บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานโครงงาน

ในการพัฒนาโครงงานเรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลโรคหัวใจ สำหรับเผยแพร่ข้อมูลผ่านเว็บไซต์ ต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูล และออกแบบนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้เกิดประโยชน์เพื่อวิเคราะห์ และออกแบบ ข้อมูลใหม่ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้และทำให้การพัฒนาโครงงานประสบความสำเร็จลุล่วง ไปได้ ผู้จัดทำจึงได้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคทางดาต้าไมนิ่ง ซึ่งมีกระบวนการวิเคราะห์ที่สำคัญหลายขั้นตอน เมื่อเสร็จสิ้นจากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วจะเป็นการออกแบบเว็บไซต์ในการแสดงผล และบทสรุปจากวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล (Cross Industry Standard Process for Data Mining หรือ CRISP-DM) พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1996 โดยความร่วมมือของ 3 บริษัทคือ Daimler Chrysler, SPSSและ NCR ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล CRISP-DM จะประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

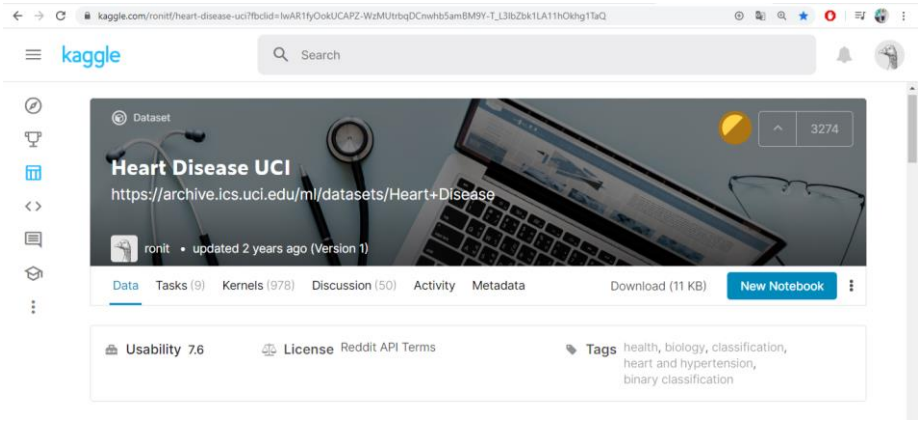
3.1.1 รู้จักและเข้าใจในธุรกิจ (Business understanding) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการที่มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจกระบวนการทางธุรกิจ

ผู้วิเคราะห์ข้อมูลทำความเข้าใจกับปัญหาให้อยู่ในรูปของการวิเคราะห์ข้อมูลทาง Data Mining โดยการวิเคราะห์ข้อมูลโรคหัวใจ ซึ่งมีจำนวนมาก และมีความซับซ้อน ทำให้ไม่สามารถทำความเข้าใจกับข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้ เช่น ต้องการทราบว่าเพศอะไรมีความเสี่ยงหรืออาหารแบบไหนที่จะมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคหัว

3.1.2 สร้างฐานข้อมูลให้ครบ (Data understanding) ขั้นตอนการจัดเก็บและรวบรวมข้อมูลตลอดจนการพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับ โดยเลือกว่าจะใช้ข้อมูลทั้งหมดหรือบางส่วนในการวิเคราะห์ให้สอดรับกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

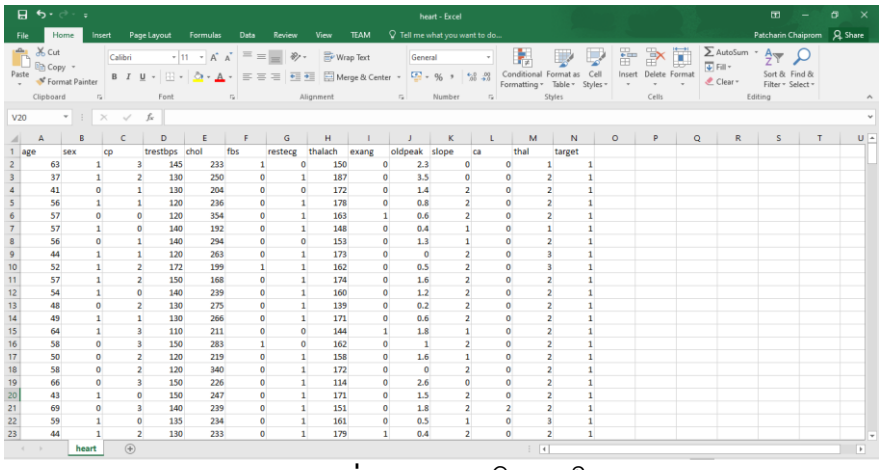
ผู้วิเคราะห์ข้อมูลเริ่มทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลที่ได้ ดูความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูลโรคหัวใจและพิจารณาว่าจะใช้ข้อมูลทั้งหมด หรือจำเป็น

ต้องเลือกข้อมูลบางส่วนมาใช้ในการวิเคราะห์จากเว็บไซต์ https://www.kaggle.com/ ซึ่งเป็นแหล่งรวม Datasets หรือ ชุดข้อมูล สำหรับฝึกสอน Machine Learning ที่ใหญ่ที่สุดในโลกแห่งหนึ่ง



ภาพที่ 3.1 เว็บไซต์ https://www.kaggle.com/

ซึ่งข้อมูลโรคหัวใจ มีจำนวนข้อมูล 303 รายการ ประกอบด้วย 14 แอตทริบิวท์ ประกอบด้วยอายุ เพศ อาการเจ็บหน้าอก ความดันโลหิต ไขมันในเลือด น้ำตาลในเลือด ผลคลื่นไฟฟ้าอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โรคหลอดเลือดหัวใจตีบที่เกิดจากการออกกำลังกาย ภาวะซึมเศร้าความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เส้นเลือดที่เลี้ยงหัวใจ ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดการรักษาคนไข้

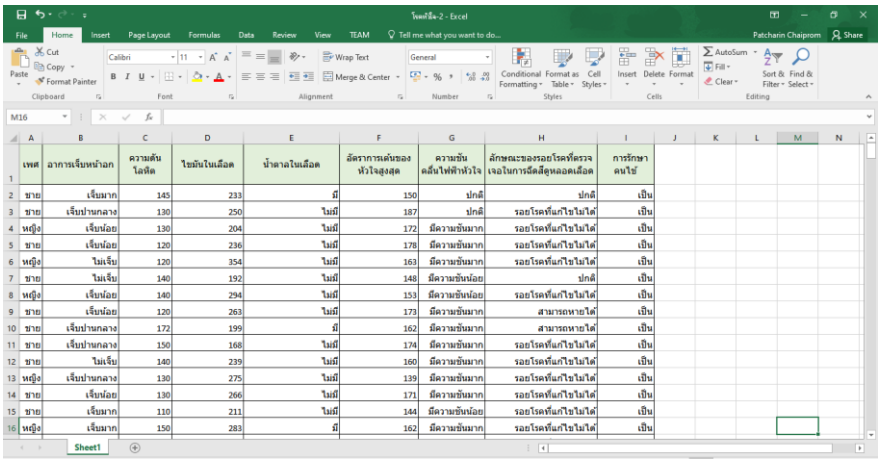


age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target
63	1	3	145	233	1	0	150	0	2.3	0	0	1	1
37	1	2	130	250	0	1	187	0	3.5	0	0	2	1
41	0	1	130	204	0	0	172	0	1.4	2	0	2	1
56	1	1	120	236	0	1	178	0	0.8	2	0	2	1
57	0	0	120	354	0	1	163	1	0.6	2	0	2	1
57	1	0	140	192	0	1	148	0	0.4	1	0	1	1
56	0	1	140	294	0	0	153	0	1.3	1	0	2	1
44	1	1	120	263	0	1	173	0	0	2	0	3	1
52	1	2	172	199	1	1	162	0	0.5	2	0	3	1
57	1	2	150	168	0	1	174	0	1.6	2	0	2	1
54	1	0	140	239	0	1	160	0	1.2	2	0	2	1
48	0	2	130	275	0	1	139	0	0.2	2	0	2	1
49	1	1	130	266	0	1	171	0	0.6	2	0	2	1
64	1	3	110	211	0	0	144	1	1.8	1	0	2	1
58	0	3	150	283	1	0	162	0	1	2	0	2	1
50	0	2	120	219	0	1	158	0	1.6	1	0	2	1
58	0	2	120	340	0	1	172	0	0	2	0	2	1
66	0	3	150	226	0	1	114	0	2.6	0	0	2	1
43	1	0	150	247	0	1	171	0	1.5	2	0	2	1
69	0	3	140	239	0	1	151	0	1.8	2	2	2	1
59	1	0	135	234	0	1	161	0	0.5	1	0	3	1
44	1	2	130	233	0	1	179	1	0.4	2	0	2	1

ภาพที่ 3.2 ข้อมูลโรคหัวใจ

3.1.3 เตรียมข้อมูลให้พร้อมใช้ (Data preparation) ขั้นตอนการแปลงข้อมูลที่ได้รวบรวมมาและเลือกไว้ ให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมสำหรับนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้ โดยใช้กระบวนการ Data cleaning เพื่อให้ได้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบ และมาตรฐานเดียวกัน และกำจัดข้อมูลที่ไม่ใช้ออกโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1.3.1 ทำการคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) คือการคัดเลือกข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิเคราะห์ข้อมูลทำการคัดเลือกข้อมูล ส่วนของการคัดเลือกข้อมูล นายแพทย์ ณัฐยุทธ กนกกวินวงศ์ เป็นแพทย์เฉพาะทางด้านหัวใจ ช่วยพิจารณาด้านข้อมูลและทำการ Data Cleaning ข้อมูลโรคหัวใจ โดยตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออกให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์ในภาพรวม จำนวน 9 แอตทริบิวท์ ได้แก่ เพศ อาการเจ็บหน้าอก ความดันโลหิต ไขมันในเลือด น้ำตาลในเลือด อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด การรักษาคนไข้ โดยใช้ข้อมูลโรคหัวใจ จำนวน 303 รายการซึ่งเป็นข้อมูลที่จำเป็นในการนำไปวิเคราะห์ข้อมูล



เพศ	อาการเจ็บหน้าอก	ความดันโลหิต	ไขมันในเลือด	น้ำตาลในเลือด	อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	ความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด	การรักษาคนไข้
ชาย	เจ็บมาก	145	233	มี	150	ปกติ	ปกติ	เป็น
ชาย	เจ็บปานกลาง	130	250	ไม่มี	187	ปกติ	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
หญิง	เจ็บน้อย	130	204	ไม่มี	172	มีความชันมาก	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
ชาย	เจ็บน้อย	120	236	ไม่มี	178	มีความชันมาก	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
หญิง	ไม่เจ็บ	120	354	ไม่มี	163	มีความชันมาก	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
ชาย	ไม่เจ็บ	140	192	ไม่มี	148	มีความชันน้อย	ปกติ	เป็น
หญิง	เจ็บน้อย	140	294	ไม่มี	153	มีความชันน้อย	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
ชาย	เจ็บน้อย	120	263	ไม่มี	173	มีความชันมาก	สามารถหายได้	เป็น
ชาย	เจ็บปานกลาง	172	199	มี	162	มีความชันมาก	สามารถหายได้	เป็น
ชาย	เจ็บปานกลาง	150	168	ไม่มี	174	มีความชันมาก	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
ชาย	ไม่เจ็บ	140	239	ไม่มี	160	มีความชันมาก	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
หญิง	เจ็บปานกลาง	130	275	ไม่มี	139	มีความชันมาก	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
ชาย	เจ็บน้อย	130	266	ไม่มี	171	มีความชันมาก	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
ชาย	เจ็บมาก	110	211	ไม่มี	144	มีความชันน้อย	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น
หญิง	เจ็บมาก	150	283	มี	162	มีความชันมาก	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้	เป็น

ภาพที่ 3.3 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection)

3.1.3.2 ทำการกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) คือการทำความสะอาดข้อมูลเป็นกระบวนการตรวจสอบและการแก้ไข (หรือลบ) รายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้องออกไปจากชุดข้อมูลตารางหรือฐานข้อมูล ซึ่งเป็นหลักสำคัญของฐานข้อมูล ทางผู้วิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการดังนี้

1) ข้อมูลโรคหัวใจ ผู้วิเคราะห์ข้อมูลได้ทำการแก้ไขข้อมูล ซึ่งผู้วิเคราะห์ข้อมูลพบว่า บางข้อมูลต้องใส่ข้อมูลแทนค่าที่มีในข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลชัดเจน และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้วิเคราะห์ข้อมูลได้ทำการแทนที่ข้อมูล ดังนี้

– Sex ซึ่งจะเป็นข้อมูลเพศ และเป็นข้อมูลตัวเลข ผู้วิเคราะห์พบว่าควรทำการแก้ไขเพศให้เป็นตัวอักษรตามเลข 1 แทนด้วยค่าของ เพศชาย (Male) เลข 2 แทนค่าของเพศหญิง (Female) ผู้วิเคราะห์จึงได้ทำการแทนค่าดังนี้

sex	เพศ
1	ชาย
1	ชาย
0	หญิง
1	ชาย
0	หญิง
1	ชาย
0	หญิง

ภาพที่ 3.4 แก้ไขข้อมูลแทนค่าของเพศ

– Chest pain ข้อมูลอาการเจ็บหน้าอก เลข 0 แทนด้วยค่าของไม่เจ็บ (Not hurt) เลข 1 แทนค่าของ เจ็บน้อย (Little hurt) เลข 2 แทนค่าของ เจ็บปานกลาง (Moderate pain) เลข 3 แทนค่าของ เจ็บมาก (Very hurt) ผู้วิเคราะห์จึงได้ทำการแทนค่าดังนี้

cp	chest pain อาการเจ็บหน้าอก
3	เจ็บมาก
2	เจ็บปานกลาง
1	เจ็บน้อย
1	เจ็บน้อย
0	ไม่เจ็บ
0	ไม่เจ็บ

ภาพที่ 3.5 แก้ไขข้อมูลแทนค่าของข้อมูลอาการเจ็บหน้าอก

– Hyperglycemia ข้อมูลน้ำตาลในเลือด เลข 0 แทนด้วยค่าของไม่มี (without) เลข 1 แทนค่าของ มี (Have) ผู้วิเคราะห์จึงได้ทำการแทนค่าดังนี้

fbs	Hyperglycemia น้ำตาลในเลือด
1	มี
0	ไม่มี
0	ไม่มี
0	ไม่มี
0	ไม่มี
0	ไม่มี
0	ไม่มี
0	ไม่มี
1	มี

ภาพที่ 3.6 แก้ไขข้อมูลแทนค่าของข้อมูลน้ำตาลในเลือด

– Heart wave slope ความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจเลข 0 แทนด้วยค่าของปกติ (Normal) เลข 1 แทนค่าของ มีความชันน้อย (There is little slope) เลข 2 แทนค่าของมีความชันมาก (Very steep) ผู้วิเคราะห์จึงได้ทำการแทนค่าดังนี้

slope	Heart wave slope ความชัน คลื่นไฟฟ้าหัวใจ
0	ปกติ
0	ปกติ
2	มีความชันมาก
2	มีความชันมาก
2	มีความชันมาก
1	มีความชันน้อย
1	มีความชันน้อย

ภาพที่ 3.7 แก้ไขข้อมูลแทนค่าของข้อมูลความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

– Coronary angiogram ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด 1 แทนด้วยค่าของ ปกติ (Normal) เลข 2 แทนค่าของ รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ (Fixed defect) เลข 3 แทนค่าของ สามารถหายได้ (Reversable defect) ผู้วิเคราะห์จึงได้ทำการแทนค่าดังนี้

thal	Coronary angiogram ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด
1	ปกติ
2	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้
2	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้
2	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้
2	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้
1	ปกติ
2	รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้
3	สามารถหายได้

ภาพที่ 3.8 แก้ไขข้อมูลแทนค่าของข้อมูลลักษณะของรอยโรค

– Treatment การรักษาคนไข้ 1 แทนด้วยค่าของ เป็น (Curable) เลข 2 แทนค่าของ ไม่เป็น (Incurable) ผู้วิเคราะห์จึงได้ทำการแทนค่าดังนี้

target	Treatment การรักษาคนไข้
1	เป็น
1	เป็น
1	เป็น
1	เป็น
1	เป็น

ภาพที่ 3.9 แก้ไขข้อมูลแทนค่าของข้อมูลการรักษาคนไข้

3.1.4 สร้างแบบจำลอง (Modeling) ขั้นตอนการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ และสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล โดยสามารถใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ ผสมผสานกัน เช่น การจำแนก (Classification) การแบ่งกลุ่ม (Clustering) และการสร้างความสัมพันธ์ (Association Rule)

ผู้วิเคราะห์ข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทำเหมืองข้อมูลแบบ Data Classification เพื่อใช้ทำนายแนวโน้มการเกิดขึ้นของปัจจัยที่เป็นโรคหัวใจจากเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูล ด้วยการสร้างโมเดล Decision Tree เพื่อจัดกลุ่มข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน โดยใช้โปรแกรมที่ใช้ทำเหมืองข้อมูล ด้วยชุดข้อมูลที่คัดเลือก ดังนี้

Sex	Chest pain	Hyperglycemia	Heart wave slope	Coronary angiogram	Treatment
male	Very hurt	have	normal	normal	Curable
male	Moderate pain	without	normal	fixed defect	Curable
female	Little hurt	without	Very steep	fixed defect	Curable
male	Little hurt	without	Very steep	fixed defect	Curable
female	Not hurt	without	Very steep	fixed defect	Curable
male	Not hurt	without	There is little slope	normal	Curable
female	Little hurt	without	There is little slope	fixed defect	Curable
male	Little hurt	without	Very steep	reversable defect	Curable
male	Moderate pain	have	Very steep	reversable defect	Curable
male	Moderate pain	without	Very steep	fixed defect	Curable
male	Not hurt	without	Very steep	fixed defect	Curable
female	Moderate pain	without	Very steep	fixed defect	Curable
male	Little hurt	without	Very steep	fixed defect	Curable
male	Very hurt	without	There is little slope	fixed defect	Curable
female	Very hurt	have	Very steep	fixed defect	Curable
female	Moderate pain	without	There is little slope	fixed defect	Curable
female	Moderate pain	without	Very steep	fixed defect	Curable
female	Very hurt	without	normal	fixed defect	Curable
male	Not hurt	without	Very steep	fixed defect	Curable

ภาพที่ 3.10 ชุดข้อมูลที่คัดเลือกมาวิเคราะห์ข้อมูล

จากรูปภาพที่ ประกอบด้วย 6 แอตทริบิวต์ คือ

- Sex แสดงเพศ ประกอบด้วย เพศชาย (Male) เพศหญิง (Female)
- Chest pain type แสดงอาการเจ็บหน้าอก ประกอบด้วย ไม่เจ็บ (Not hurt) เจ็บน้อย (Little hurt) เจ็บปานกลาง (Moderate pain) เจ็บมาก (Very hurt)
- Hyperglycemia แสดงน้ำตาลในเลือด ประกอบด้วย ไม่มี (without) มี (Have)
- Heart wave slope แสดงความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ประกอบด้วย ปกติ (Normal) มีความชันน้อย (There is little slope) มีความชันมาก (Very steep)
- Coronary angiogram แสดงลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด ประกอบด้วย ปกติ (Normal) รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ (Fixed defect) สามารถหายได้ (Reversable defect)

- Treatment แสดงการรักษาคนไข้ ประกอบด้วย เป็น (Curable) ไม่เป็น (Incurable)

การสร้างโมเดล Decision Tree จะทำการคัดเลือกแอตทริบิวต์ที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดขึ้นมาเป็นโหนดบนสุดของ Tree (root node) หลังจากนั้นก็จะหาแอตทริบิวต์ถัดไปเรื่อย ๆ ในการหาความสัมพันธ์ของแอตทริบิวต์นี้จะใช้ตัววัด ที่เรียกว่า Information Gain (IG) ค่านี้คำนวณได้จากสมการดังนี้

IG (parent, child) = entropy(parent) – [p(c1) × entropy(c1) + p(c2) × entropy(c2) + ...]
โดยที่ entropy(c1) = –p(c1) log p(c1) และ p(c2) คือ ค่าความน่าจะเป็นของ c1

การคำนวณค่าแต่ละแอตทริบิวต์เทียบกับคลาสเพื่อหาแอตทริบิวต์ที่มีค่า IG มากที่สุดมาเป็น root ของ decision tree กับจำนวนข้อมูลทั้งหมดโดยใช้ผลลัพธ์เป็น และไม่ได้เป็น ดังนี้

1) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ เพศ จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$
$= -[0.54 \times \log_2(0.54) + 0.46 \times \log_2(0.46)]$
$= -[0.54 \times -0.89 + 0.46 \times -1.12]$
$= -[0.48 + 0.52]$
$= 1$

entropy(ผล = ชาย) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$
$= -[0.45 \times \log_2(0.45) + 0.55 \times \log_2(0.55)]$
$= -[0.45 \times -1.15 + 0.55 \times -0.86]$
$= -[0.52 + 0.47]$
$= 0.99$

entropy(ผล = หญิง) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$
$= -[0.75 \times \log_2(0.75) + 0.25 \times \log_2(0.25)]$
$= -[0.75 \times -0.42 + 0.25 \times -2]$
$= -[0.32 + 0.5]$
$= 0.82$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ชาย) × entropy(ผล = ชาย) + p(ผล = หญิง) × entropy(ผล = หญิง)]

= 1 – [0.68 × 0.99 + 0.32 × 0.82]

= 1 – [0.67 + 0.26]

= 1 – 0.93

= 0.07

2) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

= $-[0.54 \times \log_2(0.54) + 0.46 \times \log_2(0.46)]$

= $-[0.54 \times -0.89 + 0.46 \times -1.12]$

= –[0.48 + 0.52]

= 1

entropy(ผล = ไม่เจ็บ) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

= $-[0.27 \times \log_2(0.27) + 0.73 \times \log_2(0.73)]$

= $-[0.27 \times -1.89 + 0.73 \times -0.45]$

= –[0.51 + 0.33]

= 0.84

entropy(ผล =เจ็บน้อย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

= $-[0.82 \times \log_2(0.82) + 0.18 \times \log_2(0.18)]$

= $-[0.82 \times -0.29 + 0.18 \times -2.47]$

= –[0.24 + 0.44]

= 0.68

entropy(ผล =เจ็บปานกลาง) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

= $-[0.79 \times \log_2(0.79) + 0.21 \times \log_2(0.21)]$

= $-[0.79 \times -0.34 + 0.21 \times -2.25]$

= –[0.27 + 0.47]

= 0.74

entropy(ผล =เจ็บมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.70 × $\log_2$(0.70) + 0.30 × $\log_2$(0.30)]

= −[0.70 × −0.51 + 0.30 × − 1.74]

= −[0.36 + 0.52]

= 0.88

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่เจ็บ) × entropy(ผล= ไม่เจ็บ) + p(ผล = เจ็บน้อย) × entropy(ผล = เจ็บน้อย) + p(ผล = เจ็บปานกลาง) × entropy(ผล = เจ็บปานกลาง)) + p(ผล = เจ็บมาก) × entropy(ผล = เจ็บมาก)]

= 1 – [0.47 × 0.84 + 0.17 × 0.68 + 0.29 × 0.74 + 0.08 × 0.88]

= 1 – [0.39 + 0.12 + 0.21 + 0.07]

= 1 – 0.79

= 0.21

3) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.54 × $\log_2$(0.54) + 0.46 × $\log_2$(0.46)]

= −[0.54 × −0.89 + 0.46 × −1.12]

= −[0.48 + 0.52]

= 1

entropy(ผล = มี) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.51 × $\log_2$(0.51) + 0.49 × $\log_2$(0.49)]

= −[0.51 × − 0.97 + 0.49 × −1.03]

= −[0.49 + 0.50]

= 0.99

entropy(ผล =ไม่มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.55 \times \log_2(0.55) + 0.45 \times \log_2(0.45)]$

$= -[0.55 \times -0.86 + 0.45 \times -1.15]$

$= -[0.47 + 0.52]$

$= 0.99$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี) + p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี)]

$= 1 - [0.15 \times 0.99 + 0.85 \times 0.99]$

$= 1 - [0.15 + 0.84]$

$= 1 - 0.99$

$= 0.01$

4) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) จากข้อมูล สามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.54 \times \log_2(0.54) + 0.46 \times \log_2(0.46)]$

$= -[0.54 \times -0.89 + 0.46 \times -1.12]$

$= -[0.48 + 0.52]$

$= 1$

entropy(ผล = ปกติ) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.43 \times \log_2(0.43) + 0.57 \times \log_2(0.57)]$

$= -[0.43 \times -1.22 + 0.57 \times -0.81]$

$= -[0.52 + 0.46]$

$= 0.98$

entropy(ผล = มีความชันน้อย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.35 \times \log_2(0.35) + 0.65 \times \log_2(0.65)]$

$= -[0.35 \times -1.51 + 0.65 \times -0.62]$

$= -[0.53 + 0.40]$

$= 0.93$

entropy(ผล = มีความชันมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.75 × $\log_2$(0.75) + 0.25 × $\log_2$(0.25)]

= −[0.75 × −0.42 + 0.25 × −2]

= −[0.32 + 0.5]

= 0.82

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล = ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย)× entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก)× entropy(ผล = มีความชันมาก)]

= 1 – [0.07 × 0.98 + 0.46 × 0.93 + 0.47 × 0.82]

= 1 – [0.07 + 0.43 + 0.39]

= 1 – 0.89

= 0.11

5) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.54 × $\log_2$(0.54) + 0.46 × $\log_2$(0.46)]

= −[0.54 × −0.89 + 0.46 × −1.12]

= −[0.48 + 0.52]

= 1

entropy(ผล = ปกติ) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.32 × $\log_2$(0.32) + 0.68 × $\log_2$(0.68)]

= −[0.32 × −1.64 + 0.68 × −0.56]

= −[0.52 + 0.38]

= 0.9

entropy(ผล = รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.78 × $\log_2$(0.78) + 0.22 × $\log_2$(0.22)]

= −[0.78 × −0.36 + 0.22 × −2.18]

= −[0.28 + 0.48]

= 0.76

entropy(ผล = สามารถหายได้) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.24 × $\log_2$(0.24) + 0.76 × $\log_2$(0.76)]

= −[0.24 × −2.06 + 0.76 × −0.40]

= −[0.49 + 0.30]

= 0.79

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล = ปกติ) + p(ผล = รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้)× entropy(ผล = รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) + p(ผล = สามารถหายได้)× entropy(ผล = สามารถหายได้)]

= 1 – [0.06 × 0.9 + 0.55 × 0.76 + 0.39 × 0.79]

= 1 – [0.05 + 0.42 + 0.31]

= 1 – 0.78

= 0.22

จากการคำนวณค่า IG ของทุกแอตทริบิวต์พบว่าค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) มีค่ามากที่สุด (0.22) ดังนั้นจึงเลือกแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) ขึ้นมาเป็นโหนด root และจะต้องทำการแตกกิ่งจาก โหนด root ออกไปจนข้อมูลในแต่ละโหนดมีคลาสคำตอบเดียวกัน

การคำนวณค่าแต่ละแอตทริบิวต์ในระดับที่ 2 กับจำนวนข้อมูลทั้งหมดโดยใช้ผลลัพธ์เป็น และไม่ได้เป็น

1) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และเพศ ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.32 \times \log_2(0.32) + 0.68 \times \log_2(0.68)]$

$= -[0.32 \times -1.64 + 0.68 \times -0.56]$

$= -[0.52 + 0.38]$

$= 0.90$

entropy(ผล = ชาย) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.33 \times \log_2(0.33) + 0.66 \times \log_2(0.66)]$

$= -[0.33 \times -1.60 + 0.66 \times -0.60]$

$= -[0.53 + 0.40]$

$= 0.93$

entropy(ผล = หญิง) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) $=$ entropy (parent) $-$ [p(ผล = ชาย) $\times$ entropy(ผล = ชาย) + p(ผล = หญิง)$\times$ entropy(ผล = หญิง)]

$= 0.90 - [0.95 \times 0.93 + 0.05 \times 0]$

$= 0.90 - [0.88 + 0]$

$= 0.90 - 0.88$

$= 0.11$

2) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และเพศ ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูล สามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.78 \times \log_2(0.78) + 0.22 \times \log_2(0.22)]$

$= -[0.78 \times -0.36 + 0.22 \times -2.18]$

$= -[0.28 + 0.48]$

$= 0.76$

entropy(ผล = ชาย) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.70 \times \log_2(0.70) + 0.30 \times \log_2(0.30)]$

$= -[0.70 \times -0.51 + 0.30 \times -1.74]$

$= -[0.36 + 0.52]$

$= 0.88$

entropy(ผล = หญิง) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.88 \times \log_2(0.88) + 0.13 \times \log_2(0.13)]$

$= -[0.88 \times -0.18 + 0.13 \times -2.94]$

$= -[0.16 + 0.38]$

$= 0.54$

IG(parent, child) $=$ entropy (parent) $-$ [p(ผล = ชาย) $\times$ entropy(ผล = ชาย) + p(ผล = หญิง) $\times$ entropy(ผล = หญิง)]

$= 0.76 - [0.52 \times 0.88 + 0.48 \times 0.54]$

$= 0.76 - [0.46 + 0.26]$

$= 0.76 - 0.72$

$= 0.04$

3) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และเพศ ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูล สามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.24 \times \log_2(0.24) + 0.76 \times \log_2(0.76)]$

$= -[0.24 \times -2.06 + 0.76 \times -0.40]$

$= -[0.49 + 0.30]$

$= 0.79$

entropy(ผล = ชาย) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.25 \times \log_2(0.25) + 0.75 \times \log_2(0.75)]$

$= -[0.25 \times -2 + 0.75 \times -0.42]$

$= -[0.5 + 0.32]$

$= 0.82$

entropy(ผล = หญิง) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.13 \times \log_2(0.13) + 0.87 \times \log_2(0.87)]$

$= -[0.13 \times -2.94 + 0.25 \times -0.20]$

$= -[0.38 + 0.05]$

$= 0.43$

IG(parent, child) $=$ entropy (parent) $-$ [p(ผล = ชาย) $\times$ entropy(ผล = ชาย) + p(ผล = หญิง) $\times$ entropy(ผล = หญิง)]

$= 0.79 - [0.87 \times 0.82 + 0.13 \times 0.43]$

$= 0.79 - [0.71 + 0.06]$

$= 0.79 - 0.77$

$= 0.02$

4) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.32 \times \log_2(0.32) + 0.68 \times \log_2(0.68)]$

$= -[0.32 \times -1.64 + 0.68 \times -0.56]$

$= -[0.52 + 0.38]$

$= 0.90$

entropy(ผล = ไม่เจ็บ) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.23 \times \log_2(0.23) + 0.77 \times \log_2(0.77)]$

$= -[0.23 \times -2.12 + 0.77 \times -0.38]$

$= -[0.49 + 0.29]$

$= 0.78$

entropy(ผล =เจ็บน้อย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.5 \times \log_2(0.5) + 0.5 \times \log_2(5)]$

$= -[0.5 \times -1 + 0.5 \times -1]$

$= -[0.5 + 0.5]$

$= 1$

entropy(ผล =เจ็บปานกลาง) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล =เจ็บมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[1 × $\log_2$(1) + 0 × $\log_2$(0)]

= −[1 × 0 + 0 × 0]

= −[0 + 0]

= 0

IG (parent, child) = entropy (parent) − [p(ผล = ไม่เจ็บ) × entropy(ผล= ไม่เจ็บ) + p(ผล = เจ็บน้อย) × entropy(ผล = เจ็บน้อย) + p(ผล = เจ็บปานกลาง) × entropy(ผล = เจ็บปานกลาง)) + p(ผล = เจ็บมาก) × entropy(ผล = เจ็บมาก)]

= 0.90 − [0.68 × 0.78 + 0.11 × 1 + 0.11 × 0 + 0.11 × 0]

= 0.90 − [0.53 + 0.11 + 0 + 0]

= 0.90 − 0.64

= 0.26

5) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.78 × $\log_2$(0.78) + 0.22 × $\log_2$(0.22)]

= −[0.78 × −0.36 + 0.22 × −2.18]

= −[0.28 + 0.48]

= 0.76

entropy(ผล = ไม่เจ็บ) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.56 × $\log_2$(0.56) + 0.44 × $\log_2$(0.44)]

= −[0.56 × −0.84 + 0.44 × −1.18]

= −[0.47 + 0.52]

= 0.99

entropy(ผล =เจ็บน้อย) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.90 × $\log_2$(0.90) + 0.10 × $\log_2$(0.10)]

= −[0.90 × −0.15 + 0.10 × −3.32]

= −[0.14 + 0.33]

= 0.47

entropy(ผล =เจ็บปานกลาง) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.92 × $\log_2$(0.92) + 0.08 × $\log_2$(0.08)]

= −[0.92 × −0.12 + 0.08 × −3.64]

= −[0.11 + 0.29]

= 0.40

entropy(ผล=เจ็บมาก) =−p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.69 × $\log_2$(0.69) + 0.31 × $\log_2$(0.31)]

= −[0.69 × −0.54 + 0.31 × −1.69]

= −[0.37 + 0.52]

= 0.89

IG (parent, child) = entropy (parent) − [p(ผล = ไม่เจ็บ) × entropy(ผล= ไม่เจ็บ) + p(ผล = เจ็บน้อย) × entropy(ผล = เจ็บน้อย) + p(ผล = เจ็บปานกลาง) × entropy(ผล = เจ็บปานกลาง) + p(ผล = เจ็บมาก) × entropy(ผล = เจ็บมาก)]

= 0.76 − [0.31 × 0.99 + 0.23 × 0.47 + 0.38 × 0.40 + 0.08 × 0.89]

= 0.76 − [0.31 + 0.11 + 0.15 + 0.07]

= 0.76 − 0.64

= 0.12

6) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.24 \times \log_2(0.24) + 0.76 \times \log_2(0.76)]$

$= -[0.24 \times -2.06 + 0.76 \times -0.40]$

$= -[0.49 + 0.30]$

$= 0.79$

entropy(ผล = ไม่เจ็บ) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.09 \times \log_2(0.09) + 0.91 \times \log_2(0.91)]$

$= -[0.09 \times -3.47 + 0.91 \times -0.14]$

$= -[0.31 + 0.13]$

$= 0.44$

entropy(ผล =เจ็บน้อย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.56 \times \log_2(0.56) + 0.44 \times \log_2(0.44)]$

$= -[0.56 \times -0.84 + 0.44 \times -1.18]$

$= -[0.47 + 0.52]$

$= 0.99$

entropy(ผล =เจ็บปานกลาง) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.5 \times \log_2(0.5) + 0.5 \times \log_2(0.5)]$

$= -[0.5 \times -1 + 0.5 \times -1]$

$= -[0.5 + 0.5]$

$= 1$

entropy(ผล =เจ็บมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.63 × $\log_2$(0.63) + 0.38 × $\log_2$(0.38)]

= −[0.63 × −0.67 + 0.38 × −1.40]

= −[0.42 + 0.53]

= 0.95

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่เจ็บ) × entropy(ผล= ไม่เจ็บ) + p(ผล = เจ็บน้อย) × entropy(ผล = เจ็บน้อย) + p(ผล = เจ็บปานกลาง) × entropy(ผล = เจ็บปานกลาง)) + p(ผล = เจ็บมาก) × entropy(ผล = เจ็บมาก)]

= 0.79 – [0.67 × 0.44 + 0.08 × 0.99 + 0.19 × 1 + 0.07 × 0.95]

= 0.79 – [0.29 + 0.08 + 0.19 + 0.07]

= 0.79 – 0.63

= 0.16

7) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.32 × $\log_2$(0.32) + 0.68 × $\log_2$(0.68)]

= −[0.32 × −1.64 + 0.68 × −0.56]

= −[0.52 + 0.38]

= 0.90

entropy(ผล = ไม่มี) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.38 × $\log_2$(0.38) + 0.62 × $\log_2$(0.62)]

= −[0.38 × −1.40 + 0.62 × −0.69]

= −[0.53 + 0.43]

= 0.96

entropy(ผล = มี) = –p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= –[0.17 × $\log_2$(0.17) + 0.83 × $\log_2$(0.83)]

= –[0.17 × –2.56 + 0.83 × –0.27]

= –[0.44 + 0.22]

= 0.66

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

= 0.90 – [0.68 × 0.96 + 0.32 × 0.66]

= 0.90 – [0.65 + 0.21]

= 0.90 – 0..86

= 0.04

8) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = –p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= –[0.78 × $\log_2$(0.78) + 0.22 × $\log_2$(0.22)]

= –[0.78 × –0.36 + 0.22 × –2.18]

= –[0.28 + 0.48]

= 0.76

entropy(ผล = ไม่มี) = –p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= –[0.78 × $\log_2$(0.78) + 0.22 × $\log_2$(0.22)]

= –[0.78 × –0.36 + 0.22 × –2.18]

= –[0.28 + 0.48]

= 0.76

entropy(ผล = มี) = –p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= –[0.8 × $\log_2$(0.8) + 0.2 × $\log_2$(0.2)]

= –[0.8 × –0.32 + 0.2 × –2.32]

= –[0.26 + 0.46]

= 0.72

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี) + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

= 0.76 – [0.88 × 0.76 + 0.12 × 0.72]

= 0.76 – [0.67 + 0.09]

= 0.76 – 0.76

= 0

9) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

= $-[0.24 \times \log_2(0.24) + 0.76 \times \log_2(0.76)]$

= $-[0.24 \times -2.06 + 0.76 \times -0.40]$

= –[0.49 + 0.30]

= 0.79

entropy(ผล = ไม่มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

= $-[0.22 \times \log_2(0.22) + 0.78 \times \log_2(0.78)]$

= $-[0.22 \times -2.18 + 0.78 \times -0.36]$

= –[0.48 + 0.28]

= 0.76

entropy(ผล = มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

= $-[0.46 \times \log_2(0.46) + 0.68 \times \log_2(0.68)]$

= $-[0.46 \times -1.12 + 0.68 \times -0.56]$

= –[0.52 + 0.38]

= 0.90

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี) + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

= 0.79 – [0.84 × 0.76 + 0.16 × 0.90]

= 0.79 – [0.64 + 0.14]

= 0.79 – 0.78

= 0.01

10) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.32 \times \log_2(0.32) + 0.68 \times \log_2(0.68)]$

$= -[0.32 \times -1.64 + 0.68 \times -0.56]$

$= -[0.52 + 0.38]$

$= 0.90$

entropy(ผล = ปกติ) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.33 \times \log_2(0.33) + 0.66 \times \log_2(0.66)]$

$= -[0.33 \times -1.60 + 0.66 \times -0.60]$

$= -[0.53 + 0.40]$

$= 0.93$

entropy(ผล = มีความชันน้อย) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.29 \times \log_2(0.29) + 0.71 \times \log_2(0.71)]$

$= -[0.29 \times -1.79 + 0.71 \times -0.49]$

$= -[0.52 + 0.35]$

$= 0.87$

entropy(ผล = มีความชันมาก) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.5 \times \log_2(0.5) + 0.5 \times \log_2(0.5)]$

$= -[0.5 \times -1 + 0.5 \times -1]$

$= -[0.5 + 0.5]$

$= 1$

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล= ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย) × entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก) × entropy(ผล = มีความชันมาก)

= 0.90 – [0.16 × 0.93 + 0.74 × 0.87 + 0.11 × 1]

= 0.90 – [0.15 + 0.64 + 0.11]

= 0.90 – 0.90

= 0

11) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.78 \times \log_2(0.78) + 0.22 \times \log_2(0.22)]$

$= -[0.78 \times -0.36 + 0.22 \times -2.18]$

$= -[0.28 + 0.48]$

$= 0.76$

entropy(ผล = ปกติ) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.75 \times \log_2(0.75) + 0.25 \times \log_2(0.25)]$

$= -[0.75 \times -0.42 + 0.25 \times -2]$

$= -[0.32 + 0.5]$

$= 0.82$

entropy(ผล = มีความชันน้อย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.63 \times \log_2(0.63) + 0.38 \times \log_2(0.38)]$

$= -[0.63 \times -0.67 + 0.38 \times -1.40]$

$= -[0.42 + 0.53]$

$= 0.95$

entropy(ผล = มีความชันมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.87 × $\log_2$(0.87) + 0.13 × $\log_2$(0.13)]

= −[0.87 × −0.20 + 0.13 × −2.94]

= −[0.17+ 0.38]

= 0.55

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล= ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย) × entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก) × entropy(ผล = มีความชันมาก)

= 0.76 – [0.05 × 0.82 + 0.34 × 0.95 + 0.62 × 0.55]

= 0.76 – [0.04 + 0.32 + 0.34]

= 0.76 – 0.70

= 0.06

12) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.24 × $\log_2$(0.24) + 0.76 × $\log_2$(0.76)]

= −[0.24 × −2.06 + 0.76 × −0.40]

= −[0.49 + 0.30]

= 0.79

entropy(ผล = ปกติ) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.2 × $\log_2$(0.2) + 0.8 × $\log_2$(0.8)]

= −[0.2 × −2.32 + 0.8 × −0.32]

= −[0.46 + 0.26]

= 0.72

entropy(ผล = มีความชันน้อย) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.14 × $\log_2$(0.14) + 0.86 × $\log_2$(0.86)]

= −[0.14 × −2.84 + 0.86 × −0.22]

= −[0.40 + 0.19]

= 0.59

entropy(ผล = มีความชันมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.43 × $\log_2$(0.43) + 0.57 × $\log_2$(0.57)]

= −[0.43 × −1.22 + 0.57 × −0.81]

= −[0.52 + 0.46]

= 0.98

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล= ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย) × entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก) × entropy(ผล = มีความชันมาก)

= 0.79 – [0.09 × 0.72 + 0.60 × 0.59 + 0.32 × 0.98]

= 0.79 – [0.06 + 0.35 + 0.31]

= 0.79 – 0.72

= 0.07

จากการคำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ พบว่า Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Normal (ปกติ) มีค่ามากสุดที่สุด (0.26) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) มีค่ามากสุดที่สุด (0.12) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) Reversable defect (สามารถหายได้) มีค่ามากสุดที่สุด (0.16) ดังนั้นจึงเลือกแอตทริบิวต์ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ขึ้นมาเป็นโหนดในระดับที่ 2 ต่อจากโหนด Root และทำการแตกกิ่งจากโหนดในระดับที่ 2 ออกไปจนข้อมูลในแต่ละโหนดมีคลาสคำตอบเดียวกัน

การคำนวณค่าแต่ละแอตทริบิวต์ในระดับที่ 3 กับจำนวนข้อมูลทั้งหมดโดยใช้ผลลัพธ์เป็นและไม่ได้เป็น

1) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.23 \times \log_2(0.23) + 0.77 \times \log_2(0.77)]$

$= -[0.23 \times -2.12 + 0.77 \times -0.38]$

$= -[0.49 + 0.29]$

$= 0.78$

entropy(ผล = ไม่มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.3 \times \log_2(0.3) + 0.7 \times \log_2(0.7)]$

$= -[0.3 \times -1.74 + 0.7 \times -0.51]$

$= -[0.52 + 0.36]$

$= 0.88$

entropy(ผล = มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0.78 - [0.77 \times 0.88 + 0.23 \times 0]$

$= 0.78 - [0.68 + 0]$

$= 0.78 - 0.68$

$= 0.10$

2) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Little hurt (เจ็บน้อย) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[1 \times \log_2(1) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[1 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = ไม่มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[1 \times \log_2(1) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[1 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[0 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) $=$ entropy (parent) $- [p(\text{ผล} = \text{ไม่มี}) \times \text{entropy}(\text{ผล} = \text{ไม่มี} + p(\text{ผล} = \text{มี}) \times \text{entropy}(\text{ผล} = \text{มี})]$

$= 0 - [1 \times 0 + 0 \times 0]$

$= 0 - [0 + 0]$

$= 0 - 0$

$= 0$

3) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = ไม่มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[0 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0 - [0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= 0 - [0 + 0]$

$= 0 - 0$

$= 0$

4) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Very hurt (เจ็บมาก) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = ไม่มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[1 \times \log_2(1) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[1 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[1 \times \log_2(1) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[1 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0 - [0.5 \times 0 + 0.5 \times 0]$

$= 0 - [0 + 0]$

$= 0 - 0$

$= 0$

5) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.56 \times \log_2(0.56) + 0.44 \times \log_2(0.44)]$

$= -[0.56 \times -0.84 + 0.44 \times -1.18]$

$= -[0.47 + 0.52]$

$= 0.99$

entropy(ผล = ไม่มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.58 \times \log_2(0.58) + 0.42 \times \log_2(0.42)]$

$= -[0.58 \times -0.79 + 0.42 \times -1.25]$

$= -[0.46 + 0.53]$

$= 0.99$

entropy(ผล = มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0.99 - [0.96 \times 0.99 + 0.04 \times 0]$

$= 0.99 - [0.95 + 0]$

$= 0.99 - 0.95$

$= 0.04$

6) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Little hurt (เจ็บน้อย) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.90 \times \log_2(0.90) + 0.10 \times \log_2(0.10)]$

$= -[0.90 \times -0.15 + 0.10 \times -3.32]$

$= -[0.14 + 0.33]$

$= 0.47$

entropy(ผล = ไม่มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.91 \times \log_2(0.91) + 0.09 \times \log_2(0.09)]$

$= -[0.91 \times -0.14 + 0.09 \times -3.47]$

$= -[0.13 + 0.31]$

$= 0.44$

entropy(ผล = มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.75 \times \log_2(0.75) + 0.25 \times \log_2(0.25)]$

$= -[0.75 \times -0.42 + 0.25 \times -2]$

$= -[0.32 + 0.50]$

$= 0.82$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0.47 - [0.90 \times 0.44 + 0.10 \times 0.82]$

$= 0.47 - [0.40 + 0.08]$

$= 0.47 - 0.48$

$= -1$

7) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น)}$

$= -[0.92 \times \log_2(0.92) + 0.08 \times \log_2(0.08)]$

$= -[0.92 \times -0.12 + 0.08 \times -3.64]$

$= -[0.11 + 0.29]$

$= 0.40$

entropy(ผล = ไม่มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น)}$

$= -[0.90 \times \log_2(0.90) + 0.10 \times \log_2(0.10)]$

$= -[0.90 \times -0.15 + 0.10 \times -3.32]$

$= -[0.14 + 0.33]$

$= 0.47$

entropy(ผล = มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น)}$

$= -[1 \times \log_2(1) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[1 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0.40 - [0.83 \times 0.47 + 0.17 \times 0]$

$= 0.40 - [0.39 + 0]$

$= 0.40 - 0.39$

$= 0.01$

8) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Very hurt (เจ็บมาก) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.69 \times \log_2(0.69) + 0.31 \times \log_2(0.31)]$

$= -[0.69 \times -0.54 + 0.31 \times -1.69]$

$= -[0.37 + 0.52]$

$= 0.89$

entropy(ผล = ไม่มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.70 \times \log_2(0.70) + 0.30 \times \log_2(0.30)]$

$= -[0.70 \times -0.51 + 0.30 \times -1.74]$

$= -[0.36 + 0.52]$

$= 0.88$

entropy(ผล = มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.67 \times \log_2(0.67) + 0.33 \times \log_2(0.33)]$

$= -[0.67 \times 0.58 + 0.33 \times 1.60]$

$= -[0.39 + 0.53]$

$= 0.92$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0.89 - [0.77 \times 0.88 + 0.23 \times 0.92]$

$= 0.89 - [0.68 + 0.21]$

$= 0.89 - 0.89$

$= 0$

9) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.09 \times \log_2(0.09) + 0.91 \times \log_2(0.91)]$

$= -[0.09 \times -3.47 + 0.91 \times -0.14]$

$= -[0.31 + 0.13]$

$= 0.44$

entropy(ผล = ไม่มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.09 \times \log_2(0.09) + 0.91 \times \log_2(0.91)]$

$= -[0.09 \times -3.47 + 0.91 \times -0.14]$

$= -[0.31 + 0.13]$

$= 0.44$

entropy(ผล = มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.08 \times \log_2(0.08) + 0.92 \times \log_2(0.92)]$

$= -[0.08 \times -3.64 + 0.92 \times -0.12]$

$= -[0.29 + 0.11]$

$= 0.40$

IG(parent, child) $=$ entropy (parent) $-$ [p(ผล = ไม่มี) $\times$ entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) $\times$ entropy(ผล = มี)]

$= 0.44 - [0.83 \times 0.44 + 0.17 \times 0.40]$

$= 0.44 - [0.37 + 0.07]$

$= 0.44 - 0.44$

$= 0$

10) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Little hurt (เจ็บน้อย) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.5 \times \log_2(0.5) + 0.5 \times \log_2(0.5)]$

$= -[0.5 \times -1 + 0.5 \times -1]$

$= -[0.5 + 0.5]$

$= 1$

entropy(ผล = ไม่มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.44 \times \log_2(0.44) + 0.56 \times \log_2(0.56)]$

$= -[0.44 \times -1.18 + 0.56 \times -0.84]$

$= -[0.52 + 0.47]$

$= 0.99$

entropy(ผล = มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.75 \times \log_2(0.75) + 0.25 \times \log_2(0.25)]$

$= -[0.75 \times -0.42 + 0.25 \times -2]$

$= -[0.32 + 0.50]$

$= 0.82$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 1 - [0.82 \times 0.99 + 0.18 \times 0.82]$

$= 1 - [0.81 + 0.15]$

$= 1 - 0.96$

$= 0.04$

11) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.56 \times \log_2(0.56) + 0.44 \times \log_2(0.44)]$

$= -[0.56 \times -0.84 + 0.44 \times -1.18]$

$= -[0.47 + 0.52]$

$= 0.99$

entropy(ผล = ไม่มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.5 \times \log_2(0.5) + 0.5 \times \log_2(0.5)]$

$= -[0.5 \times -1 + 0.5 \times -1]$

$= -[0.5 + 0.5]$

$= 1$

entropy(ผล = มี) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[1 \times \log_2(1) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[1 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0.99 - [0.89 \times 1 + 0.11 \times 0]$

$= 0.99 - [0.89 + 0]$

$= 0.99 - 0.89$

$= 0.10$

12) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Very hurt (เจ็บมาก) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.63 \times \log_2(0.63) + 0.38 \times \log_2(0.38)]$

$= -[0.63 \times -0.67 + 0.38 \times -1.40]$

$= -[0.42 + 0.53]$

$= 0.95$

entropy(ผล = ไม่มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.57 \times \log_2(0.57) + 0.43 \times \log_2(0.43)]$

$= -[0.57 \times -0.81 + 0.43 \times -1.22]$

$= -[0.46 + 0.52]$

$= 0.98$

entropy(ผล = มี) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[1 \times \log_2(1) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[1 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ไม่มี) × entropy(ผล = ไม่มี + p(ผล = มี) × entropy(ผล = มี)]

$= 0.95 - [0.88 \times 0.98 + 0.13 \times 0]$

$= 0.95 - [0.86 + 0]$

$= 0.95 - 0.86$

$= 0.09$

จากการคำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ พบว่า Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Normal (ปกติ) มีค่ามากสุดที่สุด (0.10) และ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ

Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) มีค่ามากสุดที่สุด (0.04) และ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) ต่อ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) มีค่ามากสุดที่สุด (0.10) ดังนั้นจึงเลือกแอตทริบิวต์ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ขึ้นมาเป็นโหนดในระดับที่ 3 ต่อจากโหนดระดับที่ 2 และทำการแตกกิ่งจากโหนดในระดับที่ 3 ออกไปจนข้อมูลในแต่ละโหนดมีคลาสคำตอบเดียวกัน

การคำนวณค่าแต่ละแอตทริบิวต์ในระดับที่ 4 กับจำนวนข้อมูลทั้งหมดโดยใช้ผลลัพธ์เป็นและไม่ได้เป็น

1) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Have (มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
\text{entropy (parent)} &= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น}) \\
&= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)] \\
&= -[0 \times 0 + 1 \times 0] \\
&= -[0 + 0] \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{entropy(ผล = ปกติ)} &= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น}) \\
&= -[0 \times \log_2(0) + 0\times \log_2(0)] \\
&= -[0 \times 0 + 0 \times 0] \\
&= -[0 + 0] \\
&= 0
\end{aligned}$$

entropy(ผล = มีความชันน้อย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$$\begin{aligned}
&= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)] \\
&= -[0 \times 0 + 1 \times 0] \\
&= -[0 + 0] \\
&= 0
\end{aligned}$$

entropy(ผล = มีความชันมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0 × $\log_2$(0) + 0× $\log_2$(0)]

= −[0 × 0 + 0 × 0]

= −[0 + 0]

= 0

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล= ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย) × entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก) × entropy(ผล = มีความชันมาก)

= 0 – [0 × 0+ 1 × 0 + 0 × 0]

= 0 – [0 + 0 + 0]

= 0 – 0

= 0

2) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Normal (ปกติ) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.3 × $\log_2$(0.3) + 0.7 × $\log_2$(0.7)]

= −[0.3 × −1.74 + 0.7 × −0.51]

= −[0.52 + 0.36]

= 0.88

entropy(ผล = ปกติ) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0 × $\log_2$(0) + 1× $\log_2$(1)]

= −[0 × 0 + 1 × 0]

= −[0 + 0]

= 0

entropy(ผล = มีความชันน้อย) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.33 × $\log_2$(0.33) + 0.67 × $\log_2$(0.67)]

= −[0.33 × −1.60 + 0.67 × −0.58]

= −[0.53 + 0.39]

= 0.92

entropy(ผล = มีความชันมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.5 × $\log_2$(0.5) + 0.5× $\log_2$(0.5)]

= −[0.5 × −1 + 0.5 × −1]

= −[0.5 + 0.5]

= 1

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล= ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย) × entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก) × entropy(ผล = มีความชันมาก)

= 0.88 – [0.2 × 0 + 0.6 × 0.92 + 0.2 × 1]

= 0.88 – [0 + 0.55 + 0.2]

= 0.88 – 0.75

= 0.13

3) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ Have (มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0 × $\log_2$(0) + 1 × $\log_2$(1)]

= −[0 × 0 + 1 × 0]

= −[0 + 0]

= 0

entropy(ผล = ปกติ) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[0 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = มีความชันน้อย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = มีความชันมาก) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[0 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล= ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย) × entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก) × entropy(ผล = มีความชันมาก)

$= 0 - [0 \times 0 + 1 \times 0 + 0 \times 0]$

$= 0 - [0 + 0 + 0]$

$= 0 - 0$

$= 0$

4) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.58 \times \log_2(0.58) + 0.42 \times \log_2(0.42)]$

$= -[0.58 \times -0.79 + 0.42 \times -1.25]$

$= -[0.46 + 0.53]$

$= 0.99$

entropy(ผล = ปกติ) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 1 \times \log_2(1)]$

$= -[0 \times 0 + 1 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = มีความชันน้อย) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.48 \times \log_2(0.48) + 0.52 \times \log_2(0.52)]$

$= -[0.48 \times -1.06 + 0.52 \times -0.94]$

$= -[0.51 + 0.49]$

$= 1$

entropy(ผล = มีความชันมาก) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.74 \times \log_2(0.74) + 0.26 \times \log_2(0.26)]$

$= -[0.74 \times -0.43 + 0.26 \times -1.94]$

$= -[0.32 + 0.50]$

$= 0.82$

IG (parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล= ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย) × entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก) × entropy(ผล = มีความชันมาก)

= 0.99 – [0.04 × 0 + 0.5 × 1 + 0.46 × 0.82]

= 0.99 – [0 + 0.5 + 0.38]

= 0.99 – 0.88

= 0.11

5) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.44 \times \log_2(0.44) + 0.56 \times \log_2(0.56)]$

$= -[0..44 \times -1.18 + 0.56 \times -0.84]$

$= -[0.52 + 0.47]$

$= 0.99$

entropy(ผล = ปกติ) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0 \times \log_2(0) + 0 \times \log_2(0)]$

$= -[0 \times 0 + 0 \times 0]$

$= -[0 + 0]$

$= 0$

entropy(ผล = มีความชันน้อย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.31 \times \log_2(0.31) + 0.69 \times \log_2(0.69)]$

$= -[0.31 \times -1.69 + 0.69 \times -0.54]$

$= -[0.52 + 0.37]$

$= 0.89$

entropy(ผล = มีความชันมาก) = −p(เป็น) × $\log_2$ p(เป็น) + p(ไม่ได้เป็น) × $\log_2$ p(ไม่ได้เป็น)

= −[0.8 × $\log_2$(0.8) + 0.2 × $\log_2$(0.2)]

= −[0.8 × −0.32 + 0.2 × −2.32]

= −[0.26 + 0.46]

= 0.72

IG (parent, child) = entropy (parent) − [p(ผล = ปกติ) × entropy(ผล= ปกติ) + p(ผล = มีความชันน้อย) × entropy(ผล = มีความชันน้อย) + p(ผล = มีความชันมาก) × entropy(ผล = มีความชันมาก)

= 0.99 − [0 × 0 + 0.72 × 0.89 + 0.28 × 0.72]

= 0.99 − [0 + 0.64 + 0.20]

= 0.99 − 0.84

= 0.15

จากการคำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ พบว่า Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Normal (ปกติ) มีค่ามากสุดที่สุด (0.13) และ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) มีค่ามากสุดที่สุด (0.11) และ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ Reversable defect (สามารถหายได้) มีค่ามากสุดที่สุด (0.15) ดังนั้นจึงเลือกแอตทริบิวต์ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ขึ้นมาเป็นโหนดในระดับที่ 4 ต่อจากโหนดระดับที่ 3 และทำการแตกกิ่งจากโหนดในระดับที่ 4 ออกไปจนข้อมูลในแต่ละโหนดมีคลาสคำตอบเดียวกัน

การคำนวณค่าแต่ละแอตทริบิวต์ในระดับที่ 5 กับจำนวนข้อมูลทั้งหมดโดยใช้ผลลัพธ์เป็นและไม่ได้เป็น

1) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ There is little slope (มีความชันน้อย) ต่อ เพศ ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.48 \times \log_2(0.48) + 0.52 \times \log_2(0.52)]$

$= -[0.48 \times -1.06 + 0.52 \times -0.94]$

$= -[0.51 + 0.49]$

$= 1$

entropy(ผล = ชาย) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.27 \times \log_2(0.27) + 0.73 \times \log_2(0.73)]$

$= -[0.27 \times -1.89 + 0.73 \times -0.45]$

$= -[0.51 + 0.33]$

$= 0.84$

entropy(ผล = หญิง) $= -p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.64 \times \log_2(0.64) + 0.36 \times \log_2(0.36)]$

$= -[0.64 \times -0.64 + 0.36 \times -1.47]$

$= -[0.41 + 0.53]$

$= 0.94$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ชาย) × entropy(ผล = ชาย) + p(ผล = หญิง)× entropy(ผล = หญิง)]

$= 1 - [0.44 \times 0.84 + 0.56 \times 0.94]$

$= 1 - [0.37 + 0.53]$

$= 1 - 0.90$

$= 0.10$

2) คำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ There is little slope (มีความชันน้อย) ต่อ เพศ ของ Reversable defect (สามารถหายได้) จากข้อมูลสามารถคำนวณค่า IG ได้ดังนี้

entropy (parent) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.31 \times \log_2(0.31) + 0.69 \times \log_2(0.69)]$

$= -[0.31 \times -1.69 + 0.69 \times -0.54]$

$= -[0.52 + 0.37]$

$= 0.89$

entropy(ผล = ชาย) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.27 \times \log_2(0.27) + 0.73 \times \log_2(0.73)]$

$= -[0.27 \times -1.89 + 0.73 \times -0.45]$

$= -[0.51 + 0.33]$

$= 0.84$

entropy(ผล = หญิง) = $-p(\text{เป็น}) \times \log_2 p(\text{เป็น}) + p(\text{ไม่ได้เป็น}) \times \log_2 p(\text{ไม่ได้เป็น})$

$= -[0.5 \times \log_2(0.5) + 0.5 \times \log_2(0.5)]$

$= -[0.5 \times -1 + 0.5 \times -1]$

$= -[0.5 + 0.5]$

$= 1$

IG(parent, child) = entropy (parent) – [p(ผล = ชาย) × entropy(ผล = ชาย) + p(ผล = หญิง) × entropy(ผล = หญิง)]

$= 0.89 - [0.85 \times 0.84 + 0.15 \times 1]$

$= 0.89 - [0.71 + 0.15]$

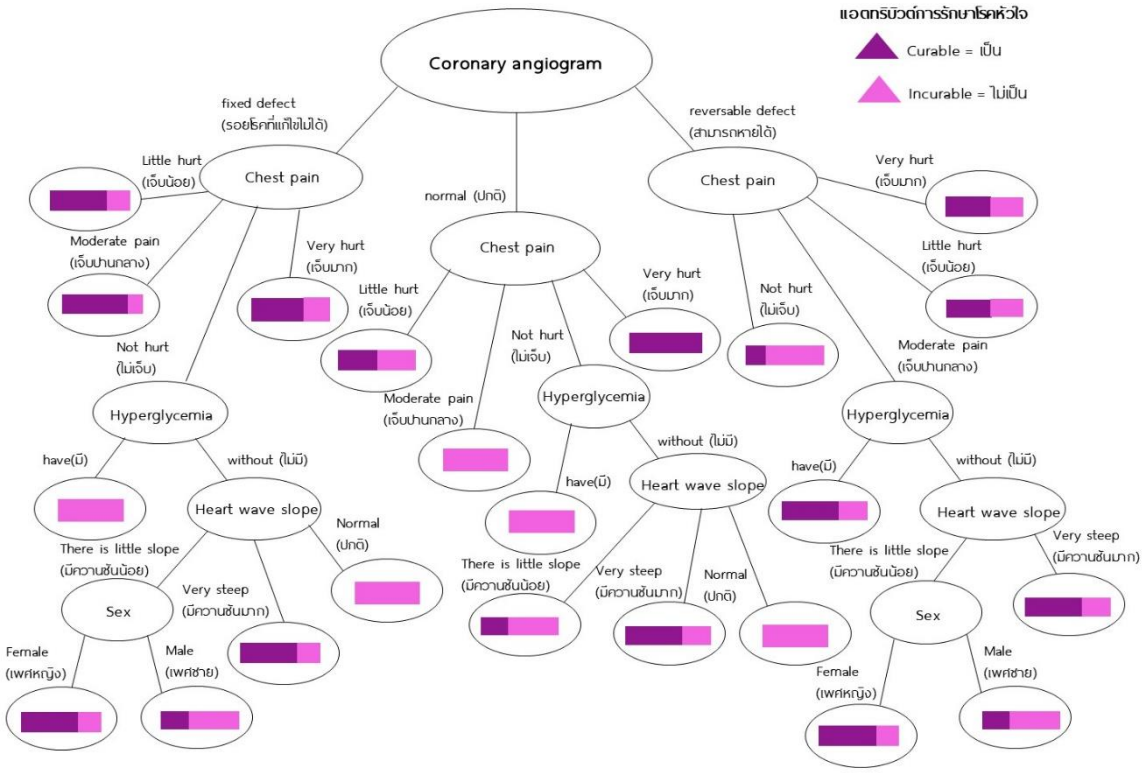
$= 0.89 - 0.86$

$= 0.03$

จากการคำนวณค่า IG ของแอตทริบิวต์ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Not hurt (ไม่เจ็บ) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ There is little slope (มีความชันน้อย) ต่อ เพศ ของ Fixed defect (รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้) และ Coronary angiogram (ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูเส้นเลือด) และ Chest pain (อาการเจ็บหน้าอก) ของ Moderate pain (เจ็บปานกลาง) และ Hyperglycemia (น้ำตาลในเลือด) ของ without (ไม่มี) ต่อ Heart wave slope (ความชันคลื่นหัวใจ) ของ There is little slope (มีความชันน้อย) ต่อ เพศ ของ Reversable defect (สามารถหายได้) พบว่าข้อมูลในแต่ละโหนดมีคลาสคำตอบเดียวกันแล้ว คือ ผลลัพธ์เป็น และไม่ได้เป็น

3.1.5 ประเมินผลก่อนตัดสินใจ (Evaluation) เป็นขั้นตอนก่อนนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 ไปใช้งาน ด้วยการวัดประสิทธิผลของผลลัพธ์ที่ได้กับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ในขั้นตอนแรก ว่ามีนัยสำคัญหรือความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด

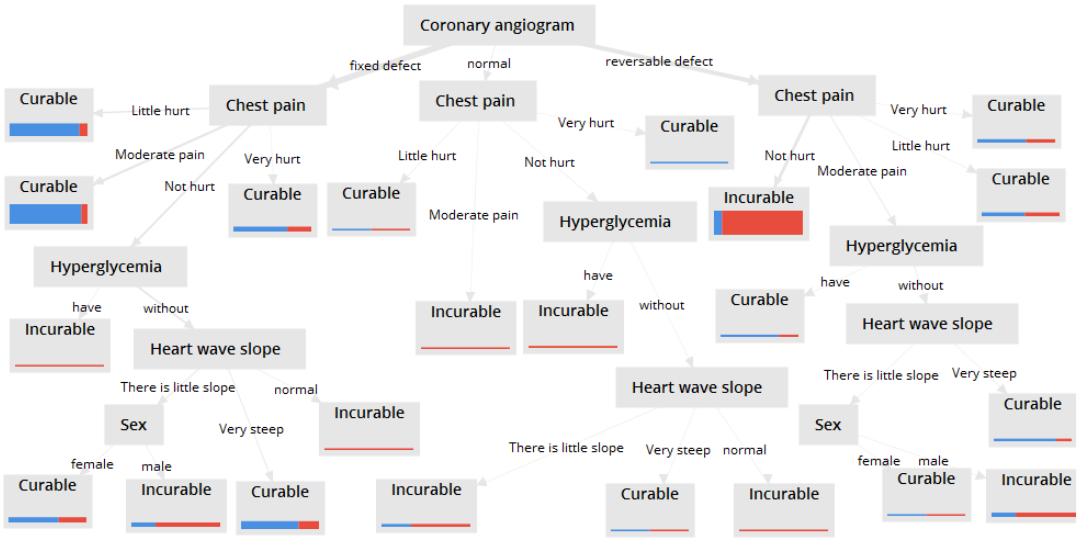
ผู้วิเคราะห์ข้อมูลได้ข้อมูลที่ผ่านการคำนวณ จากการสร้างโมเดล Decision Tree ดังนี้



ภาพที่ 3.11 รูปแบบโมเดล Graph Decision Tree ของการคำนวณ

ผู้วิเคราะห์ข้อมูลได้ข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค Data Mining จากการสร้างโมเดล Decision Tree ดังนี้

1) โปรแกรม RapidMiner Studio



ภาพที่ 3.12 รูปแบบโมเดล Graph Decision Tree ของ Rapid Miner

จากผลสรุปที่ได้จากการสร้างโมเดล Decision Tree จากการคำนวณ และจากโปรแกรม Rapid Miner ทั้ง 2 โมเดล มีผลลัพธ์ออกมาที่ตรงกัน และสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้เพิ่มความถูกต้องและชัดเจนของข้อมูลให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

Tree

```
Coronary angiogram  = fixed defect
|   Chest pain  = Little hurt: Curable {Curable=35, Incurable=4}
|   Chest pain  = Moderate pain: Curable {Curable=58, Incurable=5}
|   Chest pain  = Not hurt
|   |   Hyperglycemia   = have: Incurable {Curable=0, Incurable=2}
|   |   Hyperglycemia   = without
|   |   |   Heart wave slope   = There is little slope
|   |   |   |   Sex = female: Curable {Curable=9, Incurable=5}
|   |   |   |   Sex = male: Incurable {Curable=3, Incurable=8}
|   |   |   Heart wave slope   = Very steep: Curable {Curable=17, Incurable=6}
|   |   |   Heart wave slope   = normal: Incurable {Curable=0, Incurable=2}
|   Chest pain  = Very hurt: Curable {Curable=9, Incurable=4}
Coronary angiogram  = normal
|   Chest pain  = Little hurt: Curable {Curable=1, Incurable=1}
|   Chest pain  = Moderate pain: Incurable {Curable=0, Incurable=2}
|   Chest pain  = Not hurt
|   |   Hyperglycemia   = have: Incurable {Curable=0, Incurable=3}
|   |   Hyperglycemia   = without
|   |   |   Heart wave slope   = There is little slope: Incurable {Curable=2, Incurable=4}
|   |   |   Heart wave slope   = Very steep: Curable {Curable=1, Incurable=1}
|   |   |   Heart wave slope   = normal: Incurable {Curable=0, Incurable=2}
|   Chest pain  = Very hurt: Curable {Curable=2, Incurable=0}
Coronary angiogram  = reversable defect
|   Chest pain  = Little hurt: Curable {Curable=5, Incurable=4}
|   Chest pain  = Moderate pain
|   |   Hyperglycemia   = have: Curable {Curable=3, Incurable=1}
|   |   Hyperglycemia   = without
|   |   |   Heart wave slope   = There is little slope
|   |   |   |   Sex = female: Curable {Curable=1, Incurable=1}
```

ภาพที่ 3.13 คำบรรยายลักษณะงาน Decision Tree ของ RapidMiner

ดังนั้น ผู้จัดทำได้ผลลัพธ์ของกฎที่สามารถทำนายได้ตำนวน 22 กฎ และสามารถนำกฎที่ได้นำไปวิเคราะห์กฎต่อไปได้ โดยสามารถจำแนกกฎได้ ดังนี้

- กฎข้อที่ 1 IF Coronary angiogram = fixed defect And Chest pain = Little hurt Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บน้อย ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”

- กฎข้อที่ 2 IF Coronary angiogram = fixed defect And Chest pain = Moderate pain Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บปานกลาง ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”

- กฎข้อที่ 3 IF Coronary angiogram = fixed defect And Chest pain = Very hurt Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอด

เลือด เป็น รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บมาก ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”

- กฎข้อที่ 4 IF Coronary angiogram = fixed defect And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = have Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และ มีน้ำตาลในเลือด ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”
- กฎข้อที่ 5 IF Coronary angiogram = fixed defect And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = normal Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็น ปกติ ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”
- กฎข้อที่ 6 IF Coronary angiogram = fixed defect And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = Very steep Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจเป็น ความชันมาก ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”
- กฎข้อที่ 7 IF Coronary angiogram = fixed defect And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = There is little slope And Sex = female Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็น ความชันน้อย และเป็นเพศหญิง ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”
- กฎข้อที่ 8 IF Coronary angiogram = fixed defect And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = There is little slope And Sex = male Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น รอยโรคที่แก้ไขไม่ได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็น ความชันน้อย และเป็นเพศชาย ผลการพิจารณาพบว่าการรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”

- กฎข้อที่ 9 IF Coronary angiogram = normal And Chest pain = Little hurt Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดเป็นปกติ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บน้อย ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”

- กฎข้อที่ 10 IF Coronary angiogram = normal And Chest pain = Moderate pain Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น ปกติ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บปานกลาง ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”

- กฎข้อที่ 11 IF Coronary angiogram = normal And Chest pain = Very hurt Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดเป็น ปกติ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บมาก ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”

- กฎข้อที่ 12 IF Coronary angiogram = normal And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = have Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น ปกติ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และมีน้ำตาลในเลือด ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”

- กฎข้อที่ 13 IF Coronary angiogram = normal And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = normal Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น ปกติ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็น ปกติ ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”

- กฎข้อที่ 14 IF Coronary angiogram = normal And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = Very steep Than Treatment = curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น ปกติ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็นความชันมาก ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”

- กฎข้อที่ 15 IF Coronary angiogram = normal And Chest pain = Not hurt And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = There is little slope Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด เป็น ปกติ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็น ความชันน้อย ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”
- กฎข้อที่ 16 IF Coronary angiogram = reversable defect And Chest pain = Very hurt Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดที่สามารถหายได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บมาก ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”
- กฎข้อที่ 17 IF Coronary angiogram = reversable defect And Chest pain = Little hurt Than Treatment = Curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดที่สามารถหายได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บน้อย ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”
- กฎข้อที่ 18 IF Coronary angiogram = reversable defect And Chest pain = Not hurt Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดที่สามารถหายได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นไม่เจ็บ ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”
- กฎข้อที่ 19 IF Coronary angiogram = reversable And Chest pain = Moderate pain And Hyperglycemia = have Than Treatment = curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดที่สามารถหายได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บปานกลาง และ มีน้ำตาลในเลือด ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”
- กฎข้อที่ 20 IF Coronary angiogram = reversable And Chest pain = Moderate pain And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = Very steep Than Treatment = curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด ที่สามารถหายได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บปานกลาง และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็น ความชันมาก ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”

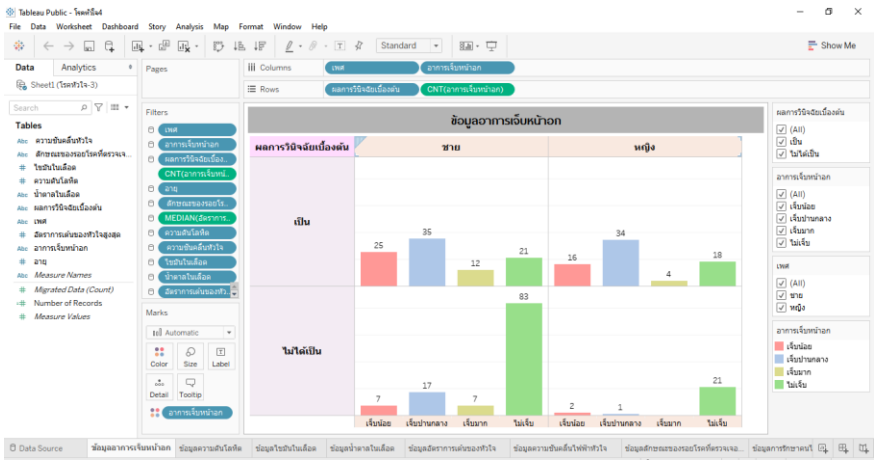
- กฎข้อที่ 21 IF Coronary angiogram = reversable And Chest pain = Moderate pain And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = There is little slope And Sex = female Than Treatment = curable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด ที่สามารถหายได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บปานกลาง และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็น ความชันน้อย และเป็นเพศหญิง ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “เป็น”

- กฎข้อที่ 22 IF Coronary angiogram = reversable And Chest pain = Moderate pain And Hyperglycemia = without And Heart wave slope = There is little slope And Sex = male Than Treatment = Incurable หมายความว่า ลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดที่สามารถหายได้ และมีอาการเจ็บหน้าอกเป็นเจ็บปานกลาง และไม่มีน้ำตาลในเลือด และมีความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เป็น ความชันน้อย และเป็นเพศชาย ผลการพิจารณาพบว่า การรักษา จะมีผลลัพธ์ว่า “ไม่เป็น”

3.1.6 เผยแพร่ผลวิเคราะห์ (Deployment) ขั้นตอนการนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งานเป็นการทั่วไป อาจจัดทำเป็นรูปแบบของรายงาน (Report) หรือแผนภาพ (Dashboard)

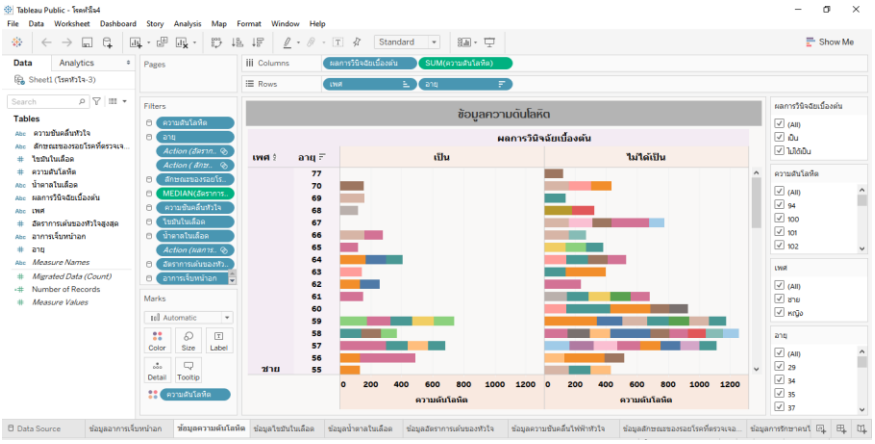
ผู้วิเคราะห์ข้อมูลนำผลข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์แล้ว แสดงผลข้อมูลบน Web browser โดยใช้ชุดคำสั่ง HTML และ CSS3 ร่วมกับการนำเสนอข้อมูลแบบ Visualization ด้วยการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของภาพโดยใช้โปรแกรม Tableau Public

1) แสดงข้อมูลอาการเจ็บหน้าอก ซึ่งเป็นการแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง ผู้ใช้สามารถเลือกดูอาการเจ็บหน้าอกแต่ละชนิดและจำแนกตามเพศได้เพื่อดูผลวินิจฉัยเบื้องต้น



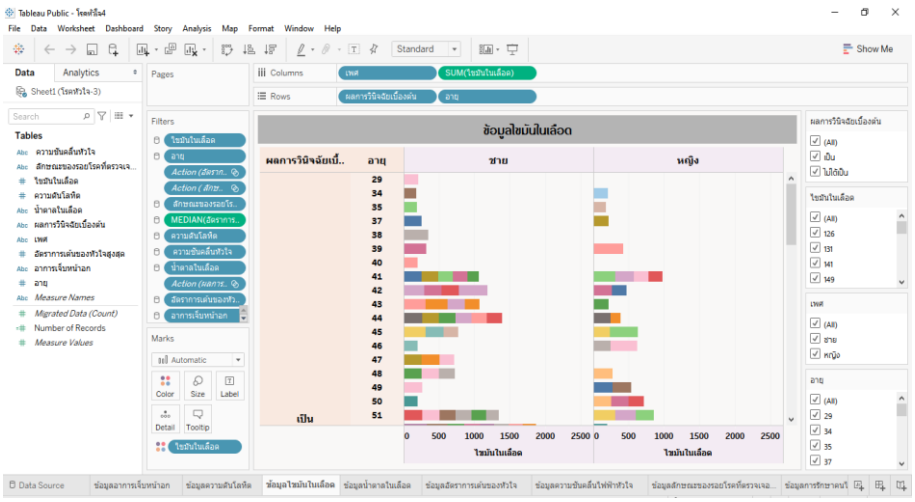
ภาพที่ 3.14 ข้อมูลอาการเจ็บหน้าอก

2) แสดงข้อมูลความดันโลหิต ซึ่งเป็นการแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง ผู้ใช้สามารถเลือกดูความดันโลหิตจำแนกตามเพศ และอายุได้เพื่อดูผลวินิจฉัยเบื้องต้น



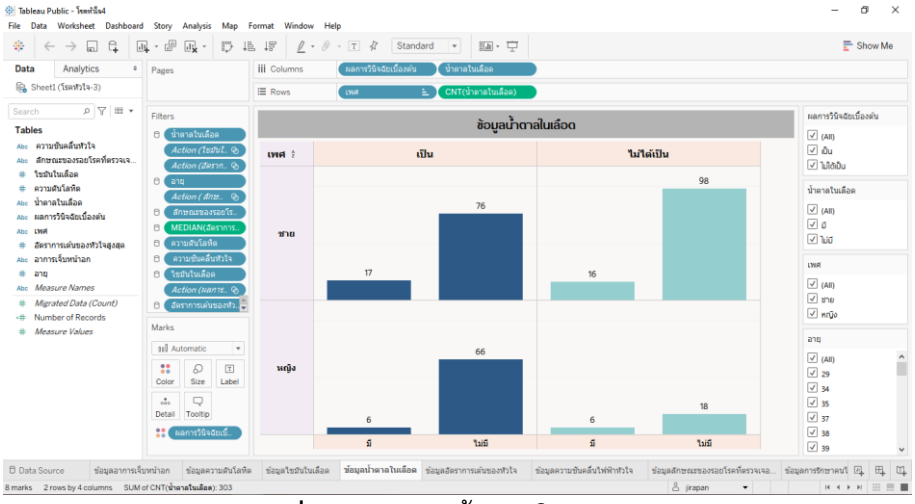
ภาพที่ 3.15 ข้อมูลความดันโลหิต

3) แสดงข้อมูลไขมันในเลือด ซึ่งเป็นการแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง ผู้ใช้สามารถเลือกดูไขมันในเลือดจำแนกตามเพศอายุได้เพื่อดูผลวินิจฉัยเบื้องต้น



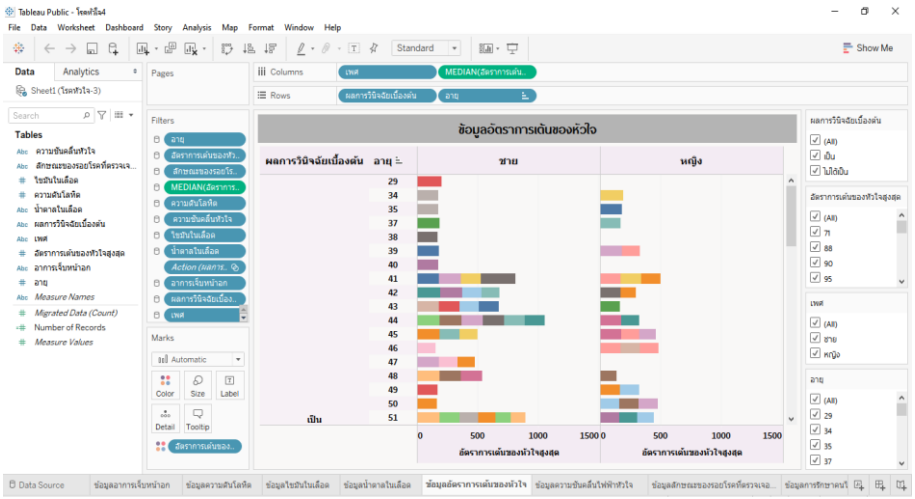
ภาพที่ 3.16 ข้อมูลไขมันในเลือด

4) แสดงข้อมูลน้ำตาลในเลือด ซึ่งเป็นการแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง ผู้ใช้สามารถเลือกดูน้ำตาลในเลือดจำแนกตามเพศได้เพื่อดูผลวินิจฉัยเบื้องต้น



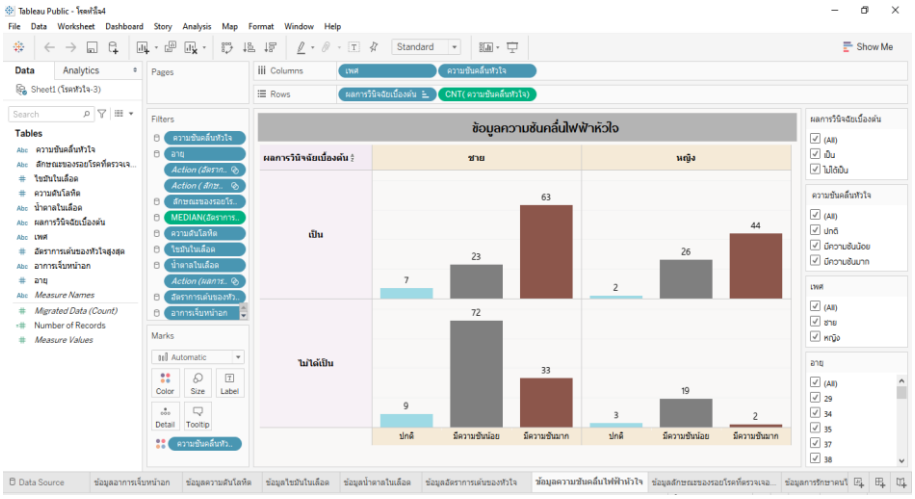
ภาพที่ 3.17 ข้อมูลน้ำตาลในเลือด

5) แสดงข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งเป็นการแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่งผู้ใช้สามารถเลือกดูอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดจำแนกตามเพศและอายุได้เพื่อดูผลวินิจฉัยเบื้องต้น



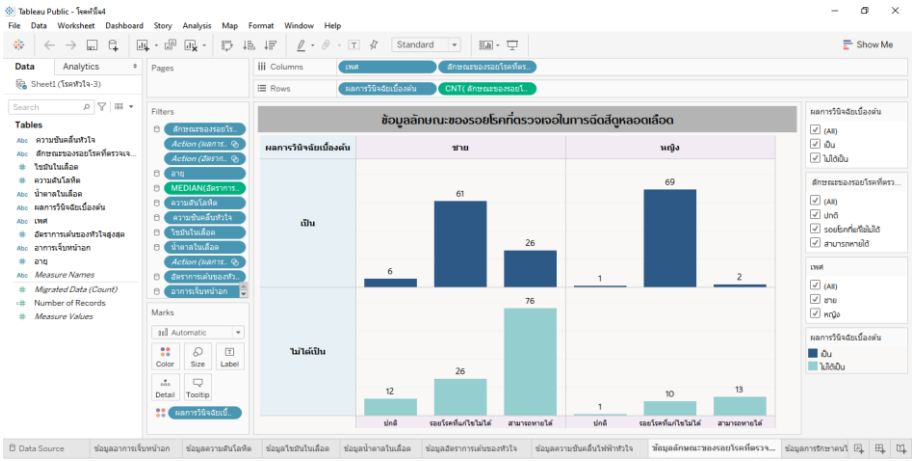
ภาพที่ 3.18 ข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

6) แสดงข้อมูลความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ซึ่งเป็นการแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง ผู้ใช้สามารถเลือกดูความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจจำแนกตามเพศได้เพื่อดูผลวินิจฉัยเบื้องต้น



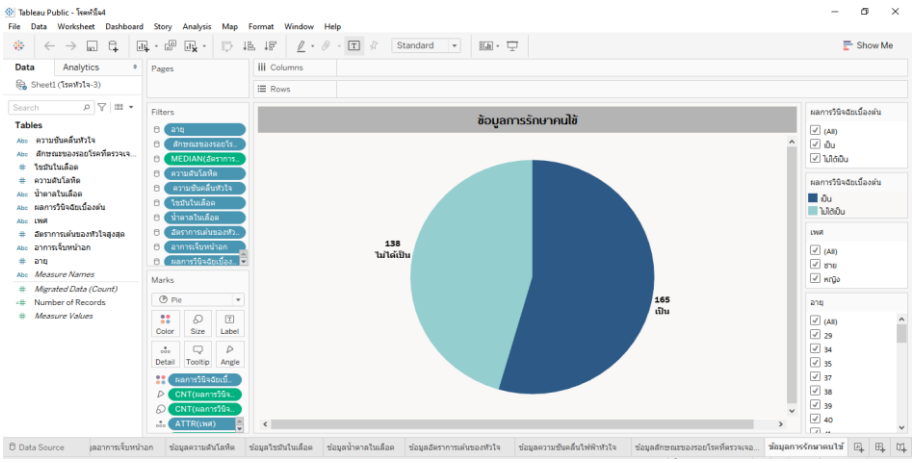
ภาพที่ 3.19 ข้อมูลความชันคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

7) แสดงข้อมูลลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด ซึ่งเป็นการแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง ผู้ใช้สามารถเลือกดูลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือดจำแนกตามเพศได้เพื่อดูผลวินิจฉัยเบื้องต้น



ภาพที่ 3.20 ข้อมูลลักษณะของรอยโรคที่ตรวจเจอในการฉีดสีดูหลอดเลือด

8) แสดงข้อมูลการรักษาคนไข้ ซึ่งเป็นการแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิวงกลม ผู้ใช้สามารถเลือกดูการรักษาคนไข้จำแนกตามผลวินิจฉัยเบื้องต้นได้

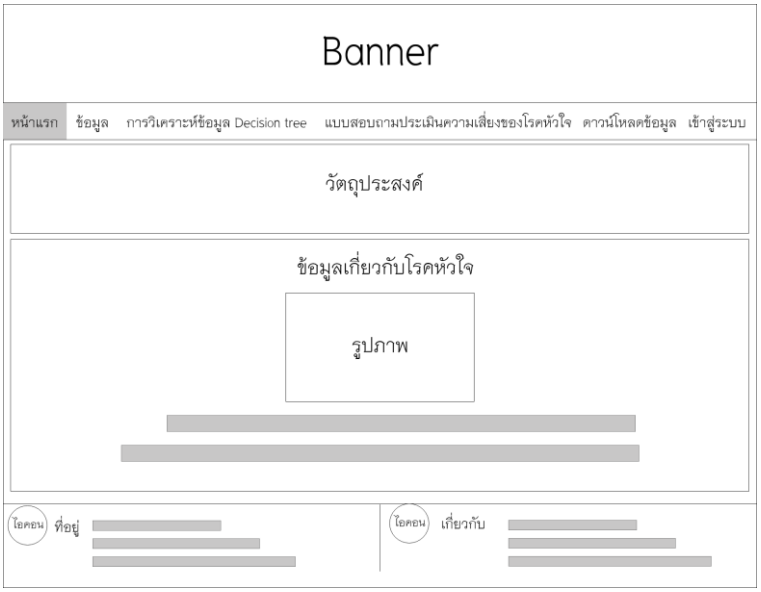


ภาพที่ 3.21 ข้อมูลการรักษาคนไข้

3.2 การออกแบบเว็บไซต์

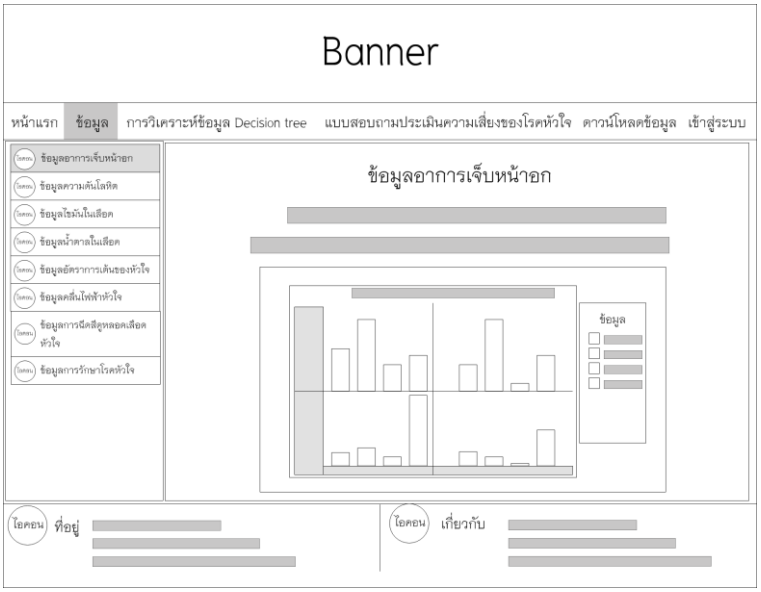
3.2.1 การออกแบบ Wireframe หน้าจอเว็บไซต์

1) หน้าแรกของเว็บไซต์



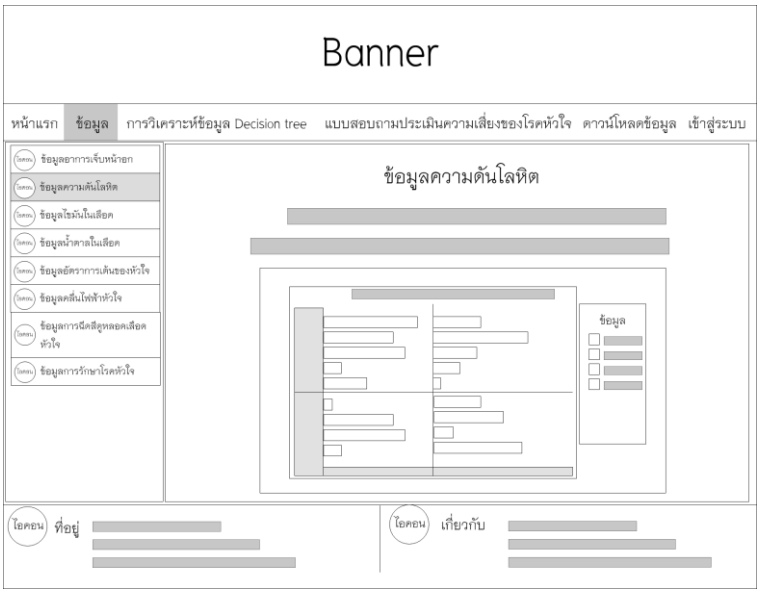
ภาพที่ 3.22 หน้าแรกของเว็บไซต์

2) หน้าข้อมูลอาการเจ็บหน้าอก



ภาพที่ 3.23 หน้าข้อมูลอาการเจ็บหน้าอก

3) หน้าข้อมูลความดันโลหิต



ภาพที่ 3.24 หน้าข้อมูลความดันโลหิต

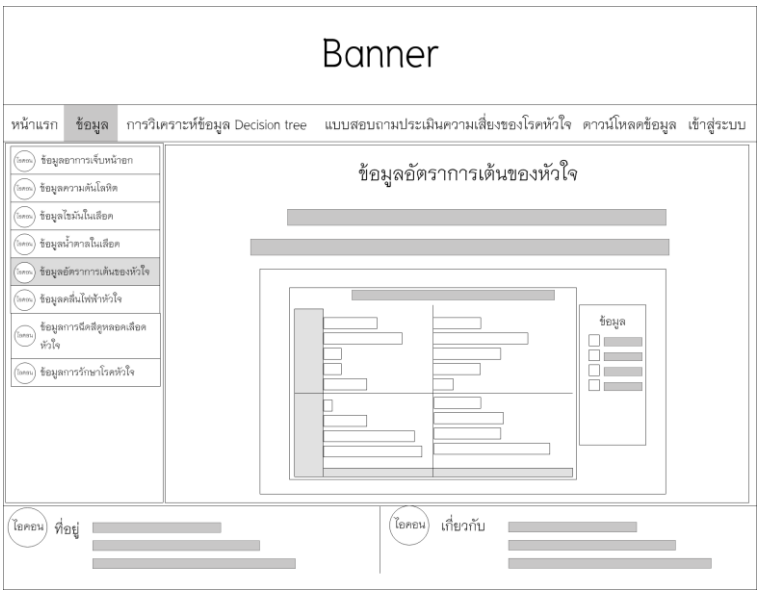
4) หน้าข้อมูลไขมันในเลือด

ภาพที่ 3.25 หน้าข้อมูลไขมันในเลือด

5) หน้าข้อมูลน้ำตาลในเลือด

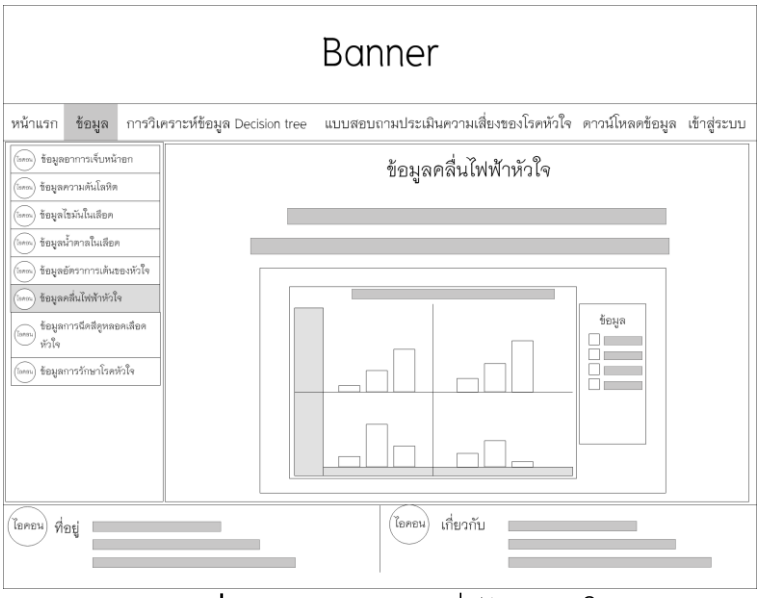
ภาพที่ 3.26 หน้าข้อมูลน้ำตาลในเลือด

6) หน้าข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ



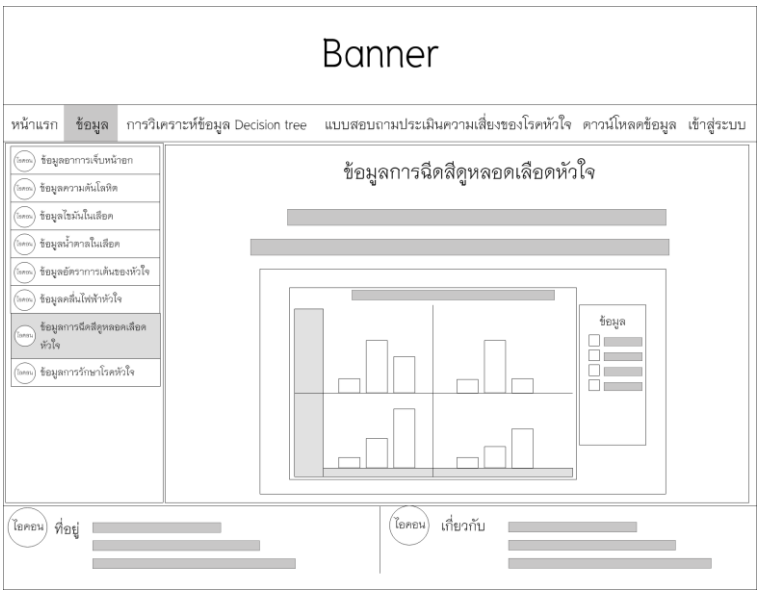
ภาพที่ 3.27 หน้าข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจ

7) หน้าข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ



ภาพที่ 3.28 หน้าข้อมูลคลื่นไฟฟ้าหัวใจ

8) หน้าข้อมูลการฉีดสีดูหลอดเลือดหัวใจ

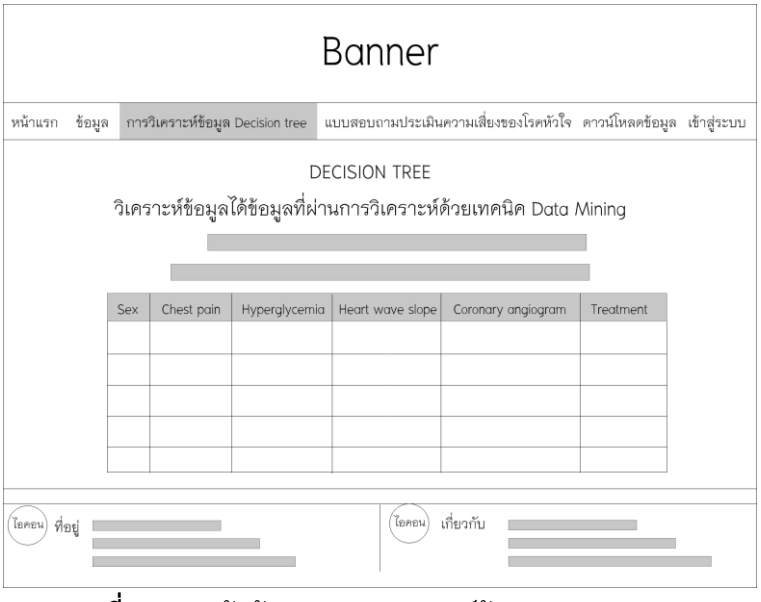


ภาพที่ 3.29 หน้าข้อมูลการฉีดสีดูหลอดเลือดหัวใจ

9) หน้าข้อมูลการรักษาโรคหัวใจ

ภาพที่ 3.30 หน้าข้อมูลการรักษาโรคหัวใจ

10) หน้าข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล Decision tree



ภาพที่ 3.31 หน้าข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล Decision tree

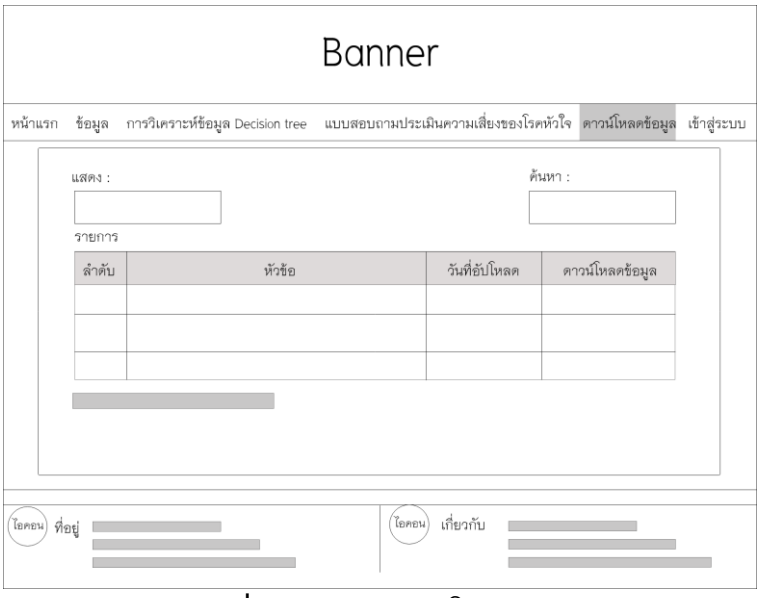
11) หน้าแบบสอบถามการประเมินความเสี่ยงของโรคหัวใจ

ภาพที่ 3.32 หน้าแบบสอบถามการประเมินความเสี่ยงของโรคหัวใจ

12) หน้าแสดงผลลัพธ์ของแบบสอบถามประเมินความเสี่ยงของโรคหัวใจ

ภาพที่ 3.33 หน้าแสดงผลลัพธ์ของแบบสอบถามประเมินความเสี่ยงของโรคหัวใจ

13) หน้าดาวน์โหลดข้อมูลส่วนผู้ใช้

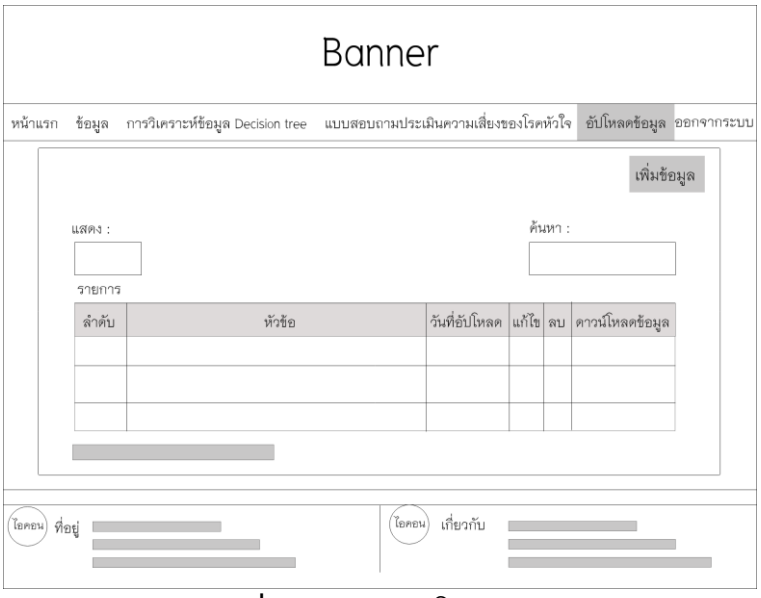


ภาพที่ 3.34 หน้าดาวน์โหลดข้อมูล

14) หน้าเข้าสู่ระบบ

ภาพที่ 3.35 หน้าเข้าสู่ระบบ

15) หน้าอัปโหลดข้อมูลส่วนของแอดมิน



ภาพที่ 3.36 หน้าอัปโหลดข้อมูล

3.3 บทสรุป

จากวิธีการดำเนินงานโครงงานในข้างต้นทั้งหมดนี้ ผู้วิเคราะห์ข้อมูลได้แสดงวิธีในการจัดการกับข้อมูลโรคหัวใจ ด้วยขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย CRISP-DM อย่างละเอียด และได้ทำการสร้างโมเดล Decision Tree จาก โปรแกรม RapidMiner Studio 9.5.1 ในการสร้างโมเดล Decision Tree ได้ผลลัพธ์ที่เหมือนกัน และนำข้อมูลสารสนเทศมาทำการแสดงผลแบบ Viisualization ในรูปแบบของภาพโดยใช้โปรแกรม Tableau Public และในการออกแบบ Wireframe ของเว็บไซต์ที่จะเผยแพร่บน Web browser โดยใช้โปรแกรม Adobe XD