qquad (2)$$

เมื่อพิจารณาเอนโทรปีแล้วจะเห็นว่าเอนโทรปีจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 โดยจะมีค่าเป็นศูนย์ทุกกรณีมีผลลัพธ์เพียงแบบเดียว เช่น ใช่ทั้งหมด หรือ ไม่ใช่ทั้งหมด และจะมีค่ามากขึ้นเมื่อเริ่มมีค่าแตกต่างกันมากขึ้น หรือ เอนโทรปีจะมีค่ามากขึ้นหากข้อมูลไม่บริสุทธิ์ และจะตัดสินใจได้ว่าผลลัพธ์จะเป็นอะไรเมื่อเอนโทรปีเป็น 0 เท่านั้น

จากนิยามเอนโทรปีในสมการที่ 1 ทำให้เราสามารถนิยามลักษณะของตัวแปรต้นไม้ที่ดีได้ โดยตัวแปร A จะเป็นตัวแปรต้นที่ดีก็ต่อเมื่อการแบ่งข้อมูลตัวอย่าง (Sample) ออกเป็นชุด ๆ มีจำนวนชุดตามจำนวนค่าของ A ที่เป็นไปได้เพื่อในแต่ละทางเลือกในชุดนั้นมีค่า A เพียงค่าเดียวและค่าเฉลี่ยของเอนโทรปีของชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งออกนั้นต่ำที่สุด เรียกว่าค่าคาดหวังของการลดลงของเอนโทรปีหลักจากข้อมูลถูกแบ่งด้วย A ว่าเกนความรู้ของ A นิยามโดย

$$Gain(S,A) = E(S) - \sum_{v=value(A)} \frac{|S_v|}{|S|} E(S_v) \quad (3)$$

เมื่อ S คือ ตัวอย่างที่ประกอบด้วยชุดของตัวแปรต้นและตัวแปรตามหลายๆกรณี

E คือ เอนโทรปีของตัวอย่าง

A คือ ตัวแปรต้นที่พิจารณา

$value(A)$ คือ เซตของค่าของ A ที่เป็นไปได้

S_v คือ ตัวอย่างที่ A มีค่า v ทั้งหมด

6.2 CART (Classification and Regression Tree) มีหลักการทำงานเหมือนกับ Gain ใน ID3 หรือ Gain Ratio ใน C5.0 ใน CART จะเรียกว่า Goodness โดยตัวแบ่งที่ใช้ต้องทำให้ 2 กลุ่มนี้มีค่ามากๆ CART สำคัญ คือ มีการแบ่งออกเป็น 2 กิ่งเท่านั้น หรือซ้ายกับขวา หากมีตัวแปรที่มีความเป็นไปได้มากกว่า 2 จะพยายามจัดกลุ่มให้เหลือเพียง 2 กลุ่มเท่านั้น โดยไม่จำเป็นต้องมีจำนวนเท่ากัน เช่น ถ้ามีข้อมูลทั้งหมด 14 ตัว อาจมีด้านซ้าย 8 ตัว ด้านขวา 6 ตัว ก็สามารถทำงานได้

6.3 Random Tree เป็นต้นไม้การตัดสินใจซึ่งสร้างมาจากกระบวน Stochastic ซึ่งแต่ละต้นไม้ในกลุ่มของต้นไม้จะเท่ากับโอกาสที่จะทำการสุ่มได้

Decision stump เป็นรูปแบบการเรียนรู้ของเครื่องที่ประกอบด้วยต้นไม้การตัดสินในระดับเดียว นั่นคือ จะทำการตัดสินใจจากโหนดภายในหนึ่งโหนด คือ โหนดราก (root node) ซึ่งจะเชื่อมต่อโดยตรงกับโหนดสิ้นสุด Decision stumb จะทำการทำนายหรือคาดการณ์จากลักษณะข้อมูลเพียง 1 ลักษณะเท่านั้น

6.4 LADTree (Logical Analysis of Data Tree) เป็นวิธีการจำแนกที่เสนอในรูปแบบของข้อมูลเดิมที่ดีที่สุด วิธีการนี้จะสร้างตัวจำแนกเป็นแบบไบนารี่สำหรับตัวแปรที่จะใช้ในการสอนการเรียนรู้เครื่องในรูปของสมการตรรกะ ซึ่งแยกตัวอย่างหรือตัวแปรระหว่างค่าลบและค่าบวก

6.5 LMT (Logitic model Tree) เป็นวิธีการจำแนกที่รวมโครงสร้างของต้นไม้การตัดสินใจและ ฟังก์ชั่น Logistic regression เพื่อสร้าง ต้นไม้การตัดสินใจแบบชั้นเดียว (N. Landwehr, M. Hall, and E. Frank : 2005) โครงสร้างของต้นไม้ที่เป็นโหนดใบ ประกอบด้วยฟังก์ชั่น Logistic regression โหนดใบประกอบด้วยโหนดลูก 2 โหนด ซึ่งมีกิ่งซ้ายและขวาขึ้นอยู่กับค่าเริ่มต้น ถ้าค่าของแอตตริบิวท์มีค่าน้อยกว่าค่าเริ่มต้นจะเก็บไว้ที่กิ่งด้านซ้าย และ ค่าแอตตริบิวท์ที่มากกว่าค่าเริ่มต้นจะถูกเก็บไว้ที่กิ่งทางขวา

6.6 NBTree (Naïve Bayesian Tree) เป็นวิธีสอนการเรียนรู้ของเครื่องแบบผสมผสานระหว่าง ต้นไม้การตัดสินใจและ ตัวจำแนกแบบ Naïve Bayesian โหนดของ NBTree ประกอบด้วยโหนดและการแยกของโหนดเหมือนต้นไม้การตัดสินใจทั่วไป แต่โหนดใบถูกแทนด้วยลักษณะของ Naïve Bayesian

6.7 Randomforest เป็นวิธีการจำแนกข้อมูลโดยใช้ต้นไม้การตัดสินใจ หลาย ๆ แบบ และคลาสของผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากต้นไม้การตัดสินใจแต่ละแบบ อัลกอริธึมพัฒนาโดย Leo Breiman (Breiman, Leo : 2001)

6.8 ADTree(Alternating Decision Tree) เป็นวิธีการสอนการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อจำแนกข้อมูลโดยสรุปรวมวิธีการของต้นไม้การตัดสินใจที่ส่งเสริมกันและกัน

6.9 REPTree เป็นอัลกอริธึมที่ใช้สอนเครื่องให้เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว อัลกอริธึมสร้างต้นไม้การตัดสินใจหรือต้นไม้ถดถอย โดยใช้ข้อมูล gain/variance และลดกิ่งของต้นไม้โดยเพื่อลดข้อผิดพลาด อัลกอริธึมจะทำการเรียงลำดับค่าแอตทริบิวต์ที่เป็นตัวเลข สำหรับค่าที่ขาดหายไปจะถูกดำเนินการโดยแยกส่วนที่สอดคล้องกันออกไปเป็นส่วนๆ

โรคเบาหวาน (Diabetes)

โรคเบาหวานเป็นสภาวะที่ตับอ่อนสร้างฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin) ได้น้อยหรือไม่ได้เลย ฮอร์โมนชนิดนี้มีหน้าที่คอยช่วยให้ร่างกายเผาผลาญน้ำตาลมาใช้เป็นพลังงาน เมื่ออินซูลินในร่างกายไม่พอ น้ำตาลก็ไม่ถูกนำไปใช้ จึงเกิดการคั่งของน้ำตาลในเลือดและอวัยวะต่าง ๆ เมื่อน้ำตาลคั่งในเลือดมาก ๆ ก็จะถูกไตกรองออกมาในปัสสาวะ ทำให้ปัสสาวะหวานหรือมีมดขึ้นได้ จึงเรียกว่าเบาหวาน

โรคเบาหวาน คือ สภาวะที่ร่างกายขาดอินซูลินหรือบางที่ไม่ขาด แต่อินซูลินที่มีอยู่ใช้ไม่ได้ผลเต็มที่ ทำให้ร่างกายใช้น้ำตาลไม่ได้ตามปกติ ยังผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น นานๆ เข้าทำให้เกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆ ซึ่งเป็นเหตุให้พิการหรือเสียชีวิต

สรุปได้ว่า โรคเบาหวาน คือ สภาวะที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ เกิดเนื่องจากการขาดฮอร์โมนอินซูลิน หรือประสิทธิภาพของอินซูลินลดลงเนื่องจากภาวะดื้อต่ออินซูลินทำให้น้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นพลังของร่างกาย เมื่อนานเข้าจะก่อให้เกิดปัญหาโรคแทรกซ้อนต่างตามมาได้

1. อาการของโรคเบาหวาน

1.1 คนปกติก่อนรับประทานอาหารเช้าจะมีระดับน้ำตาลในเลือด 70-110 มก.% หลังรับประทานอาหารแล้ว 2 ชม.ระดับน้ำตาลไม่เกิน 140 มก.% ผู้ที่ระดับน้ำตาลสูงไม่มากอาจจะไม่มีอาการอะไร การวินิจฉัยโรคเบาหวานจะทำได้โดยการเจาะเลือด อาการที่พบได้บ่อย

1.2 คนปกติมักจะไม่ต้องลุกขึ้นมาปัสสาวะในเวลากลางดึกหรือปัสสาวะอย่างมากไม่เกิน 1 ครั้ง เมื่อน้ำตาลในกระแสเลือดมากกว่า 180 มก.% โดยเฉพาะในเวลากลางคืนน้ำตาลจะถูกขับออกทางปัสสาวะทำให้น้ำถูกขับออกมากขึ้น จึงมีอาการปัสสาวะบ่อยและเกิดการสูญเสียน้ำ และอาจจะพบว่าปัสสาวะมีมดตอม

1.3 ผู้ป่วยจะหิวน้ำบ่อยเนื่องจากต้องทดแทนน้ำที่ถูกขับออกทางปัสสาวะ

1.4 อ่อนเพลีย น้ำหนักลดเกิดเนื่องจากร่างกายไม่สามารถใช้น้ำตาลจึงย่อยสลายส่วนที่เป็นโปรตีนและไขมันออกมา

1.5 ผู้ป่วยจะกินเก่งหิวเก่งแต่น้ำหนักจะลดลงเนื่องจากร่างกายน้ำน้ำตาลไปใช้เป็นพลังงานไม่ได้ จึงมีการสลายพลังงานจากไขมันและโปรตีนจากกล้ามเนื้อ

1.6 อาการอื่นๆที่อาจเกิดได้แก่ การติดเชื้อ แผลหายช้า คัน

1.7 คันตามผิวหนัง มีการติดเชื้อรา โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณช่องคลอดของผู้หญิง สาเหตุของอาการคันเนื่องจากผิวแห้งไป หรือมีการอักเสบของผิวหนัง

1.8 เห็นภาพไม่ชัด ตาพร่ามัวต้องเปลี่ยนแว่นบ่อย ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะมีการเปลี่ยนแปลงสายตา เช่นสายตาสั้น ต่อกระจก น้ำตาลในเลือดสูง

1.9 ชาไม่มีความรู้สึก เจ็บตามแขนขาหย่อนสมรรถภาพทางเพศ เนื่องจากน้ำตาลสูงนานๆทำให้เส้นประสาทเสื่อม เกิดแผลที่เท้าได้ง่าย เพราะไม่รู้สึก

1.10 อาเจียน

1.11 น้ำตาลในกระแสเลือดสูงเมื่อเป็นโรคนี้ระยะหนึ่งจะเกิดโรคแทรกซ้อนที่เกิดกับหลอดเลือดเล็กเรียก Microvacular หากมีโรคแทรกซ้อนนี้จะทำให้เกิดโรคไต เบาหวานเข้าตา หากเกิดหลอดเลือดเลือดแดงใหญ่แข็งเรียก Macrovascular โดยจะทำให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ อัมพาต หลอดเลือดแดงที่ขาตีบนอกจากนั้นยังอาจจะเกิดปลายประสาทอักเสบ Neuropathic ทำให้เกิดอาการชาขา กล้ามเนื้ออ่อนแรง ประสาทอัตโนมัติเสื่อม

2. การวินิจฉัยโรคเบาหวาน

วิธีที่จะวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานมีเพียงวิธีเดียวได้อย่างถูกต้องชัดเจน คือ การเจาะหาปริมาณน้ำตาลในเลือด สำหรับคนปกติแนะนำให้คนที่มีอายุมากกว่า 45 ปีควรจะเจาะเลือดทุกปีถ้าหากปกติก็ให้เจาะทุก 3 ปี หากคุณมีปัจจัยเสี่ยงก็ควรที่เจาะเร็วขึ้นและบ่อยขึ้น คนปกติจะมีค่า

ปริมาณน้ำตาลในเลือดอยู่ระหว่า 80-100 มิลลิกรัม% การวินิจฉัยโรคเบาหวานเมื่อระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 126 มิลลิกรัม% สำหรับผู้ที่มีระดับน้ำตาลในเลือดอยู่ระ 100-125 มิลลิกรัม%เราเรียก Impaired Fasting Glucose [IFG] คน กลุ่มนี้มีความเสี่ยงในการเป็นโรคเบาหวานจำเป็นต้องคุมอาหาร รักษาน้ำหนัก ออกกำลังกาย สำหรับการตรวจปัสสาวะไม่แนะนำเพราะเราจะตรวจพบน้ำตาลในปัสสาวะเมื่อระดับ น้ำตาลในเลือดมากกว่า 180 มิลิกรัม%ซึ่งเป็นเบาหวานไปเรียบร้อยแล้ว การตรวจเลือดเราสามารถตรวจได้หลายวิธีดังนี้

2.1 การวัดระดับกลูโคสในพลาสม่าหลังการอดอาหารอย่างน้อย8ชั่วโมง [fasting plasma glucose :FPG] แนะนำให้ใช้วิธีซึ่งสะดวกและแม่นยำ ให้การวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวานเมื่อระดับน้ำตาลในเลือด [FPG] สูงกว่า 126 มก.%[7.0 mmol/L] สองครั้ง

2.2 การวัดความทนทานน้ำตาลกลูโคส [Oral Glucose Tolerance Test:OGTT] กรณีสงสัยว่าจะเป็นเบาหวาน แต่ระดับพลาสม่ากลูโคสก่อนรับประทานอาหารไมถึง 126 มก.% ให้ตรวจโดยการดื่มน้ำตาลกลูโคส 75 กรัม เจาะเลือดก่อนดื่ม และ 2 ชั่วโมงหลังดื่ม วินิจฉัยว่าเป็นเบาหวานเมื่อระดับพลาสม่ากลูโคสที่ 2 ชั่วโมงตั้ง 200 มก.% ขึ้นไป หากอยู่ระหว่า 140-199 มก.% ถือว่าความทนทานต่อน้ำตาลบกพร่อง (Impaired Glucose Tolerance Test) หากต่ำกว่า 140 มก% ถือว่าปกติ

2.3 การสุ่มวัดระดับกลูโคสในพลาสมา [Random Plasma Glucose:RPG] โดยไม่กำหนดเวลาอดอาหาร ใช้ค่ามากกว่า 200 มก.%และมีอาการของโรคเบาหวาน เนื่องจากมีความแม่นยำต่ำจึงไม่นิยมหาก หากพบว่าค่ามากกว่า 200 มิลิกรัม%จะต้องนัดมาเจาะน้ำตาลก่อนอาหารหรือทำการตรวจ การวัดความทนทานน้ำตาลกลูโคส OGTT อาจจะตรวจในผู้ป่วยที่มีอาการของโรคเบาหวานมากจำเป็นต้องรีบให้การรักษา

2.4 การใช้ระดับโปรตีนกลัยโคซัยเลต ได้แก่ Glycosylated Hemoglobin: HbA1c และ glycosylated albumin fructosamine] ไม่นิยมในการวินิจฉัยโรคเบาหวานแต่นิยมใช้เพื่อประเมินผลการรักษาเนื่องจากมีความไวและความแม่นยำต่ำ

2.5 การตรวจหากลูโคสในปัสสาวะไม่นิยมเพราะผิดพลาดได้ง่าย ในการตรวจหากลูโคสในกระแสเลือดควรคำนึงถึงยาที่ทำให้น้ำตาลสูงขึ้นเช่น Steroid, Thiazide, Nicotinic Acid, Beta-block, ยาคุมกำเนิด

3. การคัดกรองของโรคเบาหวานชนิดที่สองในบุคคลทั่วไป

ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่สองพบมากและมักจะวินิจฉัยไม่ได้ในระยะแรก การที่มีภาวะน้ำตาลสูงเป็นเวลานานๆทำให้เกิดการเสื่อมของอวัยวะต่างๆเช่น ตา หัวใจ ไต เส้นประสาท เส้นเลือด นอกจากนี้ยังพบว่ามีโรคความดันโลหิตสูง ภาวะไขมันในโลหิตสูงร่วมด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งใน

การวินิจฉัยให้เร็วที่สุดเพื่อลดภาวะแทรกซ้อน การตรวจคัดกรองเบาหวานในผู้ใหญ่ที่ไม่มีอาการ ผู้ที่สมควรได้รับการเจาะเลือดตรวจตรวจหาเบาหวาน คือ

3.1 ผู้ที่มีอาการเป็นโรคเบาหวาน

3.2 ประวัติครอบครัวพ่อแม่ พี่ หรือ น้อง เป็นเบาหวาน

3.3 อ้วน ดัชนีมวลกายมากกว่า 25% หรือน้ำหนักเกิน 20% ของน้ำหนักที่ควรเป็น

3.4 อายุมากกว่า 40 ปีหากปกติให้ตรวจทุก 3 ปี

3.5 ผู้ที่ตรวจพบ IFG หรือ IGT

3.6 ความดันโลหิตสูงมากกว่า 140/90 mmHg

3.7 ระดับไขมัน HDL น้อยกว่า 35 มก%และหรือ TG มากกว่า 250 มก.%

3.8 ประวัติเบาหวานขณะตั้งครรภ์หรือน้ำหนักเด็กแรกคลอดมากกว่า 4 กิโลกรัม บุคคลที่มีปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวควรที่จะได้รับการตรวจหาระดับน้ำตาลในเลือดทุก3ปี

4. วิธีการตรวจ

4.1 การวัดระดับกลูโคสในพลาสมาหลังการอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง [Fasting Plasma Glucose: FPG] แนะนำให้ใช้วิธีซึ่งสะดวกและแม่นยำ ให้การวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวานเมื่อระดับน้ำตาลในเลือด [FPG] สูงกว่า 126 มก.% [7.0 mmol/L]

4.2 การวัดความทนทานน้ำตาลกลูโคส [Oral Glucose Tolerance Test: OGTT] วัดระดับน้ำตาลกลูโคส2ชั่วโมงหลังได้กินน้ำตาล75 กรัมจะให้การวินิจฉัยเมื่อวัดน้ำตาลสูงกว่า 200 มก.%[11.1mmol/L]

4.3 การสุ่มวัดระดับกลูโคสในพลาสมา [Random Plasma Glucose: RPG] โดยไม่กำหนดเวลาอดอาหาร ใช้ค่ามากกว่า 160 มก.% เนื่องจากมีความแม่นยำต่ำจึงไม่นิยม

4.4 การใช้ระดับโปรตีนกลัยโคซัยเลต ได้แก่ Glycosylated Hemoglobin: HbA1c และ glycosylated albumin fructosamine] ไม่นิยมเนื่องจากมีความไวและความแม่นยำต่ำ

4.5 การตรวจหากลูโคสในปัสสาวะไม่นิยมเพราะผิดพลาดได้ง่าย

5. ชนิดของโรคเบาหวาน

โรคเบาหวานเป็นกลุ่มของโรคซึ่งมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงซึ่งอาจจะเกิดจากความผิดปกติของการสร้าง หรือการออกฤทธิ์ หรืออาจจะเกิดจากกลไกทั้งสอง ผลจากการที่น้ำตาลในเลือดสูงเป็นเวลานานทำให้เกิดโรคหลอดเลือดแข็งและมีการ ทำลาย ไต สมอง หัวใจ ระดับน้ำตาลเมื่อเป็นใหม่ๆจะไม่สูงแต่เมื่อเวลาผ่านไประดับน้ำตาลจะสูงขึ้น ชนิดของโรคเบาหวาน

5.1 เบาหวานชนิดที่หนึ่ง [Type 1 Diabetes, Immune-mediated] หรือที่เคยเรียกว่า Insulin-dependent Diabetes ผู้ป่วยมักจะเกิดอาการก่อนอายุ 30 ปี ด้วยอาการหิวน้ำบ่อย น้ำหนักลด เกิด Ketosis ได้ง่าย เกิดจากมีการทำลายของ β-cell ทำให้มีการหลั่งอินซูลินน้อยลง สาเหตุเกิดจากตับอ่อนของผู้ป่วยไม่สามารถสร้างอินซูลินได้เลยหรือได้น้อยมาก เชื่อว่าร่างกายสร้างแอนติบอดี้ขึ้นต่อต้านทำลายตับอ่อนของตนเองจนไม่สามารถสร้างอินซูลินได้ ดังที่เรียกว่า โรคภูมิต้านตัวเอง หรือ ออโตอิมมูน (Autoimmune) ทั้งนี้เป็นผลมาจากความผิดปกติทางพันธุกรรม ร่วมกับการติดเชื้อ หรือการได้รับสารพิษจากภายนอก ผู้ป่วยประเภทนี้จำเป็นต้องพึ่งพาการฉีดอินซูลินเข้าทดแทนในร่างกายทุกวัน จึงจะสามารถเผาผลาญน้ำตาลได้เป็นปกติ มิเช่นนั้นร่างกายจะหันไปเผาผลาญไขมันแทนจนทำให้ร่างกายผ่ายผอมรวดเร็ว และถ้าเป็นรุนแรงจะมีการคั่งของสารคีโตน (Ketones) ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากการเผาผลาญไขมัน สารนี้จะเป็นพิษต่อระบบประสาททำให้ผู้ป่วยหมดสติถึงตายได้รวดเร็ว เรียกว่า ภาวะคั่งสารคีโตน หรือ คีโตซิส (Ketosis)

5.2 เบาหวานชนิดที่สอง [Type 2 Diabetes, Noinsulin Dependent] ความสำคัญของโรคเบาหวานชนิดนี้ คือ คนอาจจะเป็นโรคเบาหวานโดยที่ไม่เกิดอาการอะไร เมื่อผู้ป่วยมีอาการของโรคเบาหวานมักจะมีโรคแทรกซ้อนแล้วร้อยละ 50 จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อโรคเบาหวานจะต้อง ตรวจเลือดแม้ว่าจะยังไม่มีอาการของโรคเบาหวาน ผู้ป่วยมักจะมีอายุมากกว่า 30 ปีมักจะวินิจฉัยโดยการเจาะเลือดตรวจร่างกายโดยไม่มีอาการ ผู้ป่วยมักจะอ้วนโรคจะค่อยๆดำเนินจนเกิดโรคแทรกซ้อน ผู้ป่วยจะมีระดับอินซูลินปกติหรือสูงสาเหตุที่เป็นเบาหวานเพราะมีภาวะต้าน ต่ออินซูลิน Insulin Resistance การลดน้ำหนัก การออกกำลังกาย จะช่วยในการควบคุมโรคเบาหวาน สาเหตุเกิดจากตับอ่อนของผู้ป่วยชนิดนี้ยังสามารถสร้างอินซูลิน แต่ไม่อาจเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย จึงทำให้มีน้ำตาลที่เหลือใช้กลายเป็นเบาหวานได้ ผู้ป่วยชนิดนี้ยังอาจแบ่งเป็นพวกที่อ้วน กับพวกที่ไม่อ้วน (มีรูปร่างปกติ หรือผอม) สาเหตุเกิดจากกรรมพันธุ์ อ้วนเกินไป มีลูกดก หรือพบร่วมกับโรคอื่นๆ ผู้ป่วยมักไม่เกิดภาวะรีโตซิสเช่นที่เกิดกับชนิดพึ่งอินซูลิน การควบคุมอาหารหรือการใช้ยาเบาหวานชนิดกิน ก็มักจะได้ผลในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ปกติได้ หรือบางครั้งถ้าระดับน้ำตาลสูงๆก็อาจต้องใช้อินซูลินฉีดเป็นครั้งคราว แต่ไม่ต้องใช้อินซูลินตลอดไป จึงถือว่าไม่พึ่งอินซูลิน

6. สาเหตุของการเกิดโรคเบาหวาน

เกิดจากตับอ่อนสร้างฮอร์โมนอินซูลิน (Insulin) ได้น้อยหรือไม่ได้เลย ฮอร์โมนชนิดนี้มีหน้าที่คอยช่วยให้ร่างกายเผาผลาญน้ำตาลให้เป็นพลังงาน เมื่ออินซูลินในร่างกายไม่เพียงพอ หรือมีพอแต่ใช้ไม่ได้ น้ำตาลก็จะไม่ถูกนำไปใช้ จึงเกิดการคั่งของน้ำตาลในเลือดและอวัยวะต่างๆ เมื่อน้ำตาลคั่งในเลือดมากๆก็จะถูกไตกรองออกมาในปัสสาวะ ทำให้ปัสสาวะหวาน หรือมีมดขึ้นได้จึงเรียกว่า

เบาหวาน โรคนี้มักมีความเกี่ยวข้องกับพันธุกรรม กล่าวคือมักมีพ่อแม่หรือญาติพี่น้องเป็นโรคนี้ด้วย แต่คนที่มีพ่อแม่หรือญาติพี่น้องเป็นเบาหวานก็ไม่จำเป็นต้องเป็นเบาหวานเสมอไป เพราะอาจไม่ได้รับการถ่ายทอดกรรมพันธุ์ที่ผิดปกติ หรืออาจมีพฤติกรรมที่ดีในการช่วยป้องกันมิให้เป็นเบาหวาน นอกจากนี้ยังอาจมีสาเหตุอย่างอื่น เช่น อ้วนเกินไป มีลูกดก หรือเกิดจากการใช้ยา เช่น สเตอรอยด์ ยาขับปัสสาวะ ยาเม็ดคุมกำเนิด หรืออาจพบร่วมกับโรคอื่นๆ เช่น ตับอ่อนอักเสบเรื้อรัง มะเร็งของตับอ่อน ตับแข็งระยะสุดท้าย โรคคุชชิง โรคพีโอโครโมไซโตมา ซึ่งเป็นเนื้องอกของต่อมหมวกไตชนิดหนึ่ง เป็นต้น

ปัจจุบันพบว่าสาเหตุของการเกิดโรคนั้นมีปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนเกี่ยวข้อง คือพฤติกรรมการกินที่เปลี่ยนไป ซึ่งในเมืองใหญ่ๆจะพบว่าประชากรมีการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง รับประทานผักและผลไม้ปริมาณน้อย และขาดการออกกำลังกาย นอกจากนั้นยังพบว่ากลุ่มเสี่ยงที่เป็นโรคเบาหวานจะมีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป

อินซูลินจึงนับได้ว่าเป็นฮอร์โมนที่มีความสำคัญตัวหนึ่งของร่างกาย สร้างและหลั่งจากเบต้าเซลล์ของตับอ่อน ทำหน้าที่เป็นตัวพาน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆของร่างกาย เพื่อเผาผลาญเป็นพลังงานในการดำเนินชีวิต ถ้าขาดอินซูลินหรือการออกฤทธิ์ไม่ดี ร่างกายจะใช้น้ำตาลไม่ได้ จึงทำให้น้ำตาลในเลือดสูงมีอาการต่างๆของโรคเบาหวาน นอกจากมีความผิดปกติของการเผาผลาญอาหารคาร์โบไฮเดรตแล้ว ยังมีความผิดปกติอื่น เช่น มีการสลายของสารไขมันและโปรตีนร่วมด้วย ถ้าร่างกายไม่สามารถสร้างหรือสร้างได้แต่ปริมาณน้อย ก็จะทำให้ร่างกายผิดปกติ อยู่ในสภาวะที่ไม่มีความสมดุล ก่อให้เกิดโรคเบาหวานตามมาได้

7. อาการแทรกซ้อน

มักจะเกิดเมื่อเป็นเบาหวานมานาน อย่างน้อย 5 ปี โดยไม่ได้รับการรักษาอย่างจริงจัง โรคแทรกซ้อนที่อาจพบได้ เช่น

7.1 ตา อาจเป็นต้อกระจกก่อนวัย ประสาทตาหรือจอตา (Retina) เสื่อม หรือเลือดออกในน้ำวุ้นลูกตา (Vitreous Hemorrhage) ทำให้มีอาการตามัวลงเรื่อยๆหรือมองเห็นเป็นจุดดำลอยไปลอยมา และอาจทำให้ตาบอดในที่สุด

7.2 ระบบประสาท ผู้ป่วยอาจเป็นปลายประสาทอักเสบ มีอาการชาหรือปวดร้อนตามปลายมือปลายเท้า ซึ่งอาจทำให้มีแผลเกิดขึ้นที่เท้าได้ง่าย อาจทำให้ลุกลามจนเท้าเน่า บางรายอาจมีอาการอักเสบของประสาทควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อตา ทำให้กล้ามเนื้อตาเป็นอัมพาต มีอาการตาเหล่ หนังตาตก รูม่านตาขยาย มองเห็นภาพซ้อน

7.3 ไต มักจะเสื่อม จนเกิดภาวะไตวาย มีอาการบวม ซีด ความดันโลหิตสูง ซึ่งเป็นสาเหตุการตายของผู้ป่วยเบาหวานที่พบได้ค่อนข้างน้อย

7.4 ภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง (Atherosclerosis) ทำให้เป็นอัมพาต โรคหัวใจขาดเลือด ถ้าหลอดเลือดแดงที่เท้าแข็งและตีบ เลือดไปเลี้ยงเท้าไม่พออาจทำให้เท้าเย็น เป็นตะคริวหรือปวดขณะเดินมากๆหรืออาจทำให้เป็นแผลหายยากหรือนิ้วเท้าเป็นเนื้อเน่าตาย (Gangrene)

7.5 เป็นโรคติดเชื้อได้ง่ายเนื่องจากภูมิคุ้มกันต่ำ เช่น วัณโรคปอด กระเพาะปัสสาวะอักเสบ กรวยไตอักเสบ กลาก โรคเชื้อรา ช่องคลอดอักเสบ เป็นต้น

7.6 แผลที่เท้า เป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อยเนื่องจากผู้ป่วยเบาหวานมักมีภาวะปลายประสาทอักเสบ ภาวะขาดเลือดเนื่องจากภาวะหลอดเลือดแดงแข็งและตีบ ร่วมกับภาวะติดเชื้อง่ายจากภูมิคุ้มกันโรคต่ำ บางครั้งแผลอาจลุกลามรุนแรง หรือเป็นเนื้อเน่าตาย จำเป็นต้องตัดนิ้วเท้าหรือเท้าทิ้ง เกิดภาวะพิการได้ ผู้ป่วยเบาหวานควรหลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่ เพราะจะเสริมให้ขาดเลือดเลี้ยงเท้าได้มากขึ้น และควรดูแลอย่าให้เท้าเกิดบาดแผล

7.7 ภาวะหมดสติจากเบาหวาน ผู้ป่วยเบาหวานที่เกิดอาการหมดสติ อาจมีสาเหตุมาจากน้ำตาลในเลือดต่ำ มักจะพบในผู้ป่วยที่กินยาหรือฉีดยาสม่ำเสมอ แต่อาจมีการใช้ยาเกินขนาดหรืออดอาหารหรือรับประทานอาหารผิดเวลา หรือมีอาการออกแรงกายมากกว่าปกติ

โปรแกรมเวก้า (Weka)

โปรแกรมเวก้า (Weka) เป็นซอฟต์แวร์ด้านการทำเหมืองข้อมูลที่ได้รับการยอมรับและแพร่หลายในต่างประเทศรวมทั้งประเทศไทยด้วย ซึ่งเห็นได้จากงานวิจัยหลายเรื่องที่นำเอาโปรแกรมเวก้ามาใช้ในการพัฒนารูปแบบจำลองต่างๆ สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้ได้รับความนิยมก็คือเป็นซอฟต์แวร์ไม่มีค่าลิขสิทธ์หรือซอฟต์แวร์เปิด (Open Source) สามารถทำการดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ ที่อยู่ภายใต้การควบคุมของ GPL License ทำให้ผู้ใช้หลายมีหลากหลายทั่วไปทุกระดับ

Weka ย่อมาจาก Waikato Environment for Knowledge Analysis ซึ่งเป็นชื่อมหาลัย Waigato เมือง Hamilton ประเทศนิวซีแลนด์ โปรแกรมWeka พัฒนาขึ้นมาจากภาษาจาวา และเน้นกับใช้งานทางด้านการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning) และการทำเหมืองข้อมูล ในการใช้งานโปรแกรมนั้นจะต้องเตรียมแฟ้มงานให้อยู่ในรูปแบบ CSV Format ซึ่งสามารถทำการแปลงไฟล์ (Convert) ในโปรแกรมสมุดงาน (Spread Sheet) ได้ นอกจากนั้นโปรแกรมยังสามารถใช้ Graphic User Interface (GUI) และใช้คำสั่งในการสั่งให้ซอฟต์แวร์ประมวลผล

การใช้โปรแกรม Weka วิเคราะห์ข้อมูลนั้นวิธีการจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของการสร้างโมเดล แต่โดยหลักๆแล้วจะคล้ายๆกัน จะแตกต่างกันเฉพาะในส่วนของรายละเอียดปลีกย่อยเท่านั้น ในที่นี้ขอ

ยกตัวอย่างการใช้เทคนิค Associate Rule Discovery เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการกับธุรกิจ E-Commerce เพื่อใช้ในการจัดโปรโมชั่นการขายสินค้า โดยนำสินค้าที่มีการขายคู่กันสูงมาจับคู่กับสินค้าที่ขายได้ยากแล้วทำการลดราคา อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ในการจัดวางสินค้าต่างๆ ที่หน้าเว็บไซต์ ได้นำโปรแกรม Weka ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สำคัญในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่ซ่อนอยู่ อีกทั้งยังเป็นโปรแกรมที่ไม่ซับซ้อนและสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ดังนี้

ก่อนที่จะทำการติดตั้งโปรแกรม Weka ในเครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นต้องมี Java Runtime ก่อน เนื่องจากโปรแกรม Weka เป็น Software ที่ถูกพัฒนาโดยภาษา Java

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bann CA. และคณะ (1999) ได้ทำการศึกษาโดยสร้าง model ทางสถิติในการระบุผู้ที่เป็นเบาหวานแล้วแต่ยังไม่ทราบว่าตนเองเป็นเบาหวาน โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา Rotterdam study ประเทศเนเธอร์แลนด์ จำนวน 1016 คน อายุ 55-75 ปี ที่ยังไม่มีเบาหวาน ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยกรอกแบบสอบถามคัดกรองอาการทางเบาหวาน และปัจจัยเสี่ยงจากนั้นทดสอบ glucose tolerance test ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ logistic regression จากนั้นทดสอบ model ที่ได้ในประชากรอีกกลุ่มหนึ่ง (Hoorn study) ที่มีอายุ 50-74 ปี ผลการศึกษา ได้สมการทำนาย 3 แบบที่ 1 ใช้สำหรับแพทย์ทั่วไป แบบที่ 2 มีข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกกำลังกาย ประวัติเบาหวานในครอบครัวและ BMI ส่วนแบบที่ 3 มีข้อมูล ค่าความดันเลือด และ waist – hip ratio การเปรียบเทียบความสามารถในการทำนายเบาหวานพบว่าแบบที่ 2 และ 3 สามารถเพิ่มความสามารถในการทำนายดีขึ้นเพียงเล็กน้อย

Stern MP. และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาตัวอย่างประชากรใน San Antonio ประกอบด้วย คน เม็กซิกัน 1791 คน และชาวอเมริกันอื่นอีก 1112 คน เปรียบเทียบการใช้ค่า Glucose tolerance test (GTT) อย่างเดียว กับการใช้สมการทางสถิติที่ประกอบด้วยประวัติปัจจัยเสี่ยง ความดันเลือด, ค่า BMI ร่วมกับผลตรวจเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือด ไขมันในเลือด, HDL, LDL, triglyceride) ในการทำนายเบาหวาน ผลการศึกษาพบว่า การทำนายด้วยสมการ มีความถูกต้องมากกว่าการใช้ผล GGT

วิชัย เอกพลากร (2548) ได้ศึกษาโดยการใช้ข้อมูลทางระบาดวิทยาในกลุ่มพนักงานการไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (EGAT study) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดเบาหวานและการให้คะแนนตามปัจจัยเสี่ยงที่มีความสำคัญต่อการเกิดโรค การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย logistic regression และใช้สัมประสิทธิ์ของปัจจัยเสี่ยงที่มีนัยสำคัญมาพัฒนาคะแนนความเสี่ยง และทดสอบความสามารถในการทำนายของคะแนนความเสี่ยงดังกล่าวด้วยการวิเคราะห์ receiver operating characteristic curve (ROC) และการคำนวณพื้นที่โค้ง (Area under curve, AUC) ผลสรุปจากการศึกษานี้ได้พัฒนาเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดเบาหวานในอนาคตโดยอาศัยข้อมูลประวัติจากแบบสอบถามและ

การวัดดัชนีความอ้วน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถเก็บได้จากการสัมภาษณ์และการตรวจร่างกาย ซึ่งสามารถทำได้ในการสำรวจภาวะทางสุขภาพทั่วไป โดยไม่ต้องอาศัยการตรวจเลือดได้ผลอย่างมีความถูกต้องในเกณฑ์ที่ดี จึงเป็นเครื่องมือที่ง่ายเหมาะกับการใช้ในการสถานบริการระดับปฐมภูมิ รวมทั้งการประเมินด้วยตนเองของประชาชน นอกจากนี้ในการสำรวจภาวะสุขภาพของประชาชนวัยกลางคนทั่วไปควรมีการถามประวัติที่เกี่ยวข้องและมีการวัด BMI และเส้นรอบวงเอว เพื่อการประเมินความเสี่ยงต่อเบาหวานต่อไป

Lindstrom J. and Tuomilehto J. (2003) เสนอรายงาน diabetes risk score ในการทำนายการเป็นเบาหวานประเภทที่ 2 ในประชากรของประเทศฟินแลนด์ ซึ่งศึกษาในอายุ 35-64 ปี จำนวน 4,746 คน ที่ยังไม่ได้เป็นเบาหวานเมื่อเริ่มต้นการศึกษาและติดตามไปเป็นเวลา 10 ปี ทำการ-วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับผู้ป่วยเบาหวานรายใหม่ ด้วยวิธีสถิติ logistic regression จากผลการศึกษา พบ ปัจจัย อายุ BMI เส้นรอบวงเอว ประวัติโรคความดันเลือดสูง ระดับน้ำตาลในเลือด การออกกำลังกาย การบริโภคผลไม้ผัก มีความสัมพันธ์กับการเกิดเบาหวาน (182 คน) ผู้วิจัยสร้าง คะแนน diabetes risk score ค่า 0-20 คะแนน โดยค่าคะแนนรวม ≥ 9 มีค่าความไว 0.78 และความจำเพาะ 0.77

Glumer C. และคณะ (2004) พัฒนาแบบสอบถามในการทำนายความเสี่ยงต่อความชุกของเบาหวานในประชากรกลุ่มหนึ่งในประเทศเดนมาร์ก (Inter99 study) จำนวน 6784 คน อายุ 30-60 ปี ใช้แบบสอบถามและการตรวจ glucose tolerance test ผลการศึกษา ปัจจัยเสี่ยงที่ใช้ใน การประเมิน ได้แก่ อายุ เพศ BMI โรคความดันเลือดสูง กิจกรรมทางกาย และประวัติเบาหวานในครอบครัว ผลการทำนายมีความถูกต้อง 80.4% (AUC) ความไว 76% และ ความจำเพาะ 72%

Rathmann W. และคณะ (2005) ทำการเปรียบเทียบ เครื่องมือคัดกรองเพื่อใช้ในการทำนายเบาหวาน 4 เครื่องมือ (Rotterdam Diabetes study, Cambridge Risk score, San Antonio Heart Study, และ Finnish Diabetes Risk Score) ในกลุ่มประชากร (KORA Survey) ของประเทศเยอรมันนี ผลการศึกษา พบว่า ความสามารถในการทำนายได้อย่างถูกต้อง ตามค่า Area under curve (AUC) ของทั้ง 4 เครื่องมือ เท่ากับ 61%, 67%, 90%, และ 65% ตามลำดับ จะเห็นว่าการทำนายของการศึกษาที่ 3 สามารถทำนายดีกว่าเครื่องมืออื่น ทั้งนี้เนื่องจากแบบที่ 3 ใช้ค่าน้ำตาลในเลือดในการทำนายด้วย อย่างไรก็ตาม ความไวในการทำนายของเครื่องมือที่พบนี้ ต่ำกว่าค่าที่การศึกษาเหล่านั้นได้รายงานไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการนำสมการจากประชากรกลุ่มหนึ่งมาใช้ทำนายในประชากรอื่นซึ่งเป็นคนละกลุ่ม น่าจะมีผลต่างกันเนื่องจากลักษณะประชากรและปัจจัยเสี่ยงของแต่ละประชากรอาจมีความแตกต่างกัน แสดงว่าสมการทำนายของประชากรหนึ่งเมื่อนำไปใช้ในประชากรอื่นอาจมีความถูกต้องลดน้อยลง

กิตติพล วิแสง(2552) ได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของโรคเบาหวาน และลำดับของปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวาน โดยตัวแบบที่ใช้ศึกษาคือ ตัวแบบ Back-propagation Neural Networks, Radial Basis Function Network และตัวแบบ Naïve Bayes โดยนำผลการวินิจฉัยทางการแพทย์มาอ้างอิงเพื่อวัดความถูกต้องของตัวแบบ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าตัวแบบ Back-propagation Network ให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องมากที่สุด ปัจจัยเสี่ยงและลำดับของปัจจัยเสี่ยงสามารถตัดสินได้จากตัวแบบที่ศึกษา ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปสร้างเป็นแบบประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวานโดยไม่ต้องอาศัยการตรวจเลือดได้ รวมทั้งเป็นเครื่องมือในการประเมินตนเอง และสามารถพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวินิจฉัยโรคเบาหวานต่อไปได้

จะเห็นว่างานวิจัยที่ได้ทำมาก่อนหน้านี้ส่วนใหญ่แล้วเป็นลักษณะที่พัฒนาวิธีการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานจากแบบสอบถามและการวัดดัชนีมวลกายหรือวัดดรรชนีความอ้วน โดยเป็นข้อมูลทางระบาดวิทยา สำหรับการวิจัยนี้จะพิจารณาปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานทั่วๆ ไปแล้วนำมาจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบต่าง ๆเพื่อประเมินภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ พิจารณาความสอดคล้องกันและความถูกต้องของต้นไม้การตัดสินใจแบบต่างๆ ในการจำแนกข้อมูลเพื่อประเมินภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ ค่าความถูกต้องของตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจวัดได้จากค่า Mean Absolute Error (MAE) ค่า Root Mean Square Errors (RMSE) ซึ่งค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลๆเพื่อประเมินภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานของผู้สูงอายุที่ได้จากต้นไม้การตัดสินใจเปรียบเทียบกับผลวินิจฉัยทางการแพทย์

บทที่ 2 5
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) 5
ภาพที่ 2 กระบวนการทำงานในการจำแนกประเภทข้อมูล 5
การตัดสินใจ (Decision making) 6
การวิเคราะห์ปัญหากับการตัดสินใจ(Problem Analysis VS. Decision Making) 7
ต้นไม้การตัดสินใจ (Decision Tree) 8
ภาพที่ 3 ตัวอย่างการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจ 9
โรคเบาหวาน (Diabetes) 14
โปรแกรมเวก้า (Weka) 20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

จากบทที่ 2 ได้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน และจะเห็นได้ว่าในการคัดกรองกลุ่มผู้มีภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวานทำได้หลายวิธี ซึ่งปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ ที่ค้นพบหาได้จากการซักประวัติความเสี่ยงของผู้เข้ารับการคัดกรอง ในบทที่ 3 นี้จะอธิบายถึงขั้นตอนการสร้างตัวจำแนกข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่อโรคเบาหวานและกลุ่มไม่เสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน โดยพิจารณาจากประวัติความเสี่ยงของผู้เข้ารับการคัดกรอง

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. ข้อมูลผู้ถูกคัดกรองภาวะเสี่ยงโรคเบาหวาน

ข้อมูลผู้สูงอายุจากโรงพยาบาลค่ายสุรนารี กองทัพภาคที่ 2 ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2551 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2553 และเป็นข้อมูลการคัดกรองภาวะกลุ่มเสี่ยงต่อโรคเบาหวานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาวิจัย งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบผลลัพธ์ของตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจกับสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้ในการทำนายค่าภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน จากจำนวน 13,223 ราย เมื่อแยกเฉพาะข้อมูลผู้สูงอายุจากฐานข้อมูลที่มี ได้จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 3000 ราย

2. ข้อมูลที่ใช้ทดสอบ

ข้อมูลที่ใช้ทดสอบเป็นข้อมูลคัดกรองเบาหวานของผู้รับบริการซึ่งหน่วยหลักประกันสุขภาพของโรงพยาบาลค่ายสุรนารี ทำการเก็บจากแบบคัดกรองภาวะเบาหวาน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2551 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2553 โดยมีการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 13,222 ราย ในจำนวนนี้มีผู้ที่ทำการคัดกรองมีอายุตั้งแต่ 19 ปี ถึง 84 ปี ในการวิจัยนี้เป็นการหาภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานในผู้สูงอายุ ดังนั้นจึงมีข้อมูลอยู่ 3000 รายที่นำมาใช้ในงานวิจัย

ในแบบคัดกรองภาวะเสี่ยงโรคเบาหวาน ข้อมูลของผู้คัดกรองแบ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานและประวัติความเสี่ยงมีทั้งหมด 28 ตัวแปร ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจากการผลศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากงานวิจัยที่จัดทำขึ้นก่อนและสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ (แพทย์และพยาบาล) ถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคเบาหวานโดยตรง โดยพยายามตัดปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคเบาหวานออกไปและนำข้อมูลจากการพัฒนาดัชนีวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของการเกิดเบาหวานที่ได้มาจากงานวิจัยที่ศึกษา ดังนั้นเหลือตัวแปรที่ควรนำมาพิจารณา 14 ตัวแปร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายการข้อมูลของข้อมูลผู้คัดกรอง

ที่	ตัวแปร (Variables)	ความหมาย
1	Gender	เพศ
2	AGE	อายุ
3	DMFA_MA	ประวัติเบาหวานของบิดาหรือมารดา
4	HTPA_MA	ประวัติโรคหัวใจของบิดาหรือมารดา
5	GOUTPAMA	ประวัติโรคเกาส์ของบิดาหรือมารดา
6	STOKES_B	เส้นเลือดสมองตีบตันบิดาหรือมารดา
7	COPDPA_MA	ถุงลมโป่งพองบิดาหรือมารดา
8	STOKES_SB	ถุงลมโป่งพองของพี่น้องสายตรง
9	DM	ประวัติการเป็นเบาหวาน
10	HT	ประวัติความดันโลหิตสูง
11	LIVER	ประวัติโรคตับ
12	PARALYSIS	ประวัติโรคอัตพาต
13	HARDATTRACK	ประวัติโรคหัวใจ
14	FAT	ประวัติไขมันในเลือดสูง
15	DRINK	ดื่มน้ำบ่อยและมาก
16	URINE	ปัสสาวะกลางคืนเกิน 3 ครั้ง
17	EAT	กินจุแต่ผอม
18	WEIGHTDE	น้ำหนักลดอ่อนเพลีย
19	WOUND	เป็นแผลและหายยาก
20	SKIN	คันตามผิวหนัง
21	EYE	ตาพร่าต้องเปลี่ยนแว่นบ่อย
22	FELLNUMB	ชาตามมือตามเท้า
23	EXERCISE	ออกกำลังกายสม่ำเสมอ
24	WT	น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)
25	HIGHT	ความสูง(เซนติเมตร)
26	BMI	ดัชนีมวลกาย(Kg/m)
27	WASTELINE	เส้นรอบเอว(เซ็นติเมตร)
28	RISK_DM	ผลการวิเคราะห์ว่าเสี่ยงหรือไม่เสี่ยงต่อโรคเบาหวาน

ตารางที่ 2 รายการข้อมูลของข้อมูลผู้คัดกรองที่ตัดปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

ที่	ตัวแปร (Variables)	ความหมาย
1.	AGE	อายุ
2.	GENDER	เพศ
3.	DM_P	ประวัติเบาหวานของบิดามารดา
4.	DM	ประวัติการตรวจเบาหวานโดยแพทย์(เสี่ยง/ไม่เสี่ยง)
5.	FAT	ไขมันในเลือด
6.	WATER	ดื่มน้ำบ่อยและมาก
7.	URINE	ปัสสาวะกลางคืน 3 ครั้งขึ้นไป
8.	EAT	กินจุแต่ผอม
9.	EXERCISE	การออกกำลังกาย(ครั้ง/สัปดาห์)
10.	WT	น้ำหนักตัว(กิโลกรัม)
11.	HT	ความสูง(เซ็นติเมตร)
12.	BMI	ดัชนีมวลกาย(Kg/m)
13.	WASTELINE	ความยาวเส้นรอบเอว(เซ็นติเมตร)
14.	Risk_DM	ผลการวิเคราะห์ว่าเสี่ยงหรือไม่เสี่ยงต่อโรคเบาหวาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การเลือกเครื่องมือในการวิจัย ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ โปรแกรม Waikato Environment for Knowledge Analysis หรือ WEKA เป็นซอฟต์แวร์ฟรีที่แจกจ่ายภายใต้ GPL License ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย และได้รับการยอมรับจากนักวิจัยว่ามีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือ ในงานวิจัยนี้จะใช้โปรแกรม WEKA ในกระบวนการการทำเหมืองข้อมูล ได้แก่ การเตรียมข้อมูล การกลั่นกรองข้อมูล และการทดลองตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจ เป็นต้น

โปรแกรม WEKA ห รือ Waikato Environment for Knowledge Analysis เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ทางด้านการทำเหมืองข้อมูล โดยอาศัยการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine learning) และการทำเหมืองข้อมูล โปรแกรม WEKA ถูกพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยไวคาโต้ (University of Waikato) ประเทศนิวซีแลนด์ และใช้ภาษาจาวา (Java Programming) ในการพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรม WEKA ถูกทดสอบความถูกต้องจากทุกๆ ระบบปฏิบัติการ โดยสามารถรองรับทำงานได้ในระบบปฏิบัติการหลัก ได้แก่ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ (Linux) ระบบปฏิบัติการแมคโอเอสเอ็กซ์ (Mac OS X) เป็นต้น สำหรับความต้องการของ

ระบบ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะติดตั้งโปรแกรม WEKA นั้น จะต้องติดตั้งโปรแกรม Java 2 Runtime Environment เวอร์ชั่น 1.4 หรือเวอร์ชั่นที่สูงกว่าเพื่อสนับสนุนการทำงานของโปรแกรมด้วย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม WEKA เวอร์ชั่น 3.6.4 ประกอบไปด้วย 4 โมดูลหลักสำหรับการใช้งาน ดังนี้คือ Simple CLI (เป็นโปรแกรมรับคำสั่งการทำงานผ่านการพิมพ์), Explorer (เป็นโปรแกรมที่ออกแบบในลักษณะของ Graphic User Interface), Experimenter (เป็นโปรแกรมสำหรับการออกแบบการทดลองและการทดสอบผล), Knowledge Flow (เป็นโปรแกรมที่ออกแบบผังการไหลของความรู้)

การดำเนินงานวิจัย

การศึกษาเริ่มจากทำความเข้าใจกับข้อมูลและรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลผู้ป่วยสูงอายุ รวมไปถึงชุดข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับโรคเบาหวาน การเตรียมข้อมูลก่อนการประมวลผล การทำเหมืองข้อมูล และการสร้างตัวแบบที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลและทำการทดลอง เพื่อประเมินความแม่นยำจากตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจ

1. คัดเลือกข้อมูลและการเตรียมข้อมูล

มีขั้นตอนการแปลงรูปแบบข้อมูล ซึ่งเป็นการแปลงข้อมูลที่คัดเลือกมาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม WEKA ข้อมูลต้องอยู่ในรูปแบบที่ WEKA กำหนด คือ รูปแบบ CSV มีลักษณะเป็นรูป 2 มิติ (spreadsheet) ซึ่งบรรทัดแรกข้อมูลเป็นชื่อตัวแปรที่แยกด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) และบรรทัดที่เหลือเป็นข้อมูลซึ่งแต่ละตัวแปรคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาคเช่นกัน และรูปแบบ ARFF สำหรับการวิจัยในครั้งนี้จะแปลงข้อมูลจากไฟล์ .SAV ซึ่งเกิดจากโปรแกรม SPSS ให้อยู่ในรูปแบบ CSV ซึ่งเป็นรูปแบบข้อมูลที่โปรแกรม WAKA สามารถนำไปประมวลผลได้

2. การกลั่นกรองข้อมูล (Data Preprocessing)

จุดประสงค์ของการกลั่นกรองข้อมูลก็เพื่อทำให้มั่นใจว่าคุณภาพของข้อมูลที่ถูกเลือกนั้นเหมาะสม ข้อมูลที่สมบูรณ์เป็นตัวชี้วัดว่าการทำเหมืองข้อมูลนั้นจะประสบผลสำเร็จ ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่มีปัญหามากกว่าในขั้นตอนของการเตรียมข้อมูล เพราะข้อมูลส่วนใหญ่ที่มีในองค์กรไม่ได้ถูกเตรียมมาเพื่อการทำเหมืองข้อมูลโดยเฉพาะ ข้อมูลจะถูกนำมาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ถูกจัดเก็บไม่ดี ไม่สมบูรณ์เพียงพอแต่การวิเคราะห์ข้อมูลต้องทำการทบทวนโครงสร้างของข้อมูลใหม่และวัดคุณภาพของข้อมูล การกลั่นกรองข้อมูลเพื่อทำให้ข้อมูลมีคุณภาพและมีความบูรณภาพของข้อมูล (Data Integrity)

ค่าที่หายไป (Missing Value) คือ ค่าที่ไม่ได้แสดงในข้อมูลที่ได้คัดเลือกแล้ว หรือค่าที่ไม่สมบูรณ์ที่ได้ลบออกไป ระหว่างการทำ Noise Detection ค่าอาจจะหายไปเพราะเกิดจากความ

ผิดพลาดของผู้บันทึกข้อมูล หรือเพราะว่าไม่มีข้อมูลนั้นระหว่างการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ การจัดการกับค่าที่หายไปนั้นสามารถจัดการได้ด้วยเทคนิคที่ต่างๆ กัน

ในขั้นตอนการกลั่นกรองข้อมูลได้ทำการเติมค่าข้อมูลให้สมบูรณ์ โดยการใช้แบบสอบถามในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ตอบในส่วนข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ เพราะเป็นผู้ที่มีความรู้และความเข้าใจข้อมูลดีที่สุด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงให้มากที่สุด

ภายหลังจากได้ใช้แบบสอบถามและสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมแล้ว ยังพบว่ามีจำนวนข้อมูลที่หายไปอยู่ในชุดข้อมูล ผู้วิจัยได้เลือกใช้ Filter ในโปรแกรม WEKA สำหรับเติมค่าข้อมูล ได้แก่ ReplaceMissingValues เป็นตัวกรองในการแทนค่าที่หายไป ด้วยการแทนค่าเฉลี่ยสำหรับแอตทริบิวต์ที่เป็นจำนวน และการแทนค่าด้วยฐานนิยมสำหรับแอตทริบิวต์ที่เป็นค่าไม่ต่อเนื่อง

3. การทำเหมืองข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจ (Data Mining by Decision Tree)

ในการทำเหมืองข้อมูลหรือการหาต้นไม้การตัดสินใจ ใช้ข้อมูลจากแบบคัดกรอง 28 ตัวแปร จากตารางที่ 1 และ 14 ตัวแปร จากตารางที่ 2 เพื่อใช้ในการหารูปแบบในการจำแนกข้อมูลๆ เพื่อประเมินภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ

ในการเปรียบเทียบวิธีการทำเหมืองข้อมูลวิธีต่างๆ ตัวแบบต้นไม้การตัดสินสามารถแสดงผลลัพธ์ในการทำนายค่าที่เข้าใจง่าย และมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าตัวแบบอื่นๆ อัลกอริทึมใช้ค่าเกนสารสนเทศแบบฮิวริสติกสำหรับการเลือกตัวแปรที่ดีที่สุดในการจำแนกประเภทข้อมูลเพื่อแสดงผลลัพธ์ (Outcome) สามารถอธิบายและแปลผลข้อมูลจากตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจได้ดี และการในสร้างตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจสามารถประมวลผลได้เร็ว ซึ่งเป็นตัวแบบในเทคนิควิธีการทำเหมืองข้อมูลที่มีผู้ใช้เป็นจำนวนมากวิธีหนึ่ง

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้ต้นไม้การตัดสินใจแบบต่างๆ เพื่อหาจำแนกข้อมูล ซึ่งประสิทธิภาพของอัลกอริธึมต้นไม้แบบต่างๆ วัดได้จากค่า Mean Absolute Error (MAE) ค่า Root Mean Square Errors (RMSE) และ ค่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลที่ได้จากต้นไม้การตัดสินใจเปรียบเทียบกับผลวินิจฉัยทางการแพทย์ ดังนี้

3.1 MEA คือ ค่าสัมบูรณ์ของค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของชุดข้อมูล คำนวณได้จาก

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n} \qquad (4)$$

โดยที่ n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการทำนาย

e_i คือ ผลต่างระหว่างค่าข้อมูลจริงกับค่าที่ทำนายได้

การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ จะทำให้ทราบถึงค่าความผิดพลาดของการทำนายค่าที่ชัดเจนเพราะเป็นวิธีที่ใช้ผลรวมของผลต่างระหว่างข้อมูลจริงกับค่าข้อมูลที่คำนวณได้จากต้นไม้การตัดสินใจที่เลือก

3.2 RMSE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยยกกำลังสอง คำนวณได้จาก

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[t-p]^2} \quad (5)$$

โดยที่ n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการทำนาย

t คือ ค่าข้อมูลจริง

p คือ ค่าข้อมูลที่ได้จากการทำนาย

4. การวินิฉัยข้อมูลทางการแพทย์(เป็นเบาหวานและไม่เป็นเบาหวาน)

จากข้อมูลผู้มารับการคัดกรองเบาหวานทั้งหมด 3000 ราย ผลจากการวินิจฉัยของแพทย์คือ เป็นโรคเบาหวาน 479 ราย ไม่เป็นเบาหวาน 2,521 ราย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลปัจจัยเสี่ยงจากตารางที่ 2 มาจำแนกข้อมูลโดยการใช้ต้นไม้การตัดสินใจแบบต่าง ๆ อัลกอริธึมที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลต้นไม้การตัดสินใจแบบต่าง ๆ 10 แบบ คือ ADTree, J48, ID3, Decisionstumb, LADtree, LMT, NBTree, RandomForest, RandomTree และREPTree โดยเลือกเงื่อนไขในการจำแนกข้อมูลเป็น Use Training Set เพื่อใช้ทุกตัวอย่างในการสร้างต้นไม้การตัดสินใจ

2. นำค่า MAE, RSME เทียบกับผลวินิจฉัยของแพทย์

บทที่ 3 24
วิธีการดำเนินการวิจัย 24
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย 24
ตารางที่ 1 รายการข้อมูลของข้อมูลผู้คัดกรอง 25
ตารางที่ 2 รายการข้อมูลของข้อมูลผู้คัดกรองที่ตัดปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป 26
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 26
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 27
การวิเคราะห์ข้อมูล 29

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

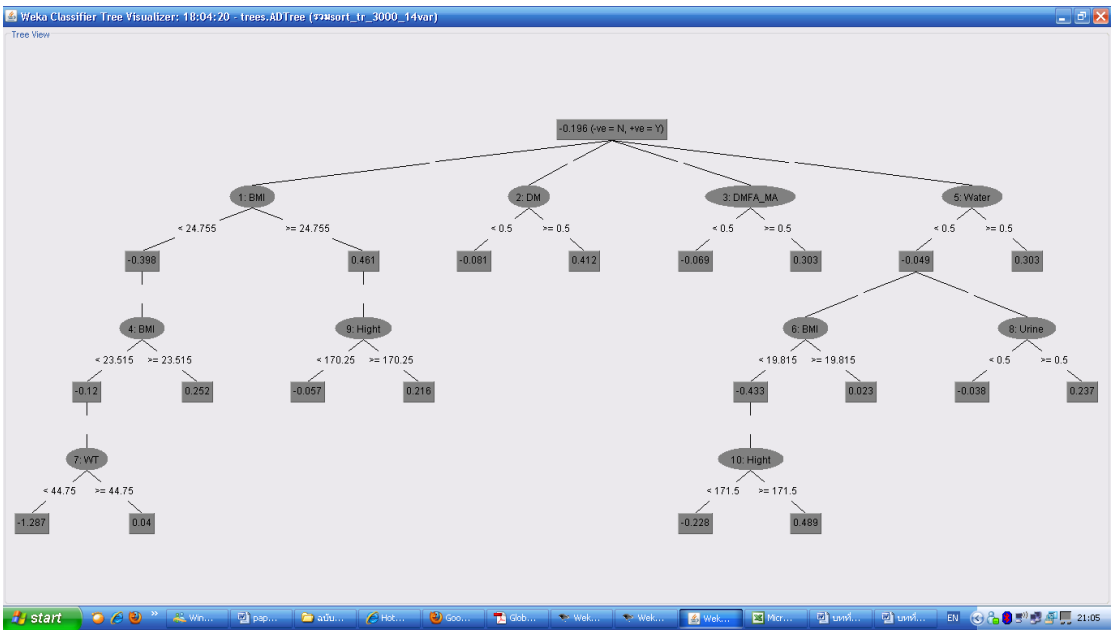
จากการจำแนกข้อมูลภาวะเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานโดยใช้ต้นไม้การตัดสินใจตามเงื่อนไขต่อไปนี้

นำข้อมูลปัจจัยเสี่ยง 14 ตัวแปร เพื่อจำแนกข้อมูลต้นไม้การตัดสินใจโดยใช้ อัลกอริธึม ADTree, J48, ID3, Decisionstumb, LADtree, LMT, NBTree, RandomForest, RandomTree และREPTree สำหรับเงื่อนไขในการจำแนกข้อมูลใช้ Use Training Set เพื่อใช้ทุกตัวอย่างในการสร้างตัวแบบต้นไม้การตัดสินใจ ซึ่งผลการจำแนกข้อมูลที่ได้จากอัลริธึมทั้งหมดแสดงในตารางที่ 3 - 12

ตารางที่ 3 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ ADTree

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย ADTree	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2168	72.27
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	832	27.73
MAE	0.4221	
RMSE	0.4427	

จากตารางที่ 3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ ADtree สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 72.27 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 27.73 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.4221, MRSE=0.4427 ตัวอย่างรูปต้นไม้การตัดสินใจแบบ ADtree ที่สร้างได้แสดงในภาพที่ 3

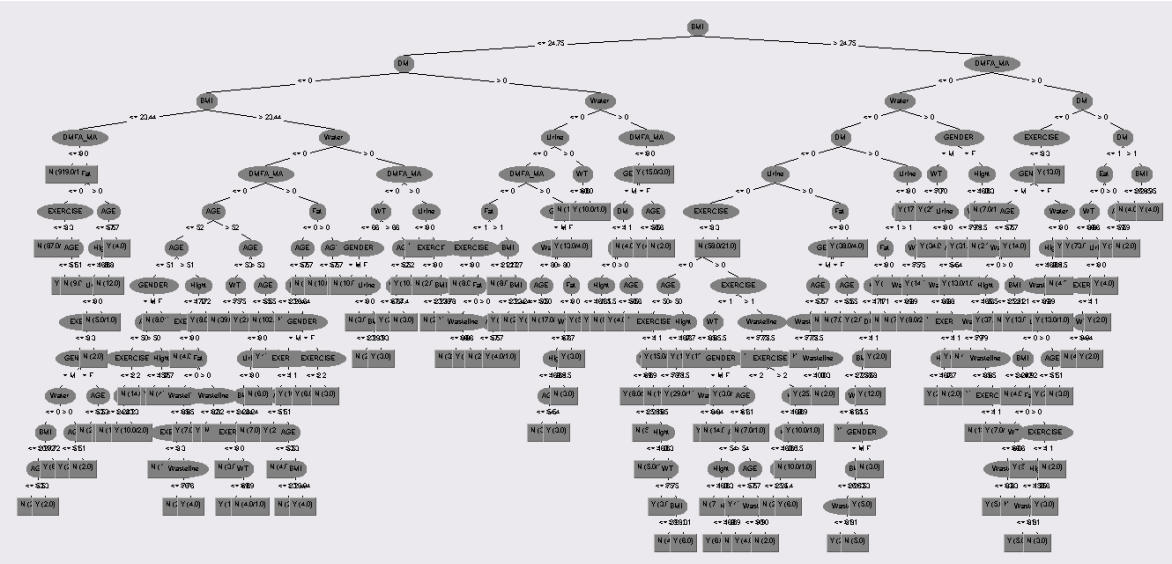


ภาพที่ 4 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ ADTree

ตารางที่ 4 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ J48

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย J48	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2477	82.57
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	523	17.43
MAE	0.2592	
RMSE	0.36	

จากตารางที่ 4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ J48 สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 82.57 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 17.43 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่ามีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.2592, MRSE=0.36 ตัวอย่างรูปต้นไม้การตัดสินใจแบบ J48 ที่สร้างได้แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 5 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ J48

ตารางที่ 5 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ ID3

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย ID3	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2812	93.73
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	188	6.27
MAE	0.0736	
RMSE	0.1919	

จากตารางที่ 5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ ID3 สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 93.73 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 6.27 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่ามีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.0736, MRSE=0.1919

ตารางที่ 6 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ Decisionstumb

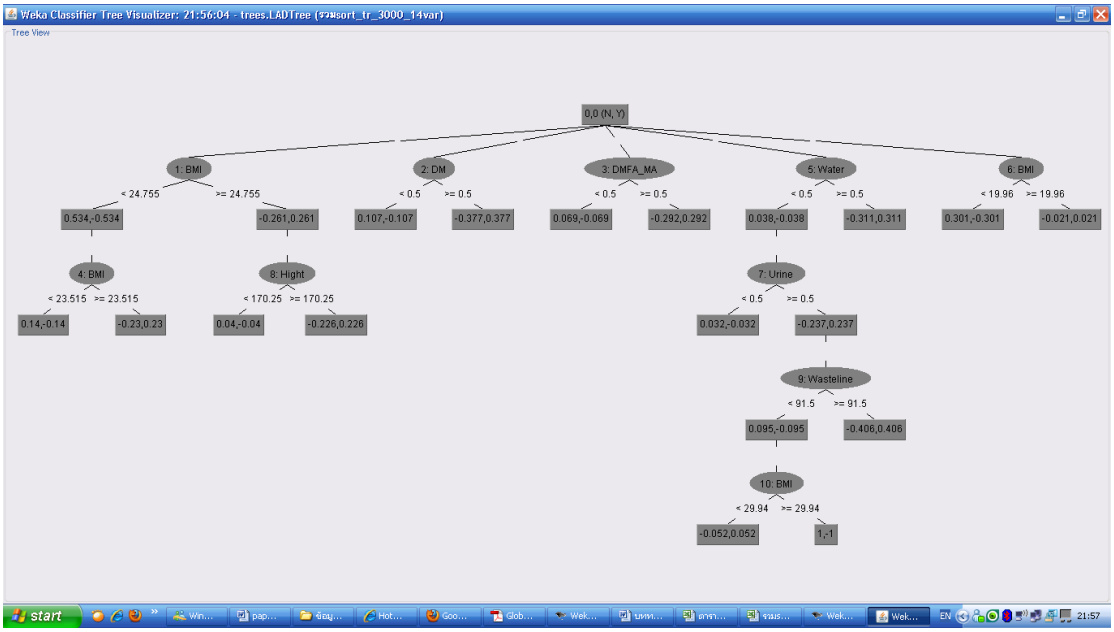
ผลการจำแนกข้อมูลด้วย Decisionstumb	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2124	70.80
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	876	29.20
MAE	0.4043	
RMSE	0.4496	

จากตารางที่ 6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ Decisionstumb สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 70.80 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 29.20 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.4043, MRSE=0.4496

ตารางที่ 7 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ LADTree

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย LADTree	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2173	72.43
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	827	27.57
MAE	0.3688	
RMSE	0.4295	

จากตารางที่ 7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ LADTree สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 72.43 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 27.57 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.3688, MRSE=0.4295 ตัวอย่างรูปต้นไม้การตัดสินใจแบบ LADTree ที่สร้างได้แสดงในภาพที่ 6

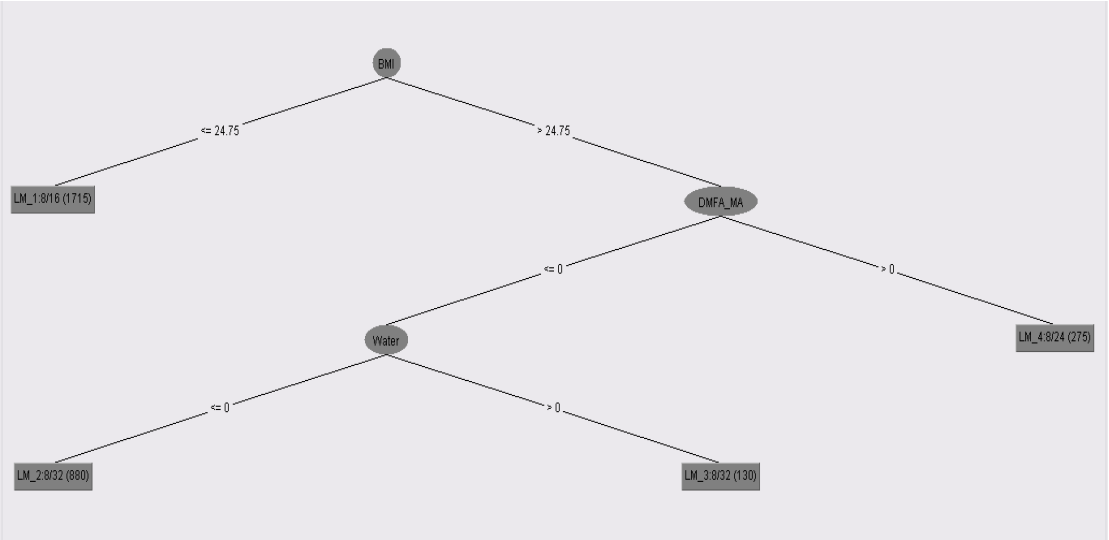


ภาพที่ 6 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ LADTree

ตารางที่ 8 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ LMT

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย LMT	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2183	72.77
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	817	27.23
MAE	0.3664	
RMSE	0.4278	

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ LMT สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 72.77 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 27.23 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.3664, MRSE=0.4278 ตัวอย่างรูปต้นไม้การตัดสินใจแบบ LMT ที่สร้างได้แสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ LMT

ตารางที่ 9 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ NBTree

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย NBTree	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2118	70.60
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	882	29.40
MAE	0.3327	
RMSE	0.454	

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ NBTree สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 70.60 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 29.40 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.3327, MRSE=0.454

ตารางที่ 10 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ Randomforest

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย Randomforest	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2977	99.23
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	23	0.77
MAE	0.0842	
RMSE	0.1401	

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ Randomforest สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 99.23 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 0.77 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.0.0842, MRSE=0.1401

ตารางที่ 11 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ RandomTree

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย RandomTree	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2988	99.60
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	12	0.40
MAE	0.004	
RMSE	0.0447	

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ RandomTree สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 99.60 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 0.40 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.004, MRSE=0.0447

ตารางที่ 12 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ REPTree

ผลการจำแนกข้อมูลด้วย REPTree	จำนวนข้อมูล	ร้อยละความถูกต้อง
ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	2341	78.03
ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	659	21.97
MAE	0.3263	
RMSE	0.4039	

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลด้วยเงื่อนไข Use Training Set โดยใช้ข้อมูลคัดกรอง 3000 ราย พบว่าต้นไม้การตัดสินใจแบบ REPTree สามารถจำแนกความถูกต้องได้ร้อยละ 78.03 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 21.97 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพพบว่า มีความคลาดเคลื่อน MAE= 0.3263, MRSE=0.4039

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบผลจำแนกและประสิทธิภาพของต้นไม้การตัดสินใจแบบต่าง ๆ

รูปแบบในการจำแนก	ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูล	ความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล	MAE	MRSE
ADTree	72.27	27.73	0.4221	0.4427
J48	82.57	17.43	0.2592	0.36
ID3	93.73	6.27	0.0736	0.1919
Decisionstumb	70.80	29.20	0.4043	0.4496
LADTree	72.43	27.57	0.3688	0.4295
LMT	72.77	27.23	0.3664	0.4278
NBTree	70.60	29.40	0.3327	0.454
Randomforest	99.23	0.77	0.0842	0.1401
RandomTree	99.60	0.40	0.004	0.0447
REPTree	78.03	21.97	0.3263	0.4039

จากตารางที่ 13 พบว่ารูปแบบในการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ RandomTree มีค่าความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 99.60 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 0.40 เมื่อนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับผลวินิจฉัยทางการแพทย์พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อน MEA = 0.004 และ MRES=0.0447 และ รูปแบบต้นไม้การตัดสินใจที่ให้ค่าจำแนกต่ำสุดคือรูปแบบ ADTree มีค่า

ความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 72.27 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 27.73 มีค่าความคลาดเคลื่อน MEA = 0.4221 และ MRES=0.4427 เมื่อเปรียบเทียบกับผลวิฉัยทางการแพทย์

บทที่ 4 30
ผลการวิจัยและอภิปรายผล 30
ผลการวิจัยและอภิปรายผล 30
ตารางที่ 3 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ ADTree 30
ภาพที่ 4 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ ADTree 31
ตารางที่ 4 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ J48 31
ภาพที่ 5 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ J48 32
ตารางที่ 5 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ ID3 32
ตารางที่ 6 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ Decisionstumb 32
ตารางที่ 7 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ LADTree ... 33
ภาพที่ 6 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ LADTree 33
ตารางที่ 8 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ LMT 34
ภาพที่ 7 ต้นไม้การตัดสินใจแบบ LMT 34
ตารางที่ 9 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ NBTree 34
ตารางที่ 10 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ Randomforest 35
ตารางที่ 11 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ RandomTree 35
ตารางที่ 12 ผลการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ REPTree . 36

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบผลจำแนกและประสิทธิภาพของต้นไม้การตัดสินใจแบบต่าง ๆ 36

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิควิธีต้นไม้การตัดสินใจในการวิเคราะห์ภาวะความเสี่ยงโรคเบาหวานที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้สูงอายุซึ่งเป็นการรวมทักษะความรู้ความเชี่ยวชาญในระบบสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐานช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในกรณีที่มีผู้เชี่ยวชาญเพียงคนเดียวในปัญหาที่หลากหลาย โดยใช้ข้อมูลจากหน่วยหลักประกันสุขภาพ โรงพยาบาลค่ายสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ข้อมูลการคัดกรองภาวะความเสี่ยงโรคเบาหวาน ซึ่งสามารถนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนแนวทางการรักษาที่ถูกต้องและเหมาะสมกับผู้ป่วยในแต่ละราย ซึ่งในการศึกษาได้ใช้เทคนิควิธีต้นไม้การตัดสินใจเพื่อจำแนกข้อมูลจากข้อมูลการคัดกรองความเสี่ยงโรคเบาหวานโดยต้นไม้การตัดสินใจรูปแบบต่าง ๆ ผลจากการศึกษาพบว่ารูปแบบในการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้การตัดสินใจแบบ RandomTree มีค่าความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 99.60 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 0.40 เมื่อนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับผลวินิจฉัยทางการแพทย์พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อน MEA = 0.004 และ MRES=0.0447 และ รูปแบบต้นไม้การตัดสินใจที่ให้ค่าจำแนกต่ำสุดคือรูปแบบ ADTree มีค่าความถูกต้องในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 72.27 มีความผิดพลาดในการจำแนกข้อมูลร้อยละ 27.73 มีค่าความคลาดเคลื่อน MEA = 0.4221 และ MRES=0.4427 เมื่อเปรียบเทียบกับผลวิฉัยทางการแพทย์

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ได้นำไปใช้ได้จริงควรใช้รูปแบบต้นไม้การตัดสินใจที่ได้จากการศึกษานี้ไปเก็บข้อมูลจากสมาชิกเพื่อทดสอบความถูกต้องซึ่งทีมวิจัยได้ทำการจัดทำเว็บไซต์ www.thaidm.org เพื่อรับสมัครสมาชิกและได้ทำการเก็บข้อมูลตามตัวแปรต่าง ๆ เพื่อที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลทำการวิจัยต่อยอดเมื่อสมาชิกได้รับคำแนะนำและดำเนินการตามคำแนะนำ เป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วผลความเสี่ยงเป็นอย่างไร

บทที่ 5 38
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 38
สรุปผลการวิจัย 38
ข้อเสนอแนะ 38

บรรณานุกรม

กิตติพล วิแสง. (2552). **การวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงโรคเบาหวาน.** คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กรุง สินอภิรมย์สราญ. (2552). **การทำเหมืองข้อมูลแบบจัดจำแนกประเภทโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ครรชิต มาลัยวงศ์. (2553). “ต้นไม้การตัดสินใจ”, **วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข**. ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 ม.ค.-มี.ค. 2553.

บุญเสริม กิจศิริกุล. (2546). **อัลกอริธึมการทำเหมืองข้อมูล.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย เอกพลากร. (2005). **การศึกษาพัฒนาดัชนีความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน.** รายงาน ศูนย์เวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี.

สุนิดา ศรีสุริยะชัย และรังสิพรรณ มฤคทัต. (2549). **การหารูปแบบของปรากฏการณ์โดยใช้ต้นไม้การตัดสินใจ : กรณีศึกษา อุบัติเหตุการจราจรในจังหวัดนครปฐม.**

Baan CA, Ruige JB, Stolk RP, Witteman JCM, Dekker JM, Heine RJ, Feskens EJM. **Performance of a predictive model to identify undiagnosed diabetes in a health care setting.** Diabetes Care 1999; 22: 213-219.

Breiman Leo. (2001). **Random Forests.** Machine Learning 45 (1): 5–32. doi: 10.1023/A: 1010933404324.

Bunthalarath S, Sunsaneevithayakul P, Boriboohirunsarn D, (2004). **Risk Factors for Early Diagnosis of Gestational Diabetes Mellitus.** J Med Assoc Thai 2004; 87 (Suppl 3): S50-3 2004.

Chanprapaph P, Sutjarit C. (2004). **Prevalence of Gestational Diabetes Mellitus (GDM) inWomen Screened by Glucose Challenge Test (GCT) atMaharaj Nakorn Chiang Mai Hospital.** J Med Assoc Thai 2004; 87(10): 1141-6.

N. Landwehr, M. Hall, and E. Frank. (2005). **Logistic model trees, Machine Learning.** 59 (1/2), 161–205.

Nitiyanant W, Chetthakul T, Sang-A-kad P, Therakiatkumjorn C, Kunsuikmengrai K, Ping Yeo J. (2007). **A Survey Study on Diabetes Management and Complication Status in Primary Care Setting in Thailand**. J. Med Assoc Thai 2007; 90 (1): 65-71.

Morohosi H, Fushimi M. “QUASIRANDOM TREE METHOD FOR PRICING AMERICAN STYLE DERIVATIVES” **Journal of the Operations Research Society of Japan Vol. 45. No. 4.** December 2002.

12 Griffin, S. J., P. S. Little, et al. **Diabetes risk score: towards earlier detection of type 2 diabetes in general practice.** Diabetes Metab Res Rev. 2000;16:164-71.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการประมวลผลด้วยโปรแกรม WEGA

ผลการประมวลผลด้วยโปรแกรม WEGA

Scheme: weka.classifiers.trees.ADTree -B 10 -E -3

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 3000

Attributes: 14

GENDER

AGE

DMFA_MA

DM

Fat

Water

Urine

Eat

EXERCISE

WT

Hight

BMI

Wasteline

RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

Alternating decision tree:

: -0.196

| (1)BMI < 24.755: -0.398

| | (4)BMI < 23.515: -0.12

| | | (7)WT < 44.75: -1.287

| | | (7)WT >= 44.75: 0.04

| | (4)BMI >= 23.515: 0.252

| (1)BMI >= 24.755: 0.461

| | (9)Hight < 170.25: -0.057

| | (9)Hight >= 170.25: 0.216

| (2)DM < 0.5: -0.081

| (2)DM >= 0.5: 0.412

| (3)DMFA_MA < 0.5: -0.069

| (3)DMFA_MA >= 0.5: 0.303

| (5)Water < 0.5: -0.049

| | (6)BMI < 19.815: -0.433

| | | (10)Hight < 171.5: -0.228

| | | (10)Hight >= 171.5: 0.489

| | (6)BMI >= 19.815: 0.023

| | (8)Urine < 0.5: -0.038

| | (8)Urine >= 0.5: 0.237

| (5)Water >= 0.5: 0.303

Legend: -ve = N, +ve = Y

Tree size (total number of nodes): 31

Leaves (number of predictor nodes): 21

Time taken to build model: 1.25 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

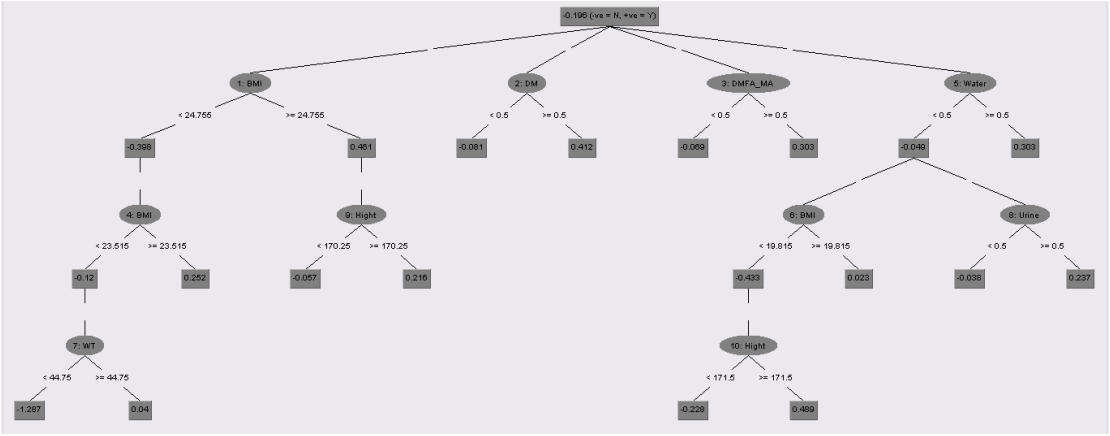
Correctly Classified Instances	2168	72.2667 %
Incorrectly Classified Instances	832	27.7333 %
Kappa statistic	0.3908	
Mean absolute error	0.4221	
Root mean squared error	0.4427	
Relative absolute error	87.6911 %	
Root relative squared error	90.2326 %	
Total Number of Instances	3000	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.88	0.511	0.718	0.88	0.791	0.777	N
	0.489	0.12	0.734	0.489	0.587	0.777	Y
Weighted Avg.	0.723	0.353	0.725	0.723	0.709	0.777	

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
1576	214	a = N
618	592	b = Y



ภาพที่ 8 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ ADTree

Scheme: weka.classifiers.trees.J48 -C 0.25 -M 2

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 3000

Attributes: 14

GENDER

AGE

DMFA_MA

DM

Fat

Water

Urine

Eat

EXERCISE

WT

Hight

BMI

Wasteline

RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

J48 pruned tree

BMI <= 24.75

| DM <= 0

| | BMI <= 23.44

| | | DMFA_MA <= 0: N (919.0/144.0)

| | | DMFA_MA > 0

| | | | Fat <= 0

| | | | | EXERCISE <= 3: N (87.0/14.0)

```
|  |  |  |  |  EXERCISE > 3
|  |  |  |  |  |  AGE <= 51: Y (3.0)
|  |  |  |  |  |  AGE > 51: N (9.0/1.0)
|  |  |  |  Fat > 0
|  |  |  |  |  AGE <= 57
|  |  |  |  |  |  Hight <= 168
|  |  |  |  |  |  |  Urine <= 0
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE <= 3
|  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Water <= 0
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI <= 20.72
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE <= 53: N (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE > 53: Y (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI > 20.72: Y (6.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Water > 0
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE <= 51: Y (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE > 51: N (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE <= 53: N (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE > 53: Y (3.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE > 3: N (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  Urine > 0: N (5.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  Hight > 168: N (12.0)
|  |  |  |  |  AGE > 57: Y (4.0)
|  |  BMI > 23.44
|  |  |  Water <= 0
|  |  |  |  DMFA_MA <= 0
|  |  |  |  |  AGE <= 52
|  |  |  |  |  |  AGE <= 51
|  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  AGE <= 50
|  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE <= 2
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI <= 24.23: N (18.0/4.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI > 24.23: Y (10.0/2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE > 2: N (14.0/2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  AGE > 50
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight <= 157: Y (4.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight > 157: N (48.0/10.0)
|  |  |  |  |  |  |  GENDER = F: N (8.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  AGE > 51
|  |  |  |  |  |  |  Hight <= 172
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE <= 0: N (4.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE > 0
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat <= 0
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline <= 85
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE <= 3: N (10.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE > 3
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline <= 76: N (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline > 76: Y (4.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline > 85: Y (7.0/2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat > 0
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline <= 82: Y (4.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline > 82: N (5.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  |  Hight > 172: Y (8.0/1.0)
|  |  |  |  |  AGE > 52
|  |  |  |  |  |  AGE <= 53
|  |  |  |  |  |  |  WT <= 75: N (39.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  |  WT > 75: Y (2.0)
|  |  |  |  |  |  AGE > 53
|  |  |  |  |  |  |  AGE <= 55
```

```
| | | | | | | | Eat <= 0
| | | | | | | | | Urine <= 0
| | | | | | | | | | BMI <= 24.24
| | | | | | | | | | | EXERCISE <= 0: N (3.0)
| | | | | | | | | | | EXERCISE > 0
| | | | | | | | | | | | WT <= 69: Y (12.0/1.0)
| | | | | | | | | | | | WT > 69: N (4.0/1.0)
| | | | | | | | | | BMI > 24.24: N (7.0)
| | | | | | | | | Urine > 0: N (6.0)
| | | | | | | | Eat > 0: Y (2.0)
| | | | | | | AGE > 55: N (102.0/18.0)
| | | | DMFA_MA > 0
| | | | | Fat <= 0
| | | | | | AGE <= 57
| | | | | | | BMI <= 23.64: N (5.0)
| | | | | | | BMI > 23.64
| | | | | | | | GENDER = M
| | | | | | | | | EXERCISE <= 1
| | | | | | | | | | AGE <= 51: Y (2.0)
| | | | | | | | | | AGE > 51
| | | | | | | | | | | AGE <= 53: N (4.0)
| | | | | | | | | | | AGE > 53
| | | | | | | | | | | | BMI <= 23.94: N (2.0)
| | | | | | | | | | | | BMI > 23.94: Y (4.0)
| | | | | | | | | EXERCISE > 1: Y (10.0/1.0)
| | | | | | | | GENDER = F
| | | | | | | | | EXERCISE <= 2: Y (6.0/1.0)
| | | | | | | | | EXERCISE > 2: N (3.0)
| | | | | | AGE > 57: N (9.0/1.0)
| | | | | Fat > 0
```

```
|  |  |  |  |  |  AGE <= 57: N (10.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  AGE > 57: Y (2.0)
|  |  |  Water > 0
|  |  |  |  DMFA_MA <= 0
|  |  |  |  |  WT <= 66
|  |  |  |  |  |  GENDER = M: N (10.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  GENDER = F
|  |  |  |  |  |  |  Urine <= 0: N (3.0)
|  |  |  |  |  |  |  Urine > 0
|  |  |  |  |  |  |  |  BMI <= 23.93: N (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  BMI > 23.93: Y (3.0)
|  |  |  |  |  WT > 66
|  |  |  |  |  |  AGE <= 52
|  |  |  |  |  |  |  WT <= 67.4: Y (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  WT > 67.4: N (3.0)
|  |  |  |  |  |  AGE > 52: Y (10.0/1.0)
|  |  |  |  DMFA_MA > 0
|  |  |  |  |  Urine <= 0: N (3.0)
|  |  |  |  |  Urine > 0
|  |  |  |  |  |  EXERCISE <= 0: N (2.0)
|  |  |  |  |  |  EXERCISE > 0
|  |  |  |  |  |  |  BMI <= 23.78: N (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  BMI > 23.78: Y (4.0)
|  DM > 0
|  |  Water <= 0
|  |  |  Urine <= 0
|  |  |  |  DMFA_MA <= 0
|  |  |  |  |  Fat <= 1
|  |  |  |  |  |  EXERCISE <= 0: N (8.0)
|  |  |  |  |  |  EXERCISE > 0
```

```
|  |  |  |  |  |  |  Fat <= 0
|  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline <= 86: N (32.0/6.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline > 86: Y (5.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  |  Fat > 0
|  |  |  |  |  |  |  |  AGE <= 57: N (21.0/2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  AGE > 57: Y (4.0/1.0)
|  |  |  |  |  Fat > 1
|  |  |  |  |  |  BMI <= 21.27: N (8.0)
|  |  |  |  |  |  BMI > 21.27
|  |  |  |  |  |  |  BMI <= 23.24: Y (11.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  |  BMI > 23.24: N (29.0/10.0)
|  |  |  |  DMFA_MA > 0
|  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  Wasteline <= 80
|  |  |  |  |  |  |  AGE <= 50: Y (3.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  |  AGE > 50: N (17.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  Wasteline > 80
|  |  |  |  |  |  |  Fat <= 0
|  |  |  |  |  |  |  |  WT <= 67
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight <= 169.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE <= 54: N (3.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE > 54: Y (3.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight > 169.5: N (3.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  WT > 67: Y (3.0)
|  |  |  |  |  |  |  Fat > 0: Y (5.0)
|  |  |  |  |  GENDER = F: Y (13.0/4.0)
|  |  |  Urine > 0
|  |  |  |  WT <= 60: N (11.0/1.0)
|  |  |  |  WT > 60: Y (10.0/1.0)
|  |  Water > 0
```

```
|   |   DMFA_MA <= 0
|   |   |   GENDER = M
|   |   |   |   DM <= 1
|   |   |   |   |   Fat <= 0
|   |   |   |   |   |   Hight <= 161.5: Y (2.0)
|   |   |   |   |   |   Hight > 161.5: N (8.0/1.0)
|   |   |   |   |   Fat > 0
|   |   |   |   |   |   AGE <= 56: Y (4.0/1.0)
|   |   |   |   |   |   AGE > 56: N (2.0)
|   |   |   |   DM > 1: N (4.0/1.0)
|   |   |   GENDER = F
|   |   |   |   AGE <= 56: Y (4.0)
|   |   |   |   AGE > 56: N (2.0)
|   |   DMFA_MA > 0: Y (15.0/3.0)
BMI > 24.75
|   DMFA_MA <= 0
|   |   Water <= 0
|   |   |   DM <= 0
|   |   |   |   Urine <= 0
|   |   |   |   |   EXERCISE <= 3
|   |   |   |   |   |   Fat <= 0
|   |   |   |   |   |   |   AGE <= 50
|   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE <= 1
|   |   |   |   |   |   |   |   |   WT <= 69: Y (8.0/2.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   WT > 69
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI <= 25.85: N (5.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI > 25.85
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight <= 163: N (5.0/1.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight > 163
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT <= 75: Y (3.0)
```

```
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT > 75
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI <= 28.31: N (4.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI > 28.31: Y (6.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE > 1: Y (15.0/1.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE > 50
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight <= 167
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT <= 78.5: N (198.0/76.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT > 78.5: Y (29.0/11.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight > 167: Y (129.0/56.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   Fat > 0
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE <= 1
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT <= 85.5: Y (122.0/41.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT > 85.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   GENDER = M
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline <= 84: Y (2.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline > 84: N (14.0/2.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   GENDER = F: Y (3.0/1.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE > 1
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline <= 77.5: N (7.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline > 77.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE <= 2
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE <= 61
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE <= 54
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight <= 163: N (7.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight > 163
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight <= 169: Y (6.0/1.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight > 169: N (3.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE > 54
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE <= 57: Y (9.0/1.0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE > 57
```

```
| | | | | | | | | | | | | Wasteline <= 90: Y (4.0/1.0)
| | | | | | | | | | | | | Wasteline > 90: N (2.0)
| | | | | | | | | | | AGE > 61: N (7.0/1.0)
| | | | | | | | | | EXERCISE > 2
| | | | | | | | | | Hight <= 169
| | | | | | | | | | | Hight <= 160.5
| | | | | | | | | | | | BMI <= 25.4: N (2.0)
| | | | | | | | | | | | BMI > 25.4: Y (6.0)
| | | | | | | | | | | Hight > 160.5: N (10.0/1.0)
| | | | | | | | | | Hight > 169: Y (10.0/1.0)
| | | | | EXERCISE > 3: N (58.0/21.0)
| | | | Urine > 0
| | | | | Fat <= 0
| | | | | | GENDER = M
| | | | | | | AGE <= 57
| | | | | | | | Wasteline <= 77.5: N (3.0)
| | | | | | | | Wasteline > 77.5
| | | | | | | | | Wasteline <= 103: Y (25.0/4.0)
| | | | | | | | | Wasteline > 103: N (2.0)
| | | | | | | AGE > 57: N (4.0)
| | | | | | GENDER = F
| | | | | | | AGE <= 55: N (7.0/1.0)
| | | | | | | AGE > 55: Y (2.0)
| | | | | Fat > 0: Y (38.0/4.0)
| | | DM > 0
| | | | Urine <= 0
| | | | | Fat <= 1
| | | | | | Fat <= 0
| | | | | | | Hight <= 171
| | | | | | | | DM <= 1
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI <= 27.58
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT <= 61.5: Y (5.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT > 61.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI <= 26.53
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline <= 81: Y (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline > 81: N (5.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI > 26.53: Y (5.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F: N (3.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI > 27.58: Y (12.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  DM > 1: Y (2.0)
|  |  |  |  |  |  |  |  Hight > 171: N (3.0)
|  |  |  |  |  |  Fat > 0: Y (43.0/8.0)
|  |  |  |  |  Fat > 1
|  |  |  |  |  |  WT <= 75
|  |  |  |  |  |  |  Wasteline <= 89: N (7.0/1.0)
|  |  |  |  |  |  |  Wasteline > 89: Y (8.0/2.0)
|  |  |  |  |  |  WT > 75: Y (14.0/3.0)
|  |  |  |  Urine > 0: Y (17.0/4.0)
|  |  Water > 0
|  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  WT <= 70: Y (26.0)
|  |  |  |  WT > 70
|  |  |  |  |  Urine <= 0: Y (34.0/4.0)
|  |  |  |  |  Urine > 0
|  |  |  |  |  |  AGE <= 54
|  |  |  |  |  |  |  Wasteline <= 88: N (6.0)
|  |  |  |  |  |  |  Wasteline > 88
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE <= 1
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight <= 167: Y (2.0)
```

```
| | | | | | | | | Hight > 167: N (2.0)
| | | | | | | | EXERCISE > 1: Y (7.0/1.0)
| | | | | | AGE > 54: Y (13.0/1.0)
| | | GENDER = F
| | | | Hight <= 163
| | | | | WT <= 79.5: Y (31.0/6.0)
| | | | | WT > 79.5: N (2.0)
| | | | Hight > 163: N (7.0/1.0)
| DMFA_MA > 0
| | DM <= 0
| | | EXERCISE <= 3
| | | | GENDER = M
| | | | | AGE <= 57
| | | | | | Water <= 0
| | | | | | | Hight <= 165
| | | | | | | | Wasteline <= 79: N (4.0/1.0)
| | | | | | | | Wasteline > 79
| | | | | | | | | Wasteline <= 85: Y (12.0)
| | | | | | | | | Wasteline > 85
| | | | | | | | | | EXERCISE <= 1: N (15.0/5.0)
| | | | | | | | | | EXERCISE > 1: Y (7.0/1.0)
| | | | | | | Hight > 165: Y (37.0/4.0)
| | | | | | Water > 0
| | | | | | | BMI <= 25.21: N (3.0)
| | | | | | | BMI > 25.21: Y (13.0/2.0)
| | | | | AGE > 57: Y (14.0)
| | | | GENDER = F
| | | | | Water <= 0
| | | | | | Hight <= 169.5
| | | | | | | Wasteline <= 89
```

| | | | | | | | Urine <= 0
| | | | | | | | | BMI <= 24.92: N (4.0)
| | | | | | | | | BMI > 24.92
| | | | | | | | | | Fat <= 0
| | | | | | | | | | | WT <= 66
| | | | | | | | | | | | Wasteline <= 83: Y (5.0/1.0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline > 83: N (2.0)
| | | | | | | | | | | WT > 66: Y (5.0)
| | | | | | | | | | Fat > 0
| | | | | | | | | | | EXERCISE <= 1
| | | | | | | | | | | | Hight <= 156
| | | | | | | | | | | | | Wasteline <= 81: Y (5.0/1.0)
| | | | | | | | | | | | | Wasteline > 81: N (3.0)
| | | | | | | | | | | | Hight > 156: Y (3.0)
| | | | | | | | | | | EXERCISE > 1: N (2.0)
| | | | | | | | Urine > 0
| | | | | | | | | AGE <= 51: Y (2.0)
| | | | | | | | | AGE > 51: N (3.0)
| | | | | | | Wasteline > 89: Y (13.0/1.0)
| | | | | | Hight > 169.5: N (4.0)
| | | | | Water > 0: Y (8.0)
| | | EXERCISE > 3: Y (13.0)
| | DM > 0
| | | DM <= 1
| | | | Eat <= 0
| | | | | WT <= 86: Y (73.0/2.0)
| | | | | WT > 86
| | | | | | Urine <= 0
| | | | | | | EXERCISE <= 1
| | | | | | | | WT <= 94: N (4.0)

| | | | | | | | WT > 94: Y (2.0)

| | | | | | | | EXERCISE > 1: Y (2.0)

| | | | | | | Urine > 0: Y (4.0)

| | | | | Eat > 0

| | | | | | AGE <= 59: Y (3.0)

| | | | | | AGE > 59: N (2.0)

| | | | DM > 1

| | | | | BMI <= 26.95: N (4.0/1.0)

| | | | | BMI > 26.95: Y (4.0)

Number of Leaves : 174

Size of the tree : 347

Time taken to build model: 0.48 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

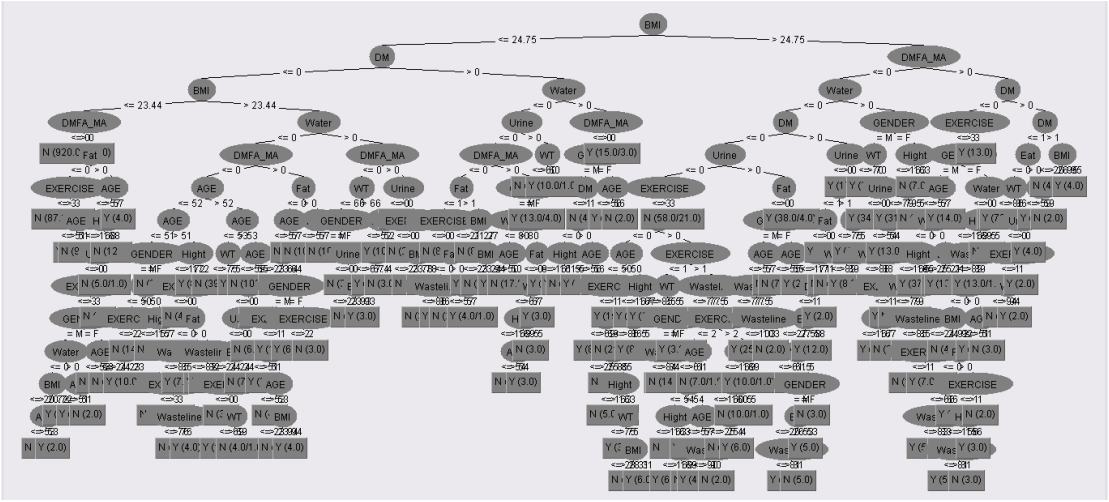
Correctly Classified Instances	2477	82.5667 %
Incorrectly Classified Instances	523	17.4333 %
Kappa statistic	0.6304	
Mean absolute error	0.2592	
Root mean squared error	0.36	
Relative absolute error	53.8444 %	
Root relative squared error	73.3797 %	
Total Number of Instances	3000	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.896	0.278	0.827	0.896	0.86	0.874	N
	0.722	0.104	0.824	0.722	0.77	0.874	Y
Weighted Avg.	0.826	0.208	0.826	0.826	0.823	0.874	

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
1603	187	a = N
336	874	b = Y



ภาพที่ 9 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ ADTree

Scheme: weka.classifiers.trees.DecisionStump

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 3000

Attributes: 14

GENDER

AGE

DMFA_MA

DM

Fat

Water

Urine

Eat

EXERCISE

WT

Hight

BMI

Wasteline

RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

Decision Stump

Classifications

BMI <= 24.755000000000003 : N

BMI > 24.755000000000003 : Y

BMI is missing : N

Class distributions

BMI <= 24.755000000000003

N Y

0.7667638483965015 0.23323615160349853

BMI > 24.755000000000003

N Y

0.36964980544747084 0.6303501945525292

BMI is missing

N Y

0.5966666666666667 0.4033333333333333

Time taken to build model: 0.09 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	2125	70.8333 %
Incorrectly Classified Instances	875	29.1667 %
Kappa statistic	0.4	
Mean absolute error	0.4041	
Root mean squared error	0.4495	
Relative absolute error	83.9521 %	
Root relative squared error	91.6266 %	
Total Number of Instances	3000	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.735	0.331	0.767	0.735	0.75	0.702	N
	0.669	0.265	0.63	0.669	0.649	0.702	Y
Weighted Avg.	0.708	0.304	0.712	0.708	0.71	0.702	

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
1315	475	a = N
400	810	b = Y

Scheme: weka.classifiers.trees.LADTree -B 10

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 3001

Attributes: 14

GENDER

AGE

DMFA_MA

DM

Fat

Water

Urine

Eat

EXERCISE

WT

Hight

BMI

Wasteline

RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

weka.classifiers.trees.LADTree:

: 0,0

| (1)BMI < 24.755: 0.534,-0.534

| | (4)BMI < 23.515: 0.14,-0.14

| | (4)BMI >= 23.515: -0.23,0.23

| (1)BMI >= 24.755: -0.261,0.261

| | (8)Hight < 170.25: 0.04,-0.04

| | (8)Hight >= 170.25: -0.226,0.226

| (2)DM < 0.5: 0.107,-0.107

| (2)DM >= 0.5: -0.377,0.377

| (3)DMFA_MA < 0.5: 0.069,-0.069

| (3)DMFA_MA >= 0.5: -0.292,0.292

| (5)Water < 0.5: 0.038,-0.038

| | (7)Urine < 0.5: 0.032,-0.032

| | (7)Urine >= 0.5: -0.237,0.237

| | | (9)Wasteline < 91.5: 0.095,-0.095

| | | | (10)BMI < 29.94: -0.052,0.052

| | | | (10)BMI >= 29.94: 1,-1

| | | (9)Wasteline >= 91.5: -0.406,0.406

| (5)Water >= 0.5: -0.311,0.311

| (6)BMI < 19.96: 0.301,-0.301

| (6)BMI >= 19.96: -0.021,0.021

Legend: N, Y

#Tree size (total): 31

#Tree size (number of predictor nodes): 21

#Leaves (number of predictor nodes): 15

#Expanded nodes: 100

#Processed examples: 149864

#Ratio e/n: 1498.64

Time taken to build model: 2.22 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	2173	72.4333 %
Incorrectly Classified Instances	827	27.5667 %
Kappa statistic	0.3936	
Mean absolute error	0.3686	
Root mean squared error	0.4294	
Relative absolute error	76.5873 %	

Root relative squared error 87.5318 %

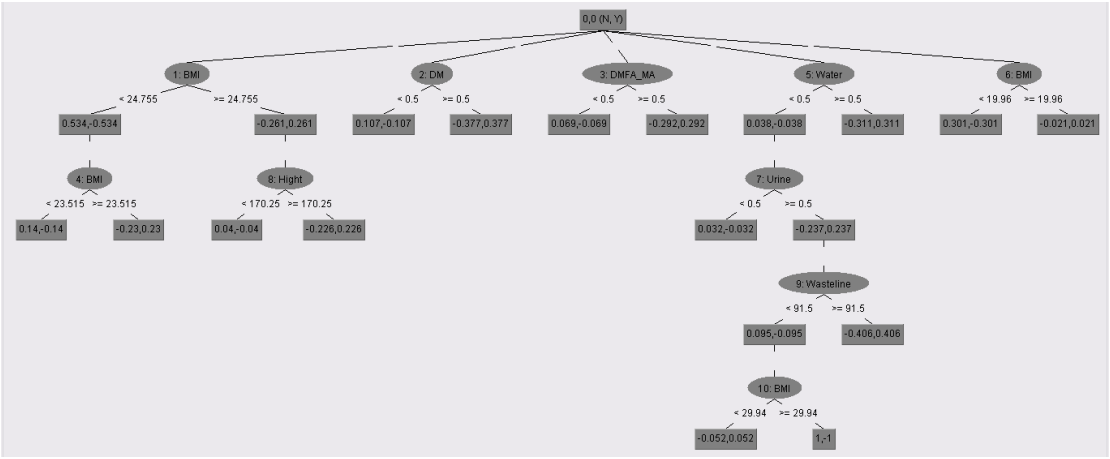
Total Number of Instances 3000

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.885	0.513	0.718	0.885	0.793	0.778	N
	0.487	0.115	0.741	0.487	0.588	0.777	Y
Weighted Avg.	0.724	0.353	0.727	0.724	0.71	0.778	

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
1584	206	a = N
621	589	b = Y



ภาพที่ 10 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ LADTree

Scheme: weka.classifiers.trees.LMT -I -1 -M 15 -W 0.0

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 300

Attributes: 14

GENDER
AGE
DMFA_MA
DM
Fat
Water
Urine
Eat
EXERCISE
WT
Hight
BMI
Wasteline
RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

Logistic model tree

BMI <= 24.75: LM_1:8/16 (1715)

BMI > 24.75

| DMFA_MA <= 0

| | Water <= 0: LM_2:8/32 (880)

| | Water > 0: LM_3:8/32 (130)

| DMFA_MA > 0: LM_4:8/24 (275)

Number of Leaves : 4

Size of the Tree : 7

LM_1:

Class 0 :

2.94 +

[GENDER] * -0.09 +

[DMFA_MA] * -0.36 +

[DM] * -0.24 +

[Fat] * -0.03 +

[Water] * -0.23 +

[Urine] * -0.2 +

[EXERCISE] * 0.02 +

[WT] * -0.01 +

[Hight] * 0 +

[BMI] * -0.08 +

[Wasteline] * 0

Class 1 :

-2.94 +

[GENDER] * 0.09 +

[DMFA_MA] * 0.36 +

[DM] * 0.24 +

[Fat] * 0.03 +

[Water] * 0.23 +

[Urine] * 0.2 +

[EXERCISE] * -0.02 +

[WT] * 0.01 +

[Hight] * 0 +

[BMI] * 0.08 +

[Wasteline] * 0

LM_2:

Class 0 :

2.52 +

[GENDER] * -0.11 +

[AGE] * 0 +

[DMFA_MA] * -0.48 +

[DM] * -0.24 +

[Fat] * -0.11 +

[Water] * -0.42 +

[Urine] * -0.39 +

[Eat] * -0.26 +

[EXERCISE] * 0.05 +

[WT] * 0 +

[Hight] * -0.01 +

[BMI] * -0.02

Class 1 :

-2.52 +

[GENDER] * 0.11 +

[AGE] * 0 +

[DMFA_MA] * 0.48 +

[DM] * 0.24 +

[Fat] * 0.11 +

[Water] * 0.42 +

[Urine] * 0.39 +

[Eat] * 0.26 +

[EXERCISE] * -0.05 +

[WT] * 0 +

[Hight] * 0.01 +

[BMI] * 0.02

LM_3:

Class 0 :

-2.22 +

[GENDER] * 0.9 +

[AGE] * -0.04 +

[DMFA_MA] * -0.48 +

[DM] * -0.24 +

[Fat] * -0.11 +

[Water] * -0.42 +

[Urine] * 0.25 +

[Eat] * -0.26 +

[EXERCISE] * 0.05 +

[WT] * 0.02 +

[Hight] * 0.01 +

[BMI] * -0.01

Class 1 :

2.22 +

[GENDER] * -0.9 +

[AGE] * 0.04 +

[DMFA_MA] * 0.48 +

[DM] * 0.24 +

[Fat] * 0.11 +

[Water] * 0.42 +

[Urine] * -0.25 +

[Eat] * 0.26 +

[EXERCISE] * -0.05 +

[WT] * -0.02 +

[Hight] * -0.01 +

[BMI] * 0.01

LM_4:

Class 0 :

3.66 +

[GENDER] * 0.25 +

[AGE] * -0.05 +

[DMFA_MA] * -0.48 +

[DM] * -0.24 +

[Fat] * -0.11 +

[Water] * -0.22 +

[Urine] * -0.31 +

[Eat] * 0.99 +

[EXERCISE] * -0.19 +

[WT] * -0.01 +

[BMI] * -0.02

Class 1 :

-3.66 +

[GENDER] * -0.25 +

[AGE] * 0.05 +

[DMFA_MA] * 0.48 +

[DM] * 0.24 +

[Fat] * 0.11 +

[Water] * 0.22 +

[Urine] * 0.31 +

[Eat] * -0.99 +

[EXERCISE] * 0.19 +

[WT] * 0.01 +

[BMI] * 0.02

Time taken to build model: 21.2 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	2189	72.9667 %
Incorrectly Classified Instances	811	27.0333 %
Kappa statistic	0.4247	

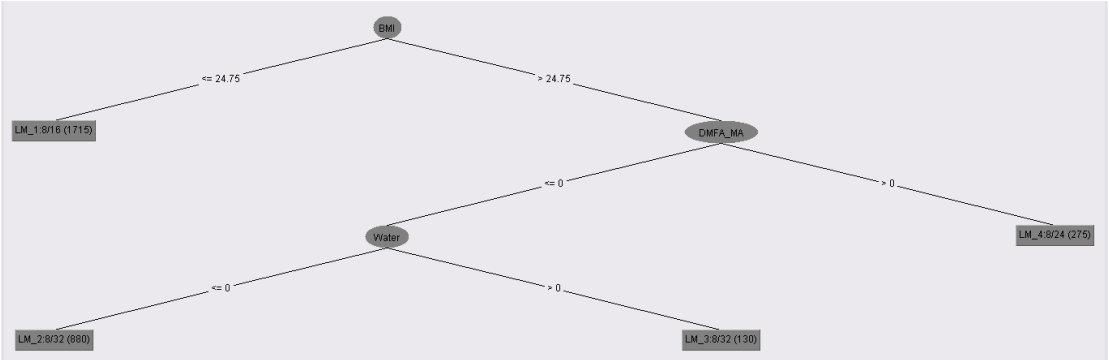
Mean absolute error	0.3659
Root mean squared error	0.4274
Relative absolute error	76.0271 %
Root relative squared error	87.1154 %
Total Number of Instances	3000

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.823	0.408	0.749	0.823	0.784	0.781	N
	0.592	0.177	0.693	0.592	0.638	0.781	Y
Weighted Avg.	0.73	0.315	0.726	0.73	0.725	0.781	

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
1473	317	a = N
494	716	b = Y



ภาพที่ 11 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ LMT

cheme: weka.classifiers.trees.NBTree

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 3000

Attributes: 14

GENDER

AGE

DMFA_MA

DM

Fat

Water

Urine

Eat

EXERCISE

WT

Hight

BMI

Wasteline

RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

NBTree

: NB0

Leaf number: 0 Naive Bayes Classifier

	Class	
Attribute	N	Y
	(0.6)	(0.4)
==========	==========	==========
GENDER		
M	1405.0	915.0
F	387.0	297.0
[total]	1792.0	1212.0
AGE		
'All'	1791.0	1211.0
[total]	1791.0	1211.0

DMFA_MA

'(-inf-0.5]'	1557.0	890.0
'(0.5-inf)'	235.0	322.0
[total]	1792.0	1212.0

DM

'(-inf-0.5]'	1604.0	919.0
'(0.5-inf)'	188.0	293.0
[total]	1792.0	1212.0

Fat

'(-inf-0.5]'	1229.0	676.0
'(0.5-inf)'	563.0	536.0
[total]	1792.0	1212.0

Water

'(-inf-0.5]'	1603.0	984.0
'(0.5-inf)'	189.0	228.0
[total]	1792.0	1212.0

Urine

'(-inf-0.5]'	1589.0	954.0
'(0.5-inf)'	203.0	258.0
[total]	1792.0	1212.0

Eat

'All'	1791.0	1211.0
[total]	1791.0	1211.0

EXERCISE

'All'	1791.0	1211.0
[total]	1791.0	1211.0

WT

'(-inf-44.75]'	32.0	1.0
'(44.75-66.5]'	1108.0	418.0
'(66.5-78.25]'	540.0	545.0
'(78.25-inf)'	114.0	250.0
[total]	1794.0	1214.0

Hight

'All'	1791.0	1211.0
[total]	1791.0	1211.0

BMI

'(-inf-23.515]'	996.0	237.0
'(23.515-24.755]'	321.0	165.0
'(24.755-inf)'	476.0	811.0
[total]	1793.0	1213.0

Wasteline

'(-inf-82.75]'	1031.0	386.0
'(82.75-91.5]'	573.0	475.0
'(91.5-inf)'	189.0	352.0
[total]	1793.0	1213.0

Number of Leaves : 1

Size of the tree : 1

Time taken to build model: 1.5 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	2118	70.6 %
Incorrectly Classified Instances	882	29.4 %
Kappa statistic	0.3906	

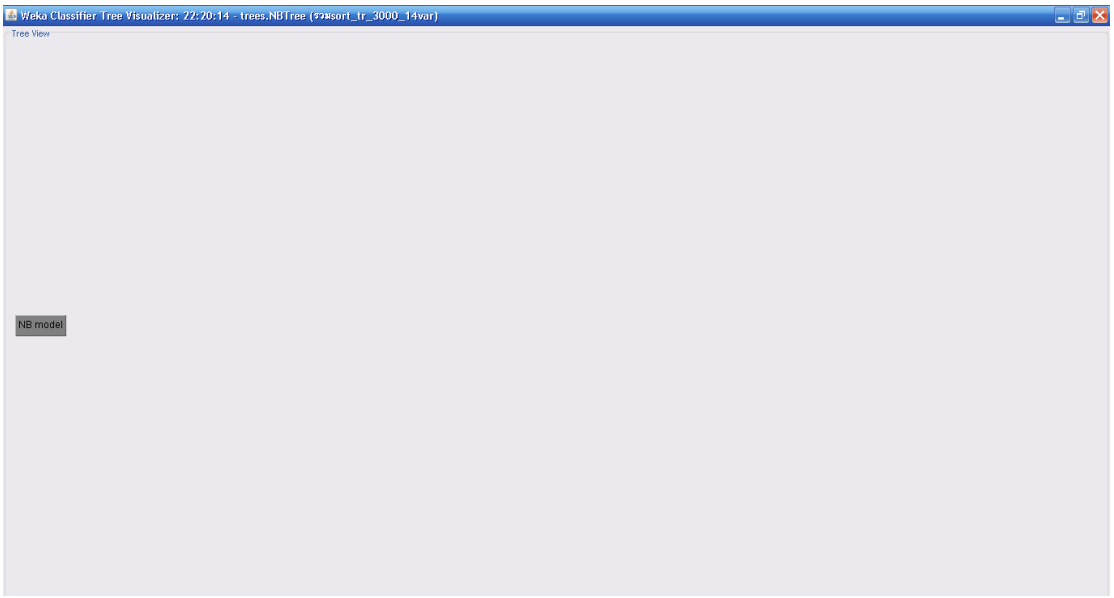
Mean absolute error	0.3326
Root mean squared error	0.454
Relative absolute error	69.0921 %
Root relative squared error	92.5454 %
Total Number of Instances	3000

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.749	0.357	0.756	0.749	0.752	0.766	N
	0.643	0.251	0.634	0.643	0.638	0.766	Y
Weighted Avg.	0.706	0.314	0.707	0.706	0.706	0.766	

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
1340	450	a = N
432	778	b = Y



ภาพที่ 12 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ NBTree

Scheme: weka.classifiers.trees.RandomForest -I 10 -K 0 -S 1

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 3000

Attributes: 14

GENDER

AGE

DMFA_MA

DM

Fat

Water

Urine

Eat

EXERCISE

WT

Hight

BMI

Wasteline

RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

Random forest of 10 trees, each constructed while considering 4 random features.

Out of bag error: 0.305

Time taken to build model: 1.13 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	2977	99.2333 %
Incorrectly Classified Instances	23	0.7667 %
Kappa statistic	0.984	
Mean absolute error	0.0842	

Root mean squared error	0.1401
Relative absolute error	17.4993 %
Root relative squared error	28.5512 %
Total Number of Instances	3000

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.997	0.014	0.991	0.997	0.994	1	N
	0.986	0.003	0.995	0.986	0.99	1	Y
Weighted Avg.	0.992	0.01	0.992	0.992	0.992	1	

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
1784	6	a = N
17	1193	b = Y

Scheme: weka.classifiers.trees.RandomTree -K 0 -M 1.0 -S 1

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 3000

Attributes: 14

GENDER

AGE

DMFA_MA

DM

Fat

Water

Urine

Eat

EXERCISE

WT

Hight

BMI

Wasteline

RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

RandomTree

==========

Urine < 0.5

| DM < 0.5

| | WT < 66.5

| | | GENDER = M

| | | | AGE < 58.5

| | | | | Fat < 0.5

| | | | | | Hight < 158.5

| | | | | | | AGE < 56.5
| | | | | | | | Wasteline < 64 : N (2/0)
| | | | | | | | Wasteline >= 64
| | | | | | | | | Hight < 155.5
| | | | | | | | | | BMI < 27.14
| | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5
| | | | | | | | | | | | Wasteline < 84
| | | | | | | | | | | | | WT < 53.5
| | | | | | | | | | | | | | WT < 48.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 48.5
| | | | | | | | | | | | | | | WT < 49.85 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 49.85
| | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 52 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 52 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | WT >= 53.5 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 84 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 27.14 : N (2/0)
| | | | | | | | | Hight >= 155.5
| | | | | | | | | | WT < 49 : N (2/0)
| | | | | | | | | | WT >= 49
| | | | | | | | | | | Wasteline < 86.5
| | | | | | | | | | | | WT < 61.75
| | | | | | | | | | | | | BMI < 24.31
| | | | | | | | | | | | | | BMI < 23.15
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 67.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 67.5
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 21.62 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 21.62
| | | | | | | | | | | | | | | | | Water < 0.5

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Water >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.15 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.31 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 61.75 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 86.5
| | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5 : N (3/0)
| | | | | | | AGE >= 56.5 : N (7/0)
| | | | | | Hight >= 158.5
| | | | | | | BMI < 24.23
| | | | | | | | BMI < 18.17 : N (20/0)
| | | | | | | | BMI >= 18.17
| | | | | | | | | Water < 0.5
| | | | | | | | | | AGE < 57.5
| | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5
| | | | | | | | | | | | Eat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | Wasteline < 87.5
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 68.5 : N (14/0)
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 68.5
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2.5
| | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 169.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 161 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 161
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 166.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 166.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5
```

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 21.23
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 60.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 60.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 21.23 : N (11/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 23.61
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 86.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 52.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 62.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 56.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 161.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 161.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 56.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 165.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 164.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 161
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 58.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 58.5 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 161 : N (2/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 164.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 59.5 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 59.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 80 : N (5/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 80 : Y (2/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 165.5 : N (12/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 62.5 : N (12/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : N (23/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 52.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 20.28 : N (18/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 20.28

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 54.5 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 54.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 53.5 : N (24/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 53.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 70.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 167 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 167 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 70.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 166.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5 : N (18/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 56.5 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 56.5 : N (8/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 166.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : N (6/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 73 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 73

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 84 : Y (2/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 84 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 86.5 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.61

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 56 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 56

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 23.88

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : Y (2/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.88 : N (6/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 169.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 81.13

| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 172.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 20.29
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 56.5 : N (8/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 56.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 20.29
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 80.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 63
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 54.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 52 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 52
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 21.04
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 60.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 60.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 21.04 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 54.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 63
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 54.5 : N (7/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 54.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 80.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 172.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 81.13 : N (8/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 58
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 56.5 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 56.5 : Y (1/0)

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 58 : N (29/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 87.5 : N (15/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Eat >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 78.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 71.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 51 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 51 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 71.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 78.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 3.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 59.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 54 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 54
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 162.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 162.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 73 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 73
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 78.5 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 78.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 169 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 169 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA >= 0.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 59.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 165.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 60.5 : N (6/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 60.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 87
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 53.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 81.5 : N (6/0)
```

| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 81.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 22.95 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 22.95 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 53.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 87 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 165.5
| | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 171.5 : N (13/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 171.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | | AGE >= 57.5 : N (30/0)
| | | | | | | | | Water >= 0.5
| | | | | | | | | | WT < 57.5
| | | | | | | | | | | BMI < 19.27 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 19.27
| | | | | | | | | | | | Hight < 163.5 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | | Hight >= 163.5
| | | | | | | | | | | | | WT < 55.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | WT >= 55.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | WT >= 57.5
| | | | | | | | | | | WT < 64.5 : N (12/0)
| | | | | | | | | | | WT >= 64.5
| | | | | | | | | | | | AGE < 53 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | AGE >= 53 : Y (1/0)
| | | | | | | BMI >= 24.23
| | | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | Water < 0.5
| | | | | | | | | | | BMI < 25.43
| | | | | | | | | | | | BMI < 25.1

| | | | | | | | | | | | | Wasteline < 82 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 82
| | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.39 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.39
| | | | | | | | | | | | | | | Hight < 163.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 163.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.1 : Y (5/0)
| | | | | | | | | | | | BMI >= 25.43
| | | | | | | | | | | | | AGE < 53.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 53.5
| | | | | | | | | | | | | | WT < 60.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 60.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | Water >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5
| | | | | | | | | | | WT < 65.5 : N (8/0)
| | | | | | | | | | | WT >= 65.5
| | | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5
| | | | | | | | | | BMI < 29.82
| | | | | | | | | | | Hight < 162.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 162.5
| | | | | | | | | | | | Hight < 164 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | Hight >= 164 : Y (3/0)
| | | | | | | | | BMI >= 29.82 : N (1/0)
| | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | BMI < 25.25
| | | | | | | | Wasteline < 88.5
| | | | | | | | | AGE < 55.5

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 63.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 62.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 170.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 57.5 : N (23/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 57.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 59.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 51.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 3
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 78.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 78.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 21.67 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 21.67 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 3 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 51.5 : N (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 59.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 167.5 : N (18/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 167.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Water < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 21.85 : N (7/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 21.85 : N (2/1)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Water >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 169.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 169.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 170.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 173.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 17.48 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 17.48
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 171.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 20.86 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 20.86
```

| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 76 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 76 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 171.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 19.33
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 18.04 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 18.04 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 19.33 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 173.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 62.5 : N (11/0)
| | | | | | | | | | | | | WT >= 63.5
| | | | | | | | | | | | | BMI < 22.45 : N (8/0)
| | | | | | | | | | | | | BMI >= 22.45
| | | | | | | | | | | | | | BMI < 22.82 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | BMI >= 22.82
| | | | | | | | | | | | | | Water < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 83.5
| | | | | | | | | | | | | | | Hight < 166
| | | | | | | | | | | | | | | | WT < 64.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 64.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.06
| | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.06 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 166 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 83.5 : N (8/0)
| | | | | | | | | | | | | | Water >= 0.5 : N (1/0)

```
|   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 55.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 159.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 158.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 158.5 : Y (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 159.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Water < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT < 57.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 161 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 161
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 56.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE < 0.5 : N (2/1)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE >= 0.5 : N (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 56.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT >= 57.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 81 : N (9/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 81
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE < 1.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 56.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 22.76 : Y (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 22.76 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 56.5 : N (7/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE >= 1.5 : N (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Water >= 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Eat < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 57 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 57
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 22.68 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 22.68 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Eat >= 0.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 88.5
```

| | | | | | | | | BMI < 23.92 : Y (2/0)
| | | | | | | | | BMI >= 23.92
| | | | | | | | | | WT < 65 : N (3/0)
| | | | | | | | | | WT >= 65
| | | | | | | | | | | BMI < 24.24 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 24.24 : Y (1/0)
| | | | | | | BMI >= 25.25 : Y (3/0)
| | | | | | DMFA_MA >= 0.5
| | | | | | | Fat < 1.5
| | | | | | | | BMI < 19.52 : N (4/0)
| | | | | | | | BMI >= 19.52
| | | | | | | | | BMI < 21.19
| | | | | | | | | | WT < 54.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | WT >= 54.5
| | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | AGE >= 50.5
| | | | | | | | | | | | WT < 59 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | WT >= 59
| | | | | | | | | | | | | AGE < 57.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 57.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | BMI >= 21.19
| | | | | | | | | | Water < 0.5
| | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5
| | | | | | | | | | | | WT < 62.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | WT >= 62.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5 : Y (8/0)
| | | | | | | | | | Water >= 0.5
| | | | | | | | | | | AGE < 53
| | | | | | | | | | | | WT < 64 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | WT >= 64 : N (1/0)

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 53 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  Fat >= 1.5 : N (2/0)
|  |  |  |  AGE >= 58.5
|  |  |  |  |  BMI < 24.73
|  |  |  |  |  |  DMFA_MA < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  BMI < 19.78
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 2.5 : N (26/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 2.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 66.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 66.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  BMI >= 19.78
|  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 75.5 : N (13/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 75.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 65.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 20.45 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 20.45
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 0.5 : Y (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 170.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 22.71
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 22.38
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 59.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 160.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 160.5 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 59.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 22.38 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 22.71
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 62.5 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 62.5
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 65.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 65.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 59.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 81.5 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 81.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 169.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 169.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 59.5 : N (8/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 170.5 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 65.5 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Water < 0.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Water >= 0.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  BMI >= 24.73
|  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 92 : Y (9/0)
|  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 92
|  |  |  |  |  |  |  |  WT < 64.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 64.5 : N (2/0)
|  |  |  GENDER = F
|  |  |  |  Wasteline < 69.5
|  |  |  |  |  AGE < 51.5
|  |  |  |  |  |  Wasteline < 66.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  Wasteline >= 66.5 : N (5/0)
|  |  |  |  |  AGE >= 51.5 : N (44/0)
|  |  |  |  Wasteline >= 69.5
|  |  |  |  |  Hight < 158.5
|  |  |  |  |  |  BMI < 24.98
```

| | | | | | | Hight < 149.5 : N (13/0)
| | | | | | | Hight >= 149.5
| | | | | | | | BMI < 22.63
| | | | | | | | | Hight < 153.5
| | | | | | | | | | WT < 49.5
| | | | | | | | | | | BMI < 19.56 : N (4/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 19.56
| | | | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | Hight < 151
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2 : N (2/1)
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2
| | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 78.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 78.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | Hight >= 151 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | WT >= 49.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | Hight >= 153.5
| | | | | | | | | | WT < 64 : N (22/0)
| | | | | | | | | | WT >= 64 : Y (1/0)
| | | | | | | | BMI >= 22.63
| | | | | | | | | Wasteline < 86
| | | | | | | | | | WT < 52.5
| | | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | | BMI < 23.14
| | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : Y (4/0)

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 23.14 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 52.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 24.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 75.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 2.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 55.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA < 0.5 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 53.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 53.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 55.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 2.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 75.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 23.79
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 55
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 53
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 55.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 55.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 23.03 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 23.03 : N (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 53 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 55 : N (9/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 23.79
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 151 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 151
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
```

```
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT < 59.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT >= 59.5 : Y (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXCERSISE >= 1.5 : N (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   DMFA_MA >= 0.5 : Y (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 24.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Water < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   DMFA_MA < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 56.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 24.72
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 53.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 53.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 24.72 : N (4/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 56.5 : N (8/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   DMFA_MA >= 0.5 : N (5/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Water >= 0.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 86
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 154 : Y (7/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 154
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 156.5 : N (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 156.5 : Y (2/0)
|   |   |   |   |   BMI >= 24.98
|   |   |   |   |   |   Hight < 145.5 : Y (2/0)
|   |   |   |   |   |   Hight >= 145.5
|   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 75.5
|   |   |   |   |   |   |   |   Water < 0.5 : N (7/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   Water >= 0.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 75.5
|   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 82.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 79.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 78.5
```

| | | | | | | | | | | | BMI < 28.41
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : Y (9/0)
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5
| | | | | | | | | | | | | | AGE < 60.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | AGE >= 60.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | BMI >= 28.41 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 78.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | Wasteline >= 79.5 : Y (9/0)
| | | | | | | | | | Wasteline >= 82.5
| | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5
| | | | | | | | | | | | BMI < 28.4 : N (7/0)
| | | | | | | | | | | | BMI >= 28.4 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5
| | | | | | | | | | | | Water < 0.5
| | | | | | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | WT < 65.5
| | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 27.68
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 149.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 149.5 : Y (7/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 27.68 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | WT < 62.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 62.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 64 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 64 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 65.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5

| | | | | | | | | | | | | AGE < 54.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 54.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | Water >= 0.5 : Y (3/0)
| | | | | Hight >= 158.5
| | | | | | AGE < 53.5
| | | | | | | Wasteline < 87
| | | | | | | | EXERCISE < 2.5
| | | | | | | | | Wasteline < 78.5
| | | | | | | | | | BMI < 24.07
| | | | | | | | | | | BMI < 18.92 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 18.92
| | | | | | | | | | | | Hight < 160.5 : N (7/0)
| | | | | | | | | | | | Hight >= 160.5
| | | | | | | | | | | | | WT < 61.5
| | | | | | | | | | | | | | AGE < 52.5
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 71 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 71
| | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 165.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 56
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 21.42 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 21.42 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 21.22 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 21.22 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 56 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 165.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 52.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 61.5
| | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 24.07 : Y (3/0)
| | | | | | | | | Wasteline >= 78.5
| | | | | | | | | | Hight < 162.5
| | | | | | | | | | | BMI < 24.22 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 24.22 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | Hight >= 162.5 : N (8/0)
| | | | | | | | EXERCISE >= 2.5 : N (5/0)
| | | | | | | Wasteline >= 87 : Y (2/0)
| | | | | | AGE >= 53.5
| | | | | | | WT < 55.5 : N (14/0)
| | | | | | | WT >= 55.5
| | | | | | | | WT < 56.5
| | | | | | | | | AGE < 54.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | AGE >= 54.5
| | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | Hight < 162.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 162.5
| | | | | | | | | | | | AGE < 65.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | AGE >= 65.5 : N (2/1)
| | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | WT >= 56.5
| | | | | | | | | BMI < 22.12 : N (11/0)
| | | | | | | | | BMI >= 22.12
| | | | | | | | | | BMI < 22.17 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 22.17
| | | | | | | | | | | Wasteline < 78.5 : N (8/0)
| | | | | | | | | | | Wasteline >= 78.5
| | | | | | | | | | | | WT < 64.5
| | | | | | | | | | | | | Hight < 160.5

| | | | | | | | | | | | | | WT < 62.25 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 62.25 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | Hight >= 160.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | WT >= 64.5 : N (5/0)
| | WT >= 66.5
| | | Wasteline < 91.5
| | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | BMI < 24.87
| | | | | | BMI < 23.13
| | | | | | | AGE < 57.5
| | | | | | | | EXERCISE < 3.5
| | | | | | | | | Wasteline < 88.5
| | | | | | | | | | AGE < 52.5
| | | | | | | | | | | Hight < 179.5
| | | | | | | | | | | | BMI < 22.22 : N (9/0)
| | | | | | | | | | | | BMI >= 22.22
| | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : N (7/0)
| | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2.5
| | | | | | | | | | | | | | | BMI < 22.83 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 22.83 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 179.5
| | | | | | | | | | | | Wasteline < 84.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 84.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | AGE >= 52.5 : N (21/0)
| | | | | | | | | Wasteline >= 88.5
| | | | | | | | | | AGE < 50.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | AGE >= 50.5 : N (3/0)
| | | | | | | | EXERCISE >= 3.5

| | | | | | | | | AGE < 56
| | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | WT < 69.5
| | | | | | | | | | | | Hight < 170 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | Hight >= 170 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | WT >= 69.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | AGE >= 56 : Y (1/0)
| | | | | | | AGE >= 57.5
| | | | | | | | Hight < 173 : Y (2/0)
| | | | | | | | Hight >= 173 : N (1/0)
| | | | | | BMI >= 23.13
| | | | | | | AGE < 53.5
| | | | | | | | WT < 77
| | | | | | | | | AGE < 52.5
| | | | | | | | | | BMI < 23.39 : N (6/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 23.39
| | | | | | | | | | | Wasteline < 81.5
| | | | | | | | | | | | Wasteline < 80.5
| | | | | | | | | | | | | WT < 67.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | WT >= 67.5
| | | | | | | | | | | | | | Hight < 166.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | Hight >= 166.5
| | | | | | | | | | | | | | | Hight < 175.5
| | | | | | | | | | | | | | | | WT < 72
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 78.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.53
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXCISE < 3.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : Y (2/0)

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.53 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 78.5 : N (9/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 72 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 175.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 80.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | | | Wasteline >= 81.5
| | | | | | | | | | | | BMI < 24.74
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | WT < 73.5
| | | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.13
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 23.82
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 169.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 169.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 177
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 174
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 23.66
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 172 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 172
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.66 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 174 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 177 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.82
```

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 82.25 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 82.25 : N (10/0)
| | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.13
| | | | | | | | | | | | | | | | WT < 72.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 67.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 67.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 89.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.7
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 168 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 168
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 88.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.19
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : N
(1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.19 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 88.5 : Y
(2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.7 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 69 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 69 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 89.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 72.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 73.5
| | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5
```

| | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.74 : N (3/0)
| | | | | | | | | | AGE >= 52.5
| | | | | | | | | | | Hight < 176.5 : N (24/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 176.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | WT >= 77
| | | | | | | | | | Hight < 176.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | Hight >= 176.5 : Y (4/0)
| | | | | | | AGE >= 53.5
| | | | | | | | BMI < 24.57
| | | | | | | | | Wasteline < 90.5
| | | | | | | | | | Hight < 171.5
| | | | | | | | | | | AGE < 55.5 : Y (10/0)
| | | | | | | | | | | AGE >= 55.5
| | | | | | | | | | | | BMI < 24.32
| | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | WT < 69.5
| | | | | | | | | | | | | | | Hight < 169.5 : N (7/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 169.5
| | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 59 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 59 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 69.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | BMI < 23.99 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.99
| | | | | | | | | | | | | | | AGE < 57.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 57.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | BMI >= 24.32 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | Hight >= 171.5

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 75.5 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 75.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Water < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 60.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 75.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 77 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 77
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 23.49
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 67.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 67.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 54.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 54.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 85.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 85.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 68.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 68.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 57 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 57 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 23.49
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 24.09 : N (6/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 24.09
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 86 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 86 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 75.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 60.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Water >= 0.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 90.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  BMI >= 24.57
```

```
|   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 173.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 56.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Fat < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 81.5 : N (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 81.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Fat >= 0.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 56.5 : N (6/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 173.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 177.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 177.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   BMI >= 24.87
|   |   |   |   |   |   AGE < 50.5
|   |   |   |   |   |   |   WT < 68.5 : Y (6/0)
|   |   |   |   |   |   |   WT >= 68.5
|   |   |   |   |   |   |   |   GENDER = M
|   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 25.01 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 25.01
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 85.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE < 3.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 25.2
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Fat < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 25.06 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 25.06 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Fat >= 0.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 25.2 : Y (10/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE >= 3.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 85.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 25.89
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE < 2
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 173 : N (3/0)
```

```
| | | | | | | | | | | | | Hight >= 173
| | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | BMI >= 25.89
| | | | | | | | | | | | | WT < 84.5
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5
| | | | | | | | | | | | | | WT < 82
| | | | | | | | | | | | | | | WT < 77.5
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 26.88 : Y (6/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.88
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : Y (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 77.5
| | | | | | | | | | | | | | | | WT < 79.5 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 79.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 82 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | WT >= 84.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | GENDER = F
| | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | BMI < 26.7 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 26.7
| | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5
| | | | | | | | | | | | WT < 72.5 : Y (1/0)
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 72.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  AGE >= 50.5
|  |  |  |  |  |  |  Water < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  WT < 80.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 177.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 28.68
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 161.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 26.98 : N (9/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 26.98
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 71.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 70.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 54.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 54.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 159 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 159
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 0.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 28.33 : Y (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 28.33 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : N (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 70.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 52 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 52 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 71.5 : N (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 161.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 175.5
```

| | | | | | | | | | | | | BMI < 27.55
| | | | | | | | | | | | | | Eat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5
| | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 73.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 57.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 55.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 164.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 83
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 69.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 69.5 : N (2/1)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 83 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 164.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | GENDER = M
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 70.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 70.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 75 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 75 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 90.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 170.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 77.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 77.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 53.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 82 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 82
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 69.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.17
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.98 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.98 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.17 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 69.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 166 : N (1/0)

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 166
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 87 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 87
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 89 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 89 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 53.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 170.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 90.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | GENDER = F
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 54.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 54.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 55.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 164.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 67.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 67.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 164.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 57.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 67.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 67.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 81.5
```

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 68.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 68.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 26.19 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.19 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 81.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 70 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 70
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 26.3
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 168.5 : N (2/1)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 168.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 72.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 72.5 : N (2/1)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.3 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 73.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 77.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 87
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 171.5 : N (11/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 171.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 87
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 26.43
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.22 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.22 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.43 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 77.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.79 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.79
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 173
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 171 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 171 : N (1/0)
```

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 173
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 26.13
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 83.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 83.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 52.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 52.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.13 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 165.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 52.5 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 52.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 26
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 56.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.62
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 68 : N (2/1)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 68 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.62 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 56.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26 : Y (7/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 165.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 86.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 77 : Y (6/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 77
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 54 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 54 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 59
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | GENDER = M
```

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 75
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.36 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.36 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 75 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | GENDER = F : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 59 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 86.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.52 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.52
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 57
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 169
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 167
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 167
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 169 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 57 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 3.5
| | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 81.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 81.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.71
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.99
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 54
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 166.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 166.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 54 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.99 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.71
```

| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 26.1
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.74
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 52.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 52.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.74 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.1
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 72.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 1
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 26.78 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.78 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 1 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 72.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Eat >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 27.55
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 27.65 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 27.65
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 62
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 84.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 84.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 62 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 175.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 28.68
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 153.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 31.39
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 89 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 89 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 31.39 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 153.5

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 29.51 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 29.51
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 77.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 77.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F : Y (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 160.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 55 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 55 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 160.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 177.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 80.5
|  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 27.59
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 25.32 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 25.32
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 27.2 : Y (6/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 27.2
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 52.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 52.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 2.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 2.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 27.59
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 31.19 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 31.19
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 36.19 : Y (1/0)
```

```
| | | | | | | | | | | | BMI >= 36.19 : N (1/0)
| | | | | | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | | | | | AGE < 57 : Y (7/0)
| | | | | | | | | | AGE >= 57
| | | | | | | | | | | WT < 83 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | WT >= 83 : N (2/0)
| | | | | | | Water >= 0.5
| | | | | | | | Wasteline < 81.5 : Y (5/0)
| | | | | | | | Wasteline >= 81.5
| | | | | | | | | AGE < 60.5
| | | | | | | | | | Hight < 161.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | Hight >= 161.5
| | | | | | | | | | | Hight < 171.5 : Y (10/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 171.5
| | | | | | | | | | | | Hight < 172.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | Hight >= 172.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | AGE >= 60.5 : N (1/0)
| | | | DMFA_MA >= 0.5
| | | | | WT < 87.5
| | | | | | Hight < 169.5
| | | | | | | Eat < 0.5
| | | | | | | | Wasteline < 88.5
| | | | | | | | | AGE < 57.5
| | | | | | | | | | Wasteline < 87.25
| | | | | | | | | | | BMI < 26.03
| | | | | | | | | | | | BMI < 25.77
| | | | | | | | | | | | | Wasteline < 84.5
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 80.5
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5
```

```
| | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 70.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 70.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 80.5
| | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 83.5 : Y (7/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 83.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 67.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 24.62 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.62 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 67.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 84.5
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.29 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.29
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.77 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.03
| | | | | | | | | | | | | | | Hight < 156
| | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | Water < 0.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Water >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 156 : Y (9/0)
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 87.25 : Y (5/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 57.5 : Y (8/0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 88.5
| | | | | | | | | | | | WT < 68 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | WT >= 68
| | | | | | | | | | | | | Hight < 155.5 : Y (2/0)
```

```
| | | | | | | | | | Hight >= 155.5
| | | | | | | | | | | Hight < 156.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 156.5
| | | | | | | | | | | | GENDER = M
| | | | | | | | | | | | | AGE < 52.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 52.5
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 89.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 89.5
| | | | | | | | | | | | | | | Hight < 163.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 163.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | GENDER = F : Y (2/0)
| | | | | | | Eat >= 0.5 : N (2/0)
| | | | | | Hight >= 169.5
| | | | | | | AGE < 59
| | | | | | | | WT < 71.5
| | | | | | | | | WT < 67.5
| | | | | | | | | | Water < 0.5
| | | | | | | | | | | AGE < 53 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | AGE >= 53 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | Water >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | WT >= 67.5
| | | | | | | | | | BMI < 22.62 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 22.62
| | | | | | | | | | | AGE < 54.5 : N (12/0)
| | | | | | | | | | | AGE >= 54.5
| | | | | | | | | | | | AGE < 56.5
| | | | | | | | | | | | | BMI < 23.95 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.95 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | AGE >= 56.5 : N (3/0)
| | | | | | | | WT >= 71.5
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 54.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 176
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 86 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 86 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5 : Y (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 176
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 23.8 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 23.8 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 54.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 24.61 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 24.61
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 83.5 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 83.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 26.23 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 26.23 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  AGE >= 59 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  WT >= 87.5 : Y (1/0)
|  |  |  Wasteline >= 91.5
|  |  |  |  DMFA_MA < 0.5
|  |  |  |  Water < 0.5
|  |  |  |  |  Wasteline < 109.5
|  |  |  |  |  |  Hight < 149.5 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  Hight >= 149.5
|  |  |  |  |  |  |  Fat < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 94.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 25.14 : N (7/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 25.14
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 71.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 161
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 54.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 54.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 153 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 153
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 156.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 156.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 158.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 158.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 161 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 71.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 2.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 74.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 28.38
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 92.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 72.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 72.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 25.88 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 25.88 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 92.5 : Y (6/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 28.38 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 74.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 55.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 161 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 161
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 0.5
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 52.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 79
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 174 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 174 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 79 : Y (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 52.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 54.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 92.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 82 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 82 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 92.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 54.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 54
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 79.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 77 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 77 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 79.5 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 54 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 55.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 83 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 83 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 2.5 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 157 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 157
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 65 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 65 : Y (2/0)
```

```
|   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 94.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 68.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 95.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT < 77.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE < 1.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 52 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 52 : N (3/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE >= 1.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT < 73
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 168.5 : Y (4/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 168.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT >= 73 : Y (3/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT >= 77.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT < 81.5 : Y (7/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT >= 81.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Fat < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE < 2.5 : Y (4/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE >= 2.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Fat >= 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 54.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 51
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 28.26 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 28.26 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 51 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 54.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 95.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 32.83
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 99.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 166
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 155.5 : N (3/0)
```

```
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 155.5
| | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 159 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 159
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 29.2 : N (7/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 29.2
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 78.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 78.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 30.11 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 30.11 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | Hight >= 166
| | | | | | | | | | | | | | | BMI < 27.54
| | | | | | | | | | | | | | | | WT < 87
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 178.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 178.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5 : Y (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 87 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 27.54
| | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 169.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 97.5 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 97.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 169.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 86 : N (4/0)
```

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 86
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 53
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 97.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 176.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 176.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 97.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 53 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 99.5
| | | | | | | | | | | | | | | Hight < 160 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 160
| | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 100.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 83
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 52 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 52
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 53.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 53.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat < 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 83 : Y (9/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 100.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 28.71
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 76 : N (1/0)
```

```
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 76
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : Y (6/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 28.71
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 101.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 101.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 83.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 83.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight < 171.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 105.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 105.5 : N (2/1)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Hight >= 171.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT < 91.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 91.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | BMI >= 32.83
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5 : Y (9/0)
| | | | | | | | | | AGE >= 68.5
| | | | | | | | | | | Hight < 154 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 154
| | | | | | | | | | | | WT < 73.5
| | | | | | | | | | | | | Wasteline < 101 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 101 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | WT >= 73.5 : N (6/0)
| | | | | | | | Fat >= 1.5
| | | | | | | | | WT < 76.5
| | | | | | | | | | GENDER = M : Y (1/0)
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 0.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 0.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 76.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  Wasteline >= 109.5
|  |  |  |  |  |  |  AGE < 58
|  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 33.13
|  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 3.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 29.03 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 29.03
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 85.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 85.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 30.8 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 30.8
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 166.5 : N (2/1)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 166.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 1.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 3.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 33.13 : N (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  AGE >= 58 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  Water >= 0.5
|  |  |  |  |  |  Fat < 0.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5 : Y (10/0)
|  |  |  |  DMFA_MA >= 0.5
|  |  |  |  |  EXERCISE < 0.5
|  |  |  |  |  |  Hight < 176 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  Hight >= 176 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  EXERCISE >= 0.5
|  |  |  |  |  |  AGE < 54.5
```

```
| | | | | | | WT < 79.5
| | | | | | | | Water < 0.5
| | | | | | | | | Wasteline < 92.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | Wasteline >= 92.5
| | | | | | | | | | Hight < 162 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | Hight >= 162
| | | | | | | | | | | Hight < 164.5 : N (2/1)
| | | | | | | | | | | Hight >= 164.5 : N (2/0)
| | | | | | | | Water >= 0.5 : N (2/0)
| | | | | | | WT >= 79.5 : Y (14/0)
| | | | | | AGE >= 54.5 : Y (12/0)
| DM >= 0.5
| | Wasteline < 86.5
| | | AGE < 51.5
| | | | BMI < 26.06
| | | | | Hight < 176
| | | | | | Hight < 172.5
| | | | | | | WT < 54.5 : Y (3/0)
| | | | | | | WT >= 54.5
| | | | | | | | Eat < 0.5
| | | | | | | | | Wasteline < 73.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | Wasteline >= 73.5
| | | | | | | | | | BMI < 21.42 : N (3/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 21.42
| | | | | | | | | | | Hight < 154.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 154.5
| | | | | | | | | | | | WT < 73.5
| | | | | | | | | | | | | Hight < 168.5
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 83
| | | | | | | | | | | | | | | Hight < 155.5 : N (1/0)
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 155.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 78.5 : Y (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 78.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 58.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 58.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 68.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 24.08
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 79.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 79.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA < 0.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA >= 0.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 0.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 24.08 : Y (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 68.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 83 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 168.5 : Y (4/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 73.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  Eat >= 0.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  Hight >= 172.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  Hight >= 176 : Y (3/0)
|  |  |  |  BMI >= 26.06 : Y (7/0)
|  |  |  AGE >= 51.5
|  |  |  |  Wasteline < 69.5 : N (9/0)
|  |  |  |  Wasteline >= 69.5
|  |  |  |  |  WT < 56.5
|  |  |  |  |  |  EXERCISE < 2.5
|  |  |  |  |  |  |  BMI < 20.48 : N (12/0)
|  |  |  |  |  |  |  BMI >= 20.48
|  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M : N (5/0)
```

| | | | | | | | GENDER = F
| | | | | | | | | AGE < 54
| | | | | | | | | | DM < 1.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | DM >= 1.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | AGE >= 54 : N (5/0)
| | | | | | EXERCISE >= 2.5
| | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | AGE < 66 : N (3/0)
| | | | | | | | AGE >= 66
| | | | | | | | | Hight < 157.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | Hight >= 157.5 : Y (1/0)
| | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : Y (2/0)
| | | | | WT >= 56.5
| | | | | | Hight < 159.5
| | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | Wasteline < 75.5 : N (1/0)
| | | | | | | | Wasteline >= 75.5
| | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5 : Y (5/0)
| | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : Y (6/0)
| | | | | | Hight >= 159.5
| | | | | | | BMI < 24.76
| | | | | | | | Hight < 169.5
| | | | | | | | | WT < 65.5
| | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | | BMI < 23.51
| | | | | | | | | | | | AGE < 57.5
| | | | | | | | | | | | | WT < 60.5
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 74
| | | | | | | | | | | | | | | WT < 57.5 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 57.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 74 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 60.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 57.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | BMI >= 23.51 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | | | | | | BMI < 23.17
| | | | | | | | | | | | AGE < 55 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | | AGE >= 55
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 2
| | | | | | | | | | | | | | WT < 59.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 59.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 2 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 23.17
| | | | | | | | | | | | AGE < 55 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | AGE >= 55
| | | | | | | | | | | | | BMI < 24.22 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | | | BMI >= 24.22
| | | | | | | | | | | | | | GENDER = M : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | GENDER = F : N (1/0)
| | | | | | | | | WT >= 65.5 : N (5/0)
| | | | | | | | Hight >= 169.5
| | | | | | | | Hight < 174.5
| | | | | | | | | BMI < 24.1 : N (16/0)
| | | | | | | | | BMI >= 24.1
| | | | | | | | | | EXERCISE < 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | EXERCISE >= 0.5 : N (3/0)
| | | | | | | | Hight >= 174.5
| | | | | | | | | WT < 65.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | WT >= 65.5

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 179
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 57.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 177 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 177
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DM < 1.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DM >= 1.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 57.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 179 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  BMI >= 24.76
|  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 79.5 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 79.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 66 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 66
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 56.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 56.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 84 : Y (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 84
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 26.04 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 26.04 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA >= 0.5 : Y (5/0)
|  |  Wasteline >= 86.5
|  |  |  BMI < 26.1
|  |  |  |  Hight < 174
|  |  |  |  |  Eat < 0.5
|  |  |  |  |  |  BMI < 21.16 : Y (5/0)
|  |  |  |  |  |  BMI >= 21.16
|  |  |  |  |  |  |  BMI < 24.34
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 3.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 1.5
```

```
| | | | | | | | | | BMI < 22.23
| | | | | | | | | | | WT < 59 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | WT >= 59 : N (1/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 22.23
| | | | | | | | | | | AGE < 56.5 : N (7/0)
| | | | | | | | | | | AGE >= 56.5
| | | | | | | | | | | | AGE < 62 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | AGE >= 62 : N (2/0)
| | | | | | | | | Fat >= 1.5
| | | | | | | | | | AGE < 51.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | AGE >= 51.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | EXERCISE >= 3.5 : Y (1/0)
| | | | | | | BMI >= 24.34
| | | | | | | | Hight < 156.75
| | | | | | | | | Water < 0.5 : Y (7/0)
| | | | | | | | | Water >= 0.5
| | | | | | | | | | Hight < 151.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | Hight >= 151.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | Hight >= 156.75
| | | | | | | | | Hight < 168.5
| | | | | | | | | | Fat < 0.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | | Fat >= 0.5
| | | | | | | | | | | Hight < 166.5
| | | | | | | | | | | | BMI < 25.49 : Y (9/0)
| | | | | | | | | | | | BMI >= 25.49
| | | | | | | | | | | | | AGE < 67.5 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 67.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | Hight >= 166.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | Hight >= 168.5
| | | | | | | | | | EXERCISE < 3.5 : Y (6/0)
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 3.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  Eat >= 0.5 : N (2/0)
|  |  |  |  Hight >= 174 : Y (5/0)
|  |  |  BMI >= 26.1
|  |  |  |  AGE < 68
|  |  |  |  |  BMI < 26.5 : Y (7/0)
|  |  |  |  |  BMI >= 26.5
|  |  |  |  |  |  DM < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  WT < 86
|  |  |  |  |  |  |  |  DMFA_MA < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 62.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 62.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 63
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 166.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 96.5 : Y (6/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 96.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 32.68 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 32.68 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : Y (11/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 166.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 58.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 57
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 26.78 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 26.78
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 96.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 96.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 57 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 58.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 63 : N (1/0)
```

| | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : Y (26/0)
| | | | | | | WT >= 86
| | | | | | | | WT < 93.5
| | | | | | | | | EXERCISE < 2.5
| | | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | | | | Water < 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | Water >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : N (4/0)
| | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | WT >= 93.5 : Y (5/0)
| | | | | | DM >= 1.5
| | | | | | | EXERCISE < 0.5 : Y (3/0)
| | | | | | | EXERCISE >= 0.5
| | | | | | | | WT < 74
| | | | | | | | | AGE < 53 : N (2/0)
| | | | | | | | | AGE >= 53
| | | | | | | | | | Hight < 157 : N (3/0)
| | | | | | | | | | Hight >= 157 : Y (1/0)
| | | | | | | | WT >= 74
| | | | | | | | | EXERCISE < 2.5 : Y (6/0)
| | | | | | | | | EXERCISE >= 2.5
| | | | | | | | | | Hight < 156.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | Hight >= 156.5
| | | | | | | | | | | WT < 78.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | WT >= 78.5 : N (2/0)
| | | | AGE >= 68 : Y (14/0)
Urine >= 0.5
| WT < 64.5
| | WT < 58.5
| | | Hight < 160.5

```
|  |  |  |  BMI < 25.63
|  |  |  |  |  AGE < 58
|  |  |  |  |  |  Water < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  BMI < 21.19
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  DM < 0.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  DM >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 77.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 77.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  BMI >= 21.19 : N (6/0)
|  |  |  |  |  |  Water >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  BMI < 25.06
|  |  |  |  |  |  |  |  WT < 47.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 47.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 19.25 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 19.25
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 51.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DM < 0.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  DM >= 0.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 51.5 : Y (6/0)
|  |  |  |  |  |  |  BMI >= 25.06 : N (1/0)
|  |  |  |  |  AGE >= 58
|  |  |  |  |  |  BMI < 24.15 : N (12/0)
|  |  |  |  |  |  BMI >= 24.15
|  |  |  |  |  |  |  WT < 57 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  WT >= 57 : N (1/0)
|  |  |  |  BMI >= 25.63 : Y (5/0)
```

```
|   |   |   Hight >= 160.5
|   |   |   |   Wasteline < 93
|   |   |   |   |   BMI < 21.83
|   |   |   |   |   |   Water < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   BMI < 19.02
|   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 54.5 : N (5/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 54.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE < 3.5 : Y (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   EXERCISE >= 3.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   BMI >= 19.02 : N (18/0)
|   |   |   |   |   |   Water >= 0.5
|   |   |   |   |   |   |   DM < 1.5
|   |   |   |   |   |   |   |   Hight < 168.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 75.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Eat < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT < 56 : N (3/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   WT >= 56
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline < 72.5 : Y (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 72.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Eat >= 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   DMFA_MA < 0.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE < 52.5
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI < 21.22 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   BMI >= 21.22 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   AGE >= 52.5 : N (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   DMFA_MA >= 0.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   Wasteline >= 75.5 : N (5/0)
|   |   |   |   |   |   |   |   |   Hight >= 168.5 : N (2/0)
|   |   |   |   |   |   |   DM >= 1.5 : Y (1/0)
|   |   |   |   |   BMI >= 21.83 : N (5/0)
```

```
|  |  |  |  Wasteline >= 93 : Y (2/0)
|  |  WT >= 58.5
|  |  |  Wasteline < 88.5
|  |  |  |  Hight < 156.5
|  |  |  |  |  EXERCISE < 3 : Y (7/0)
|  |  |  |  |  EXERCISE >= 3 : N (1/0)
|  |  |  |  Hight >= 156.5
|  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  Fat < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  AGE < 59
|  |  |  |  |  |  |  |  DM < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 0.5 : N (3/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 83.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 55.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 51.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 81.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Water < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 59.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 59.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 0.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 60.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 22.31 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 22.31 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 60.5 : N (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Water >= 0.5 : N (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 81.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 51.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 23.68
```

| | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 76.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 76.5
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 80 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 80
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 23.34 : Y (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.34 : N (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | BMI >= 23.68 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 55.5 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 83.5
| | | | | | | | | | | | Wasteline < 87.5 : N (6/0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 87.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | DM >= 0.5
| | | | | | | | | | Fat < 0.5
| | | | | | | | | | GENDER = M
| | | | | | | | | | | BMI < 23.1 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 23.1 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | GENDER = F : Y (2/0)
| | | | | | | | | | Fat >= 0.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | AGE >= 59 : Y (1/0)
| | | | | | | Fat >= 1.5 : Y (2/0)
| | | | | | EXERCISE >= 1.5
| | | | | | | Wasteline < 65 : Y (1/0)
| | | | | | | Wasteline >= 65
| | | | | | | | Wasteline < 77
| | | | | | | | | Fat < 0.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | Fat >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | Wasteline >= 77 : N (14/0)
| | | | Wasteline >= 88.5
| | | | | WT < 63.5 : Y (8/0)
| | | | | WT >= 63.5

```
|  |  |  |  |  Eat < 0.5 : Y (2/0)
|  |  |  |  |  Eat >= 0.5 : N (1/0)
|  WT >= 64.5
|  |  Wasteline < 89.5
|  |  |  BMI < 23.29
|  |  |  |  DM < 0.5 : N (15/0)
|  |  |  |  DM >= 0.5 : Y (2/0)
|  |  |  BMI >= 23.29
|  |  |  |  DM < 0.5
|  |  |  |  |  Hight < 173.5
|  |  |  |  |  |  AGE < 65.5
|  |  |  |  |  |  |  Hight < 167.5
|  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 88.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 55.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 23.96 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 23.96
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 52.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 157 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 157
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 161.5 : Y (5/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 161.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 72
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 69
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 80.5 : N (2/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 80.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 66.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 66.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 0.5 : Y (1/0)
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5 : N (1/0)
```

| | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : Y (7/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | WT >= 69 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 72
| | | | | | | | | | | | | | | WT < 74 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 74
| | | | | | | | | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 27.33 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 27.33 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | AGE >= 52.5 : Y (13/0)
| | | | | | | | | AGE >= 55.5
| | | | | | | | | | BMI < 25.09 : N (3/0)
| | | | | | | | | | BMI >= 25.09
| | | | | | | | | | | BMI < 25.72 : Y (4/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 25.72
| | | | | | | | | | | | Hight < 156.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | Hight >= 156.5
| | | | | | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5 : N (5/0)
| | | | | | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | Wasteline >= 88.5
| | | | | | | | | Hight < 165.5 : N (7/0)
| | | | | | | | | Hight >= 165.5 : Y (1/0)
| | | | | | | Hight >= 167.5
| | | | | | | | WT < 78.5
| | | | | | | | | Wasteline < 78 : Y (2/0)
| | | | | | | | | Wasteline >= 78
| | | | | | | | | | BMI < 25.52
| | | | | | | | | | | Wasteline < 80.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | Wasteline >= 80.5
| | | | | | | | | | | | AGE < 51.5

| | | | | | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5
| | | | | | | | | | | | | | | WT < 73.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 73.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | AGE >= 51.5
| | | | | | | | | | | | | | WT < 73.5 : N (8/0)
| | | | | | | | | | | | | | WT >= 73.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | BMI >= 25.52 : N (6/0)
| | | | | | | | | WT >= 78.5 : Y (3/0)
| | | | | | | AGE >= 65.5 : Y (3/0)
| | | | | | Hight >= 173.5 : Y (4/0)
| | | | | DM >= 0.5
| | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | BMI < 24.58
| | | | | | | | Wasteline < 83.5 : Y (3/0)
| | | | | | | | Wasteline >= 83.5
| | | | | | | | | Fat < 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | Fat >= 0.5 : N (2/0)
| | | | | | | BMI >= 24.58 : Y (15/0)
| | | | | | EXERCISE >= 1.5
| | | | | | | AGE < 55
| | | | | | | | AGE < 52
| | | | | | | | | Wasteline < 79.5 : N (1/0)
| | | | | | | | | Wasteline >= 79.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | AGE >= 52 : N (3/0)
| | | | | | | AGE >= 55 : Y (4/0)
| | Wasteline >= 89.5
| | | BMI < 24.06 : N (2/0)

| | | BMI >= 24.06
| | | | Hight < 173.5
| | | | | WT < 89.5
| | | | | | AGE < 58.5
| | | | | | | BMI < 26.87
| | | | | | | | EXERCISE < 0.5
| | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5 : Y (2/0)
| | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : N (1/0)
| | | | | | | | EXERCISE >= 0.5 : Y (23/0)
| | | | | | | BMI >= 26.87
| | | | | | | | Wasteline < 91.5
| | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | | | Fat < 1.5
| | | | | | | | | | | AGE < 52
| | | | | | | | | | | | WT < 68 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | WT >= 68 : Y (2/0)
| | | | | | | | | | | AGE >= 52 : N (4/0)
| | | | | | | | | | Fat >= 1.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : Y (1/0)
| | | | | | | | Wasteline >= 91.5
| | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | | | Water < 0.5
| | | | | | | | | | | | Wasteline < 95
| | | | | | | | | | | | | BMI < 29.75 : N (1/0)
| | | | | | | | | | | | | BMI >= 29.75 : Y (1/0)
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 95 : N (3/0)
| | | | | | | | | | | Water >= 0.5
| | | | | | | | | | | | DMFA_MA < 0.5
| | | | | | | | | | | | | BMI < 29.51 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | BMI >= 29.51 : Y (1/0)

| | | | | | | | | | | | DMFA_MA >= 0.5 : Y (3/0)

| | | | | | | | | | AGE >= 51.5

| | | | | | | | | | | AGE < 54.5 : Y (13/0)

| | | | | | | | | | | AGE >= 54.5

| | | | | | | | | | | | BMI < 27.29

| | | | | | | | | | | | | BMI < 26.99 : N (2/1)

| | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.99 : N (1/0)

| | | | | | | | | | | | BMI >= 27.29 : Y (8/0)

| | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : Y (17/0)

| | | | | | AGE >= 58.5 : Y (11/0)

| | | | | WT >= 89.5

| | | | | | AGE < 58

| | | | | | | Water < 0.5 : Y (2/0)

| | | | | | | Water >= 0.5

| | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : N (5/0)

| | | | | | | | EXERCISE >= 1.5

| | | | | | | | | BMI < 35.16 : N (1/0)

| | | | | | | | | BMI >= 35.16 : Y (1/0)

| | | | | | AGE >= 58 : Y (5/0)

| | | | Hight >= 173.5 : Y (13/0)

Size of the tree : 1925

Time taken to build model: 0.16 seconds

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	2988	99.6 %
Incorrectly Classified Instances	12	0.4 %
Kappa statistic	0.9917	
Mean absolute error	0.004	

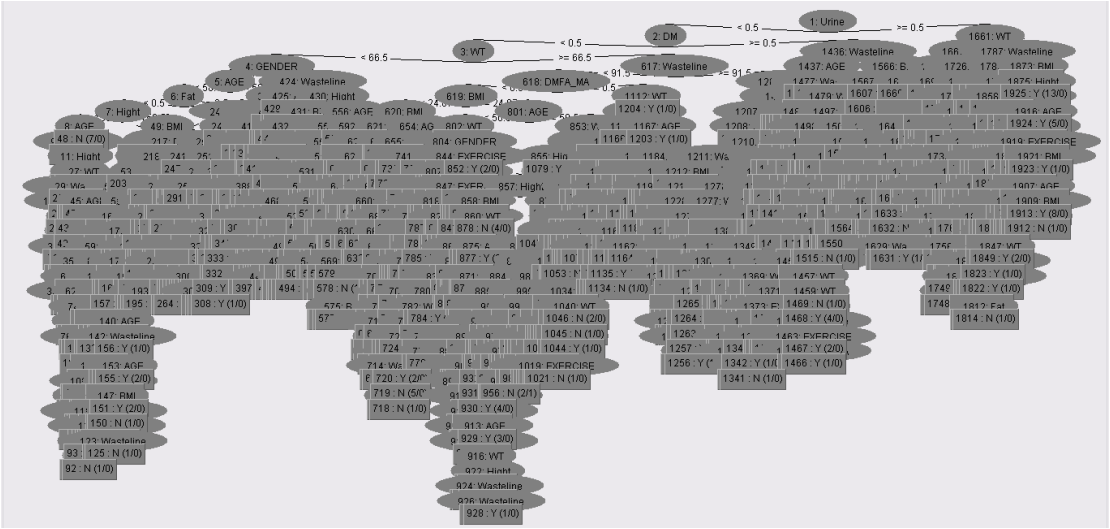
Root mean squared error	0.0447
Relative absolute error	0.831 %
Root relative squared error	9.1163 %
Total Number of Instances	3000

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	1	0.01	0.993	1	0.997	1	N
	0.99	0	1	0.99	0.995	1	Y
Weighted Avg.	0.996	0.006	0.996	0.996	0.996	1	

=== Confusion Matrix ===

```
   a    b   <-- classified as
1790    0 |    a = N
  12 1198 |    b = Y
```



ภาพที่ 13 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ RandomTree

Scheme: weka.classifiers.trees.REPTree -M 2 -V 0.0010 -N 3 -S 1 -L -1

Relation: รวมsort_tr_3000_14var

Instances: 3000

Attributes: 14

GENDER

AGE

DMFA_MA

DM

Fat

Water

Urine

Eat

EXERCISE

WT

Hight

BMI

Wasteline

RiskDM

Test mode: evaluate on training data

=== Classifier model (full training set) ===

REPTree

==========

BMI < 24.76

| BMI < 24.13

| | DM < 0.5

| | | Water < 0.5

| | | | Eat < 0.5

| | | | | BMI < 19.82 : N (114/8) [59/4]

| | | | | BMI >= 19.82

```
|  |  |  |  |  Hight < 153.5 : N (46/16) [14/3]
|  |  |  |  |  Hight >= 153.5
|  |  |  |  |  |  DMFA_MA < 0.5 : N (493/67) [265/59]
|  |  |  |  |  |  DMFA_MA >= 0.5
|  |  |  |  |  |  |  WT < 55.5 : N (8/0) [5/4]
|  |  |  |  |  |  |  WT >= 55.5
|  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 21.92
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 20.37 : N (4/0) [6/1]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 20.37
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat < 0.5 : N (14/6) [5/1]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Fat >= 0.5 : Y (4/0) [5/2]
|  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 21.92 : N (44/8) [24/7]
|  |  |  |  Eat >= 0.5 : N (12/6) [4/0]
|  |  |  Water >= 0.5 : N (110/31) [56/13]
|  |  DM >= 0.5 : N (112/40) [68/24]
|  BMI >= 24.13
|  |  WT < 52 : Y (3/0) [1/0]
|  |  WT >= 52
|  |  |  Hight < 164.5
|  |  |  |  Hight < 159.5
|  |  |  |  |  DM < 0.5
|  |  |  |  |  |  Hight < 155.5 : N (8/0) [3/0]
|  |  |  |  |  |  Hight >= 155.5
|  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5 : Y (5/1) [1/0]
|  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : N (9/1) [1/0]
|  |  |  |  |  DM >= 0.5 : Y (8/1) [4/1]
|  |  |  |  Hight >= 159.5 : N (31/4) [10/3]
|  |  |  Hight >= 164.5
|  |  |  |  AGE < 53.5
|  |  |  |  |  Fat < 0.5
```

```
|  |  |  |  |  |  AGE < 52.5
|  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5 : N (19/8) [12/3]
|  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5
|  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 51.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  WT < 70.5 : Y (3/0) [7/4]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  WT >= 70.5 : N (4/1) [1/0]
|  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 51.5 : Y (7/0) [3/1]
|  |  |  |  |  |  AGE >= 52.5 : N (4/0) [5/1]
|  |  |  |  |  Fat >= 0.5
|  |  |  |  |  |  Hight < 166.5
|  |  |  |  |  |  |  EXERCISE < 1.5 : Y (4/1) [3/1]
|  |  |  |  |  |  |  EXERCISE >= 1.5 : N (3/0) [0/0]
|  |  |  |  |  |  Hight >= 166.5 : N (22/1) [11/5]
|  |  |  |  AGE >= 53.5
|  |  |  |  |  Urine < 0.5
|  |  |  |  |  |  WT < 77.5
|  |  |  |  |  |  |  BMI < 24.57 : Y (17/4) [7/3]
|  |  |  |  |  |  |  BMI >= 24.57 : N (11/4) [6/1]
|  |  |  |  |  |  WT >= 77.5 : N (3/0) [0/0]
|  |  |  |  |  Urine >= 0.5 : Y (6/0) [1/0]
BMI >= 24.76
|  DMFA_MA < 0.5
|  |  DM < 0.5
|  |  |  Urine < 0.5
|  |  |  |  Water < 0.5
|  |  |  |  |  Wasteline < 74.5
|  |  |  |  |  |  BMI < 28.16 : N (9/0) [12/5]
|  |  |  |  |  |  BMI >= 28.16 : Y (3/1) [1/0]
|  |  |  |  |  Wasteline >= 74.5
|  |  |  |  |  |  Wasteline < 111
```

```
| | | | | | | BMI < 31.21
| | | | | | | | AGE < 51.5
| | | | | | | | | WT < 68.5
| | | | | | | | | | Wasteline < 91 : Y (20/1) [8/5]
| | | | | | | | | | Wasteline >= 91 : N (4/2) [3/0]
| | | | | | | | | WT >= 68.5
| | | | | | | | | | BMI < 25.71
| | | | | | | | | | | Wasteline < 86.5
| | | | | | | | | | | | WT < 71 : N (5/1) [3/2]
| | | | | | | | | | | | WT >= 71 : Y (4/1) [3/1]
| | | | | | | | | | | Wasteline >= 86.5 : N (7/0) [4/1]
| | | | | | | | | | BMI >= 25.71
| | | | | | | | | | | Hight < 167.5
| | | | | | | | | | | | BMI < 25.79 : Y (4/0) [2/1]
| | | | | | | | | | | | BMI >= 25.79
| | | | | | | | | | | | | WT < 78
| | | | | | | | | | | | | | AGE < 50.5
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5 : N (6/1) [3/1]
| | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : Y (10/3) [3/1]
| | | | | | | | | | | | | | AGE >= 50.5 : N (15/2) [5/2]
| | | | | | | | | | | | | WT >= 78 : Y (3/0) [2/1]
| | | | | | | | | | | Hight >= 167.5
| | | | | | | | | | | | WT < 77 : Y (7/0) [4/1]
| | | | | | | | | | | | WT >= 77
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | | | | | Hight < 175.5 : Y (15/7) [9/3]
| | | | | | | | | | | | | | Hight >= 175.5 : N (2/0) [1/0]
| | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : Y (10/1) [6/3]
| | | | | | | | AGE >= 51.5
| | | | | | | | | Wasteline < 105.5
```

```
| | | | | | | | | | Hight < 163.5
| | | | | | | | | | | AGE < 54.5 : N (41/7) [20/6]
| | | | | | | | | | | AGE >= 54.5
| | | | | | | | | | | | Wasteline < 77.25 : N (6/1) [1/1]
| | | | | | | | | | | | Wasteline >= 77.25
| | | | | | | | | | | | | BMI < 26.2
| | | | | | | | | | | | | | BMI < 25.71
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline < 89.5
| | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 63 : Y (8/3) [8/3]
| | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 63 : N (3/0) [1/0]
| | | | | | | | | | | | | | | Wasteline >= 89.5 : Y (4/0) [3/2]
| | | | | | | | | | | | | | BMI >= 25.71 : Y (6/0) [1/0]
| | | | | | | | | | | | | BMI >= 26.2
| | | | | | | | | | | | | | WT < 70.5
| | | | | | | | | | | | | | | WT < 58 : Y (2/0) [1/0]
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 58
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI < 27.35 : N (12/1) [9/3]
| | | | | | | | | | | | | | | | BMI >= 27.35
| | | | | | | | | | | | | | | | | AGE < 57 : Y (5/0) [2/0]
| | | | | | | | | | | | | | | | | AGE >= 57
| | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE < 1.5
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | GENDER = M : N (2/0) [0/0]
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | GENDER = F : Y (6/2) [1/0]
| | | | | | | | | | | | | | | | | | EXERCISE >= 1.5 : N (4/0) [4/1]
| | | | | | | | | | | | | | | WT >= 70.5 : Y (14/4) [7/1]
| | | | | | | | | | Hight >= 163.5
| | | | | | | | | | | Wasteline < 85.8 : Y (38/9) [23/12]
| | | | | | | | | | | Wasteline >= 85.8
| | | | | | | | | | | | AGE < 69
| | | | | | | | | | | | | Hight < 170.25
```

```
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight < 169.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 56.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE < 52.5 : N (17/5) [11/4]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 52.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = M
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline < 92.5
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI < 27.55 : Y (15/6) [2/0]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 27.55 : N (4/0) [6/2]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 92.5 : Y (8/1) [4/1]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  GENDER = F : Y (5/0) [1/1]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 56.5 : N (15/4) [4/1]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 169.5 : N (13/2) [7/1]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Hight >= 170.25 : Y (50/21) [23/8]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  AGE >= 69 : N (3/0) [1/1]
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 105.5 : N (4/0) [0/0]
|  |  |  |  |  |  |  |  BMI >= 31.21 : Y (32/9) [14/5]
|  |  |  |  |  |  |  Wasteline >= 111 : N (4/0) [5/2]
|  |  |  |  Water >= 0.5 : Y (31/7) [18/0]
|  |  |  Urine >= 0.5
|  |  |  |  Wasteline < 76 : N (3/0) [1/0]
|  |  |  |  Wasteline >= 76
|  |  |  |  |  BMI < 26.8 : Y (40/6) [16/4]
|  |  |  |  |  BMI >= 26.8
|  |  |  |  |  |  Wasteline < 90.5 : N (25/11) [5/2]
|  |  |  |  |  |  Wasteline >= 90.5 : Y (34/8) [13/2]
|  |  DM >= 0.5 : Y (101/22) [50/15]
|  DMFA_MA >= 0.5 : Y (193/37) [82/18]

Size of the tree : 155

Time taken to build model: 0.22 seconds
```

=== Evaluation on training set ===

=== Summary ===

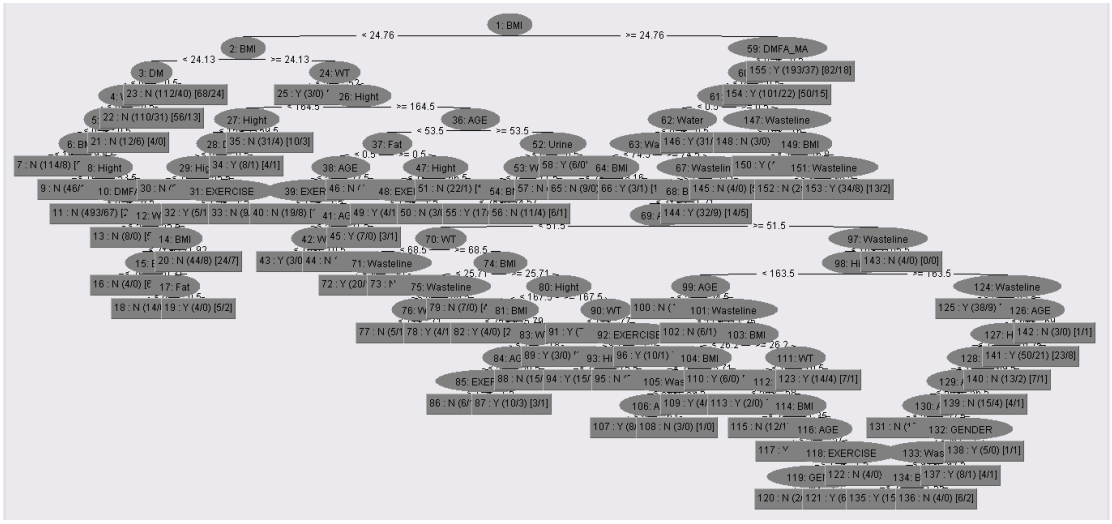
Correctly Classified Instances	2342	78.0667 %
Incorrectly Classified Instances	658	21.9333 %
Kappa statistic	0.5352	
Mean absolute error	0.326	
Root mean squared error	0.4037	
Relative absolute error	67.7299 %	
Root relative squared error	82.2992 %	
Total Number of Instances	3000	

=== Detailed Accuracy By Class ===

	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
	0.857	0.332	0.792	0.857	0.823	0.817	N
	0.668	0.143	0.759	0.668	0.711	0.817	Y
Weighted Avg.	0.781	0.256	0.779	0.781	0.778	0.817	

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
1534	256	a = N
402	808	b = Y



ภาพที่ 14 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ REPTree

ภาพที่ 8 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ ADTree 44
ภาพที่ 9 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ ADTree 58
ภาพที่ 10 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ LADTree 63
ภาพที่ 11 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ LMT 69
ภาพที่ 12 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ NBTree 73
ภาพที่ 13 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ RandomTree 143
ภาพที่ 14 โครงสร้างต้นไม้การตัดสินใจ แบบ REPTree 151

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล : ผศ.ดร.สุดาใจ โล่ห์วนิชชัย (Mrs. Sudajai Lowanichchai)

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน : 3-4099-0036-0258

3. ตำแหน่งปัจจุบัน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โปรแกรมวิชาวิทยาการสารสนเทศ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราสีมา

4. หน่วยงานและสถานที่ที่ติดต่อได้สะดวก :
โปรแกรมวิชาวิทยาการสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา 340 ถนน สุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

5. E-mail: sudajai@hotmail.com

6. ประวัติการศึกษา :
ปริญญาตรี : วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า) มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปริญญาโท : วศ.ม. (วิศวกรรมไฟฟ้าและระบบ), มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ปริญญาเอก : ปร.ด. (วิศวกรรมแหล่งน้ำและทรัพยากร), มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

7. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) :
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศ :

พ.ศ. 2554 หัวหน้าโครงการวิจัย “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจอิงฐานความรู้สำหรับวิเคราะห์ภาวะการเป็นโรคเบาหวานของผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ”

พ.ศ. 2553 หัวหน้าโครงการวิจัย “การศึกษาปัญหาสภาพและความต้องการเกี่ยวกับการบริหารงบประมาณของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา”

พ.ศ. 2552 นักวิจัยในโครงการ “การวิเคราะห์ประเมินผลการปฏิบัติการฝนหลวง กรณีศึกษา: การประเมินน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศบริเวณภาพตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย”

9. ผลงานตีพิมพ์ :

หนังสือ สุดาใจ โล่ห์วนิชชัย (2541), “ตำรา ภาษาแอสเซมบลีสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ตระกูล 8068” โปรแกรมวิชาวิทยาการสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา

วารสารวิชาการในระดับนานาชาติ Uruya Weesakul,Sudajai Lowanichchai,(2005) Rainfall Forecast for Agricultural WaterAllocation Planning in Thailand”, ThammasatI nt. J. Sc. Tech.,V ol. 10, No. 3, July-September 2005.

Lowanichchai, S., Weesakul, U., Chatdarong, V., Chumchean, S. (2010). “Application of the Multi-resolution Viscous Alignment (MVA) Technique on Hourly Radar Rainfall Estimation” Journal ScienceAsia, Vol.36, pages 59-67.

1. **ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย)** นางสาวธิดานุช พุทธสิมมา
   (ภาษาอังกฤษ) Miss Thidanuch Puttasimma

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3-3610-00408-77-1

3. **สถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก** โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ศึกษา และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
   มือถือ 08-5777-5511
   E-mail: ultranamie@gmail.com

4. **ประวัติการศึกษา**
   ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
   ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ** (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   - เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT)
   - ห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain)
   - การพยากรณ์ (Forecast)
   - ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS)
   - โลจิสติกส์ (Logistics)

1. **ชื่อ – นามสกุล (ภาษาไทย)** นางสาวรตวิสา ปาลินทร
(ภาษาอังกฤษ) Miss. Rattawisa Palinton
2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 4-3015-00003-35-2
3. **สถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก** 655 ถ.ราชสีมา-โชคชัย ต.หัวทะเล อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
มือถือ 08-6581-9921
E-mail: nu_neab@hotmail.com

4. **ประวัติการศึกษา**
ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาธุรกิจการเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ** (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
- เศรษฐศาสตร์
- กลยุทธและการวางแผน
- การเงินการธนาคาร