บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากงานค้นคว้าอิสระด้วยการทำเหมืองข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หารูปแบบการเกิดรูพรุนในงานฉีดขึ้นรูปโรเตอร์ด้วยอลูมิเนียมแล้วนำไปสู่การพัฒนาตัวแบบจำลองพารามิเตอร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาบริษัท อิเมอร์สัน อิเลคทริค (ประเทศไทย) จำกัด ผลจากการการทำเหมื่องข้อมูลทำให้ทราบรูปแบบขอการเกิดของเสียทั้ง 4 ประเภท และสามารถพัฒนาชุดตัวแบบพารามิเตอร์ที่ใช้งานได้จริง

ดังนั้นในส่วนของการสรุปผลการวิจัยจะแบ่งการสรุปผลอกเป็น 2 ส่วนคือ

1. สรุปผลจากการนำการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในงานค้นคว้าอิสระผลคือสามารถจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ โดยนำข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์แล้วดึงความรู้ หรือสิ่งสำคัญออกมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ หรือทำนายสิ่งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งการค้นหาความรู้หรือ ความจริงที่แฝงอยู่ในข้อมูลหรือเป็นกระบวนการขุดค้นสิ่งที่น่าสนใจในกองข้อมูลที่เรามีอยู่ ซึ่งต่างจากระบบฐานข้อมูล ตรงที่เราไม่ต้องเป็นคนกำหนดคำสั่ง (เช่น SQL) เพื่อค้นหาข้อมูลที่เราต้องการ แต่การทำเหมืองข้อมูล จะมีวิธีการ (ซึ่งปกติจะเป็น machine learning tools) เพื่อทำหน้าที่นี้ นั่นคือเราแค่บอกว่าเราต้องการอะไร (what to be mined) แต่ไม่จำเป็นต้อง ระบุว่า ทำอย่างไร (How to mine) ซึ่งในระบบฐานข้อมูลทั่วไป จะบังคับให้เราต้องทำทั้งสองหน้าที่นี้ คือคิดก่อนว่าจะ ค้นหาอะไรแล้วก็ไปประดิษฐ์คำสั่ง SQL เพื่อค้นหาข้อมูลนั้น ดังนั้นถ้าเราคิดไม่รอบคอบ หรือคิดดีแล้วแต่แปลเป็นคำสั่งผิด ก็จะได้ข้อมูลผิดๆ หรือไม่ตรงกับความต้องการ Data Mining มีประโยชน์มาก โดยเฉพาะการค้นหาข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นสารสนเทศที่มีเหตุผล (Valid) และสามารถนำไปใช้ได้ (Actionable) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะช่วยในการตัดสินใจในการทำธุรกิจหรือแก้ปัญหาต่างๆ ในสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจจำเป็นต้องมีกลยุทธ์หรือยุทธวิธีที่เชื่อมั่นได้ว่าจะลดความเสี่ยงขององค์กรลงได้จำเป็นต้องมีฐานความรู้ เพื่อใช้ในการสร้างกรอบการทำงานที่ตอบสนองกับกลยุทธ์ทางธุรกิจ การที่จะได้มาซึ่งฐานความรู้และกรอบการทำงานที่มีประโยชน์จำเป็นต้องมีเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางธุรกิจ เทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถกลั่นกรองข้อมูลทางธุรกิจที่มีปริมาณมหาศาลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์

2. สรุปผลการพัฒนาตัวแบบจำลองพารามิเตอร์

เมื่อได้ตัวแบบของการเกิดของเสียทั้ง 4 ประเภทและได้ค่าพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อของเสียแต่ละประเภทแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการจัดทำชุดตัวแบบจำลองพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการเกิดของเสียทั้ง 4 ประเภท ซึ่งก็คือการรวมเอาค่าพารามิเตอร์ทั้ง 4 ประเภทเข้าด้วยกันโดยมีหลักการในการพิจารณาดังนี้

เนื่องจากในขั้นตอนสร้างตัวแบบผลการพยากรณ์ของตัวแบบทั้งแบบจำแนกประเภท (Classification) และแบบกฎความสัมพันธ์เชื่อมโยง (Association rule) ได้ค่าผลลัพธ์ออกมาเหมือนกันคือที่ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ทุกตัวของของเสียทั้ง 4 ประเภท ไม่ส่งผลให้เกิดของเสียทั้ง 4 ประเภท และจากที่นำค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ดังกล่าวไปทดลองใช้กับงานจริงผลปรากฏว่าไม่พบของเสียทั้ง 4 ประเภท ดังนั้นในการสร้างตัวแบบจำลองพารามิเตอร์จะใช้ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอน WEKA Data Preprocess เป็นค่าพารามิเตอร์มาตรฐาน เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจในหลักการเลือกพารามิเตอร์สามารถอธิบายได้ดังนี้

ตารางที่ 5.1

หลักการเลือกพารามิเตอร์

	Porosity Defect Types					
Parameter	Unit	Gas	Flow	Cold Shot	Hot Crack	StdDve
Cycle Time	Sec.		55	55		2.5
Shot Pressure	Bar	127	127			2.5
Accumulator Pressure	Bar		125			1
Shot Retract	mm.	63				1
Top Mold Temp.	Degree F			68	68	4
Lower Mold Temp.	Degree F			98	98	5
Aluminum Temp.	Degree F	1273	1273	1273	1273	13
Shot Velocity	Ips	25				0.7

ตาราง 5.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดจากการทำเหมืองข้อมูลของปัญหาของเสียเนื่องจาก Porosity ทั้ง4 ประเภท

หลักการในการเลือกพารามิเตอร์จากตาราง 5.1 ในช่องตารางที่แสดงค่าพารามิเตอร์และระบายสีหมายความว่าเป็นพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Porosity ประเภทนั้นๆ และในช่องที่ไม่ได้ระบายสีหมายความว่าไม่ส่งผลต่อาการเกิดปัญหา Porosity ฉะนั้นสรุปผลได้ว่า

1. ค่าพารามิเตอร์ Cycle Time = 55 Sec. เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Flow และ Cold Shot Porosity และไม่ส่งผลการเกิดปัญหา Gas และ Hot Crack Porosity

2. ค่าพารามิเตอร์ Shot Pressure = 127 Bar เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Gas และ Flow Porosity และไม่ส่งผลการเกิดปัญหา Cold Shot และ Hot Crack Porosity

3. ค่าพารามิเตอร์ Accumulator Pressure = 125 Bar เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Flow Porosity และไม่ส่งผลการเกิดปัญหา Porosity ประเภทอื่นๆ

4. ค่าพารามิเตอร์ Shot Retract = 63 mm. เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Gas Porosity และไม่ส่งผลการเกิดปัญหา Porosity ประเภทอื่นๆ

5. ค่าพารามิเตอร์ Top Mold Temp. = 68 Degree F เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Cold Shot และ Hot Crack Porosity และไม่ส่งผลการเกิดปัญหา Gas และ Flow Porosity

6. ค่าพารามิเตอร์ Lower Mold Temp. = 98 Degree F เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Cold Shot และ Hot Crack Porosity และไม่ส่งผลการเกิดปัญหา Gas และ Flow Porosity

7. ค่าพารามิเตอร์ Aluminum Temp. = 1273 Degree F เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Porosity ทั้ง 4 ประเภท

8. ค่าพารามิเตอร์ Shot Velocity = 25 Ips. เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ที่สุดสำหรับการแก้ปัญหา Gas Porosity และไม่ส่งผลต่อการเกิดปัญหา Porosity ประเภทอื่นๆ

จากการสรุปผลในตาราง 5.1 เมื่อทำการรวมค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดทั้ง 4 แบบเข้าด้วยกันจะได้ตัวแบบจำลองพารามิเตอร์มาตรฐานทีสามารถนำไปใช้งานดังนี้

ตารางที่ 5.2
ตัวแบบจำลองพารามิเตอร์มาตรฐานที่ได้จากการทำเหมื่องข้อมูล

Parameters	Set Value	StdDev	Unit
Cycle Time	55	2.5	Sec
Shot Pressure	127	2.5	Bar
Accumulator Pressure	125	1	Bar
Shot retract (mm)	63	1	mm
Top Mold Temp.	68	5	Degree F
Lower Mold Temp.	98	4	Degree F
Aluminum Temp.	1273	13	Degree F
Shot Velocity	25	0.7	Ips

เมื่อนำตัวแบบจำลองพารามิเตอร์ไปทดลองใช้กับงานจริงจำนวน 100 Shots แล้วการตรวจสอบหาจำนวนของเสียทั้ง 4 ประเภทจากกลุ่มตัวอย่าง 30 ชิ้นงานผลปรากฏว่าไม่พบชิ้นงานเสีย และเมื่อนำข้อมูลพารามิเตอร์ที่ทดลองจำนวน 100 Shots มาหาค่าทางสถิติพบว่าค่าความแปรปรวนของกระบวนการน้อยลงและปรับตั้งเครื่องจักรง่ายขึ้น

สรุปผลความรู้ที่ได้จากการพัฒนาตัวแบบจำลองพารามิเตอร์ด้วยวิธีการทำเหมืองข้อมูลได้ดังนี้

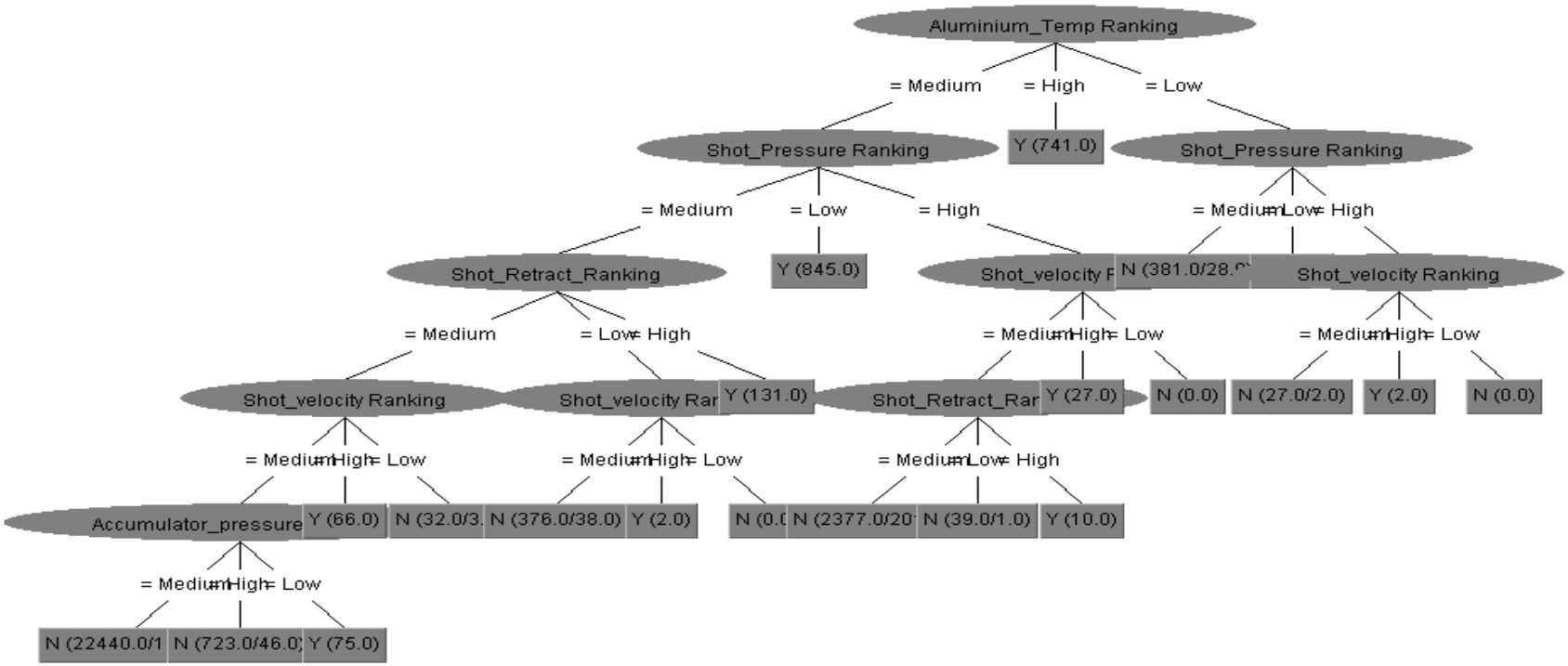
1. การแก้ปัญหา Gas Porosity มีพารามิเตอร์สำคัญที่ต้องพิจารณาดังนี้
   1.1 Shot pressure
   1.2 Shot retract
   1.3 Aluminum Temperature
   1.4 Shot velocity
   1.5 Accumulator Pressure

ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบจำลอง Gas Porosity กับชิ้นงานที่ทำการศึกษามีดังนี้

- Shot pressure = 127 Bar +/- 2.5 Bar
- Shot retract = 63 mm. +/- 1mm.
- Aluminum Temperature = 1273 F +/- 13 F
- Shot velocity = 25 IPS +/- 0.7 IPS
- Accumulator Pressure = 125 Bar +/- 1 Bar

ภาพที่ 5.1

แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจในการลดปัญหา Gas Porosity



2. การแก้ปัญหา Flow Porosity มีพารามิเตอร์สำคัญที่ต้องพิจารณาดังนี้

2.1 Cycle Time

2.2 Shot Pressure

2.3 Aluminum Temp.

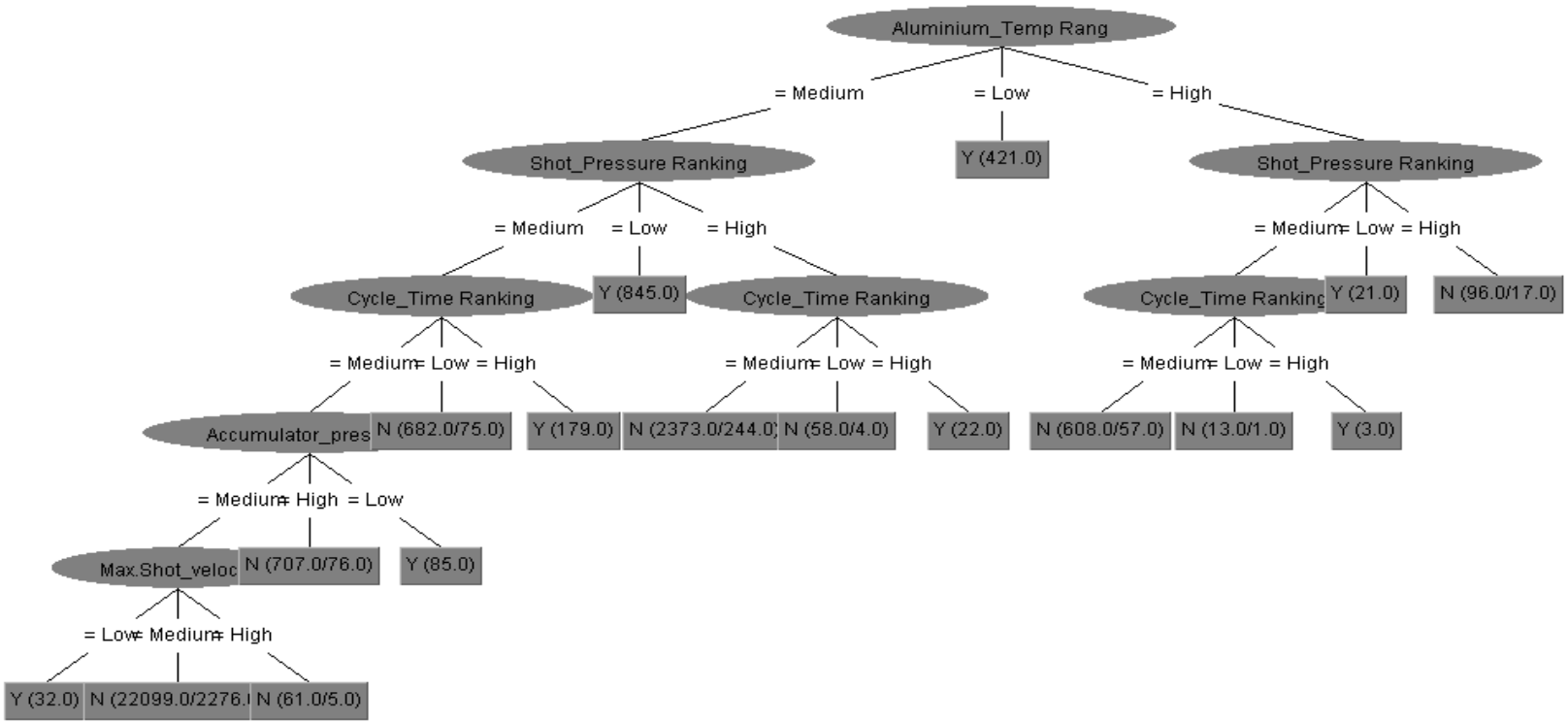
2.4 Accumulator Pressure

ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบจำลอง Flow Porosity กับชิ้นงานที่ทำการศึกษามีดังนี้

- Cycle Time = 55 +/- 2.5 Sec.
- Shot Pressure = 127.02 +/- 2.5 Bar
- Aluminum Temp. = 1273 +/- 13 F
- Accumulator Pressure = 125 +/- 1 Bar

ภาพที่ 5.2

แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจในการลดปัญหาFlow Porosity



3. การแก้ปัญหา Cold Shot Porosity มีพารามิเตอร์สำคัญที่ต้องพิจารณาดังนี้

3.1 Cycle Time

3.2 Top Mold Temp.

3.3 Lower Mold Temp.

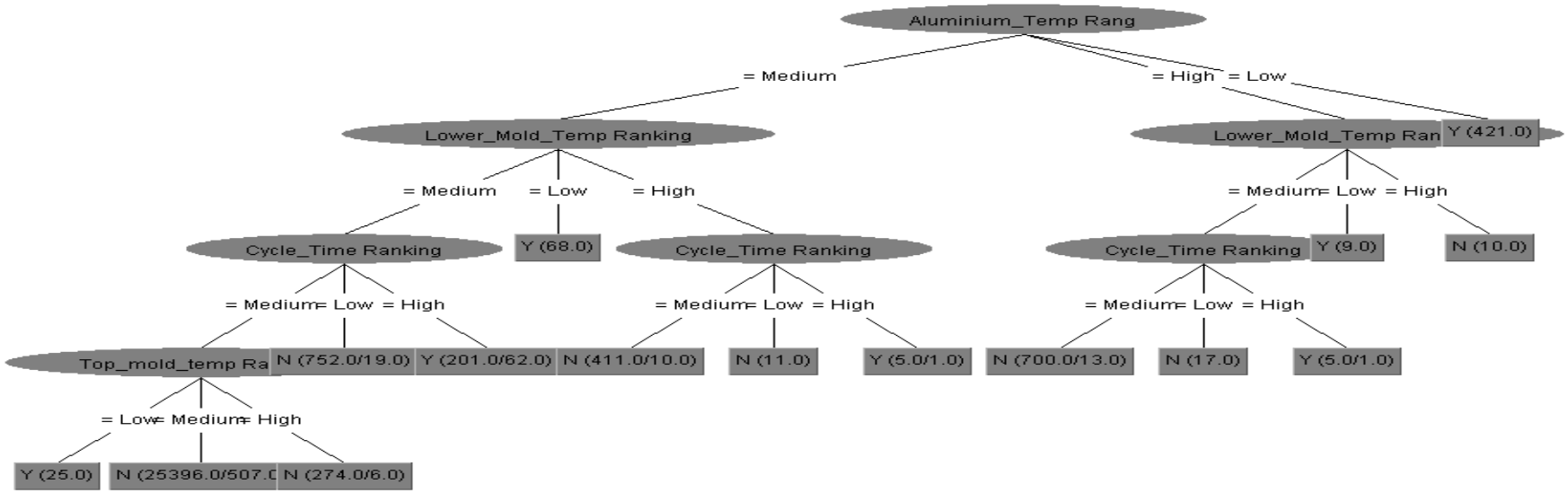
3.4 Aluminum Temp.

ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบจำลอง Cold Shot Porosity กับชิ้นงานที่ทำการศึกษามีดังนี้

- Cycle Time = 55 +/-2.5 Sec
- Top Mold Temp. = 68 +/- 5 F
- Lower Mold Temp.= 98+/- 4F
- Aluminum Temp. = 1273 +/- 13 F

ภาพที่ 5.3

แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจในการลดปัญหา Cold Shot Porosity



4. ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการลดของเสียประเภท Hot Crack Porosity

4.1 Top Mold Temp.

4.2 Lower Mold Temp.

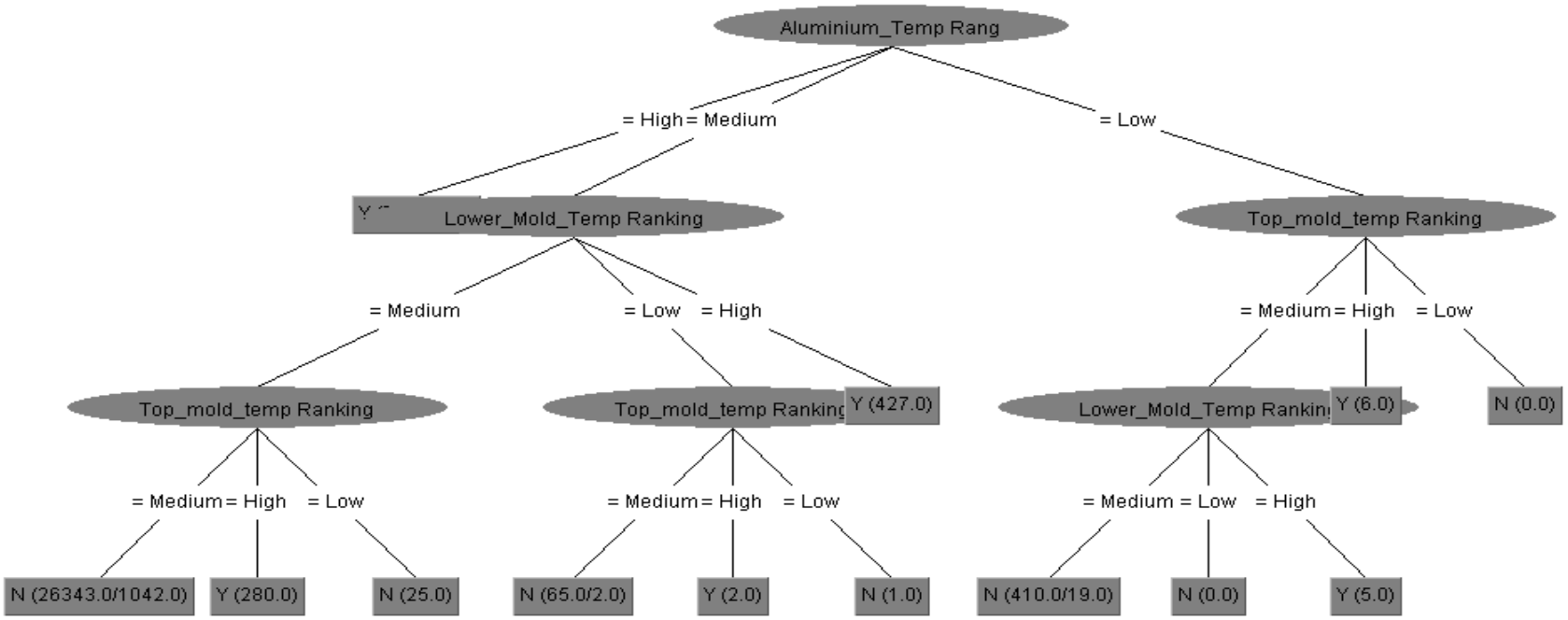
4.3 Aluminum Temp.

ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของตัวแบบจำลอง Hot Crack Porosity กับชิ้นงานที่ทำการศึกษามีดังนี้

- Top Mold Temp. = 68 +/- 5 F
- Lower Mold Temp. = 98 +/- 4 F
- Aluminum Temp. = 1273 +/- 13 F

ภาพที่ 5.4

แผนภาพต้นไม้เพื่อการตัดสินใจในการแก้ปัญหา Hot Crack Porosity



5.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยนี้คือการสกัดค้นหาความรู้จากกองข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวแบบจำลองของกระบวนการฉีดขึ้นรูปโรเตอร์ด้วยอลูมิเนียมโดยใช้เครื่องฉีดชนิดแนวตั้งขนาด 100 ตัน (Vertical Die casting Machine) เท่านั้น ฉะนั้นการทีจะนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องฉีดแนวนอนอาจจะต้องศึกษาตัวแปรอื่นๆเพิ่มเติม

อนึ่งในการเกิดฟองอากาศในงานฉีดอลูมิเนียมนั้นนอกจากการปรับพารามิเตอร์ของเครื่องจักรที่เหมาะสมแล้วยังมีองค์ประกอบอื่นๆที่ต้องพิจารณาอีก เช่น

- การออกแบบแม่พิมพ์
- เกรดหรือชนิดของอลูมิเนียม
- วิธีการทำงาน
- ทักษะของพนังงานควบคุมเครื่อง
- ปริมาณการใช้และส่วนผสมของน้ำยาหล่อลื่นแม่พิมพ์ (Die Lubricant)
- การดูแลรักษาแม่พิมพ์
- ความสะอาดน้ำอลูมิเนียมเหลว
- การรั่วไหลของน้ำมันหรือน้ำยาหล่อเย็น
- การบำรุงรักษาเครื่องจักร

การทำเหมืองข้อมูลจำเป็นต้องอาศัยบุคลากรจากหลายฝ่ายและต้องอาศัยความรู้จำนวนมาก ถึงจะได้รับประโยชน์อย่างแท้จริง เพราะสิ่งที่ได้จากขั้นตอนวิธีเป็นเพียงตัวเลข และข้อมูลที่อาจจะนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้เลยก็เป็นได้ ผู้ที่ศึกษาการทำเหมืองข้อมูลจึงควรมีความรู้รอบด้านและต้องติดต่อกับทุก ๆ ฝ่าย เพื่อให้เข้าใจถึงขอบเขตของปัญหาอย่างแท้จริงก่อน เพื่อให้การทำเหมืองข้อมูลเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

5.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับงานวิจัย

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการทำเหมืองข้อมูลจากโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากเครื่องจักรอุตสาหกรรมสิ่งที่ต้องพึงระวังเป็นอย่างยิ่งคือความถูกต้องของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อ่านหรืออุปกรณ์ตรวจวัดค่าตัวแปรต่างๆ และสัญาณรบกวนจากการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบไฟฟ้าอื่นๆ ไม่เช่นนั้นแล้วข้อมูลที่นำมาทำเหมืองข้อมูลก็มีความผิดพลาดสูงหรือความรู้ที่ได้ จะไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางธุรกิจได้