

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การพัฒนาแบบจำลองพารามิเตอร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพ การผลิตในกระบวนการฉีดโรเตอร์ด้วยวิธีการทำเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา: บริษัท อีเมอร์สัน อิเลคทริก (ประเทศไทย) จำกัด Parameter Model's Development to Improve Quality Manufacturing for Rotor Die Casting through Data Mining Case Study: Emerson Electric (Thailand) Ltd.
ชื่อผู้เขียน	นายบุญธรรม วงศ์แก้ว Mr. Boontham Wongkaew
แผนกวิชา/คณะ	การบริหารเทคโนโลยี วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	อาจารย์ ดร. กมล เกียรติเรืองภมรา
ปีการศึกษา	2552

บทสรุป

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาหลักด้านคุณภาพในกระบวนการฉีดขึ้นรูปโรเตอร์ด้วยอลูมิเนียม คือ ปัญหาการเกิด รูพรุนหรือฟองอากาศในเนื้ออลูมิเนียม (Porosity) ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงานคือทำให้คุณสมบัติทางกลและทางไฟฟ้าไม่เป็นไปตามที่ต้องการหรือข้อกำหนดของลูกค้า (Specification) ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของชิ้นงานและทำให้การนำไฟฟ้าต่ำลง และถ้านำไปประกอบเป็นมอเตอร์ก็จะทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ต่ำลง เช่น อาจมีอาการสั่น เสียงดังหรือแรงบิดของมอเตอร์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

ในกระบวนการฉีดโรเตอร์ (Rotor Casting Process) มีตัวแปรหลายตัว (Parameters) ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของชิ้นงาน เช่น การออกแบบแม่พิมพ์ คุณสมบัติของน้ำอลูมิเนียมเหลว แรงดันที่ใช้ในการฉีด (Shot Pressure) การระบายความร้อนแม่พิมพ์ (Cooling System) และน้ำยาหล่อลื่นแม่พิมพ์ (Die Lubricant) องค์ประกอบต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถควบคุมได้โดยใช้อุปกรณ์วัดควบคุมต่างๆ แต่ยังมีปัญหาที่ควบคุมไม่ได้คือความสามารถในการปรับแต่งพารามิเตอร์เครื่องจักร หรือการหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับชิ้นงานรุ่นต่างๆ การแก้ปัญหาคาบพร่องที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานในอดีตหรือแม้กระทั่งในปัจจุบันยังคงใช้วิธีลองผิดลองถูก (Trial and

Error) โดยใช้ประสบการณ์ความชำนาญของช่างผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก ซึ่งจะต้องเป็นผู้มีความรู้เรื่องการทำงานของเครื่องจักรและต้องมีความเข้าใจในกระบวนการหล่อขึ้นรูปโลหะแบบแรงดันสูงเป็นอย่างดี จึงจะสามารถปรับตั้งพารามิเตอร์ของรูนงานที่จะผลิตได้อย่างถูกต้อง

จากสภาพปัญหาดังกล่าว พบว่ามีของเสีย เกิดขึ้นจำนวนมากในกระบวนการผลิตโรเตอร์ โดยมีสาเหตุหลักมาจากรูพรุนหรือฟองอากาศในเนื้ออลูมิเนียม (Porosity) และของเสียนี้ (Scrap) ไม่สามารถนำมาซ่อมแล้วนำกลับไปใช้ใหม่ได้ (Rework) ทำให้บริษัทต้องสูญเสียเงินเป็นจำนวนมากจากของเสียที่เกิดขึ้น ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงได้มีความคิดที่จะทำการศึกษาเพื่อพัฒนาแบบจำลองพารามิเตอร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการฉีดโรเตอร์ โดยใช้ข้อมูลในอดีต ที่มีอยู่แล้ว มาค้นหาชุดตัวแบบพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล แล้วจัดทำเป็นตัวแบบพารามิเตอร์มาตรฐานให้กับชิ้นงานที่ทำการศึกษา (Standard Parameters) โดยมีจุดประสงค์เพื่อการลดจำนวนของเสียในกระบวนการผลิต เภณฑ์ชี้วัดความถูกต้องของตัวแบบจำลองจะพิจารณาจากปริมาณและประเภทของเสียที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ชุดเดิมหรือค่าความแปรปรวนของกระบวนการก่อนและหลังการใช้ตัวแบบจำลองพารามิเตอร์

กรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา เรื่อง การพัฒนาแบบจำลองพารามิเตอร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพการผลิตในกระบวนการฉีดโรเตอร์ ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาค้นคว้าหาความรู้จากตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล คือการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่เพื่อค้นหารูปแบบหรือกฎที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลขนาดใหญ่ นั้น และนำความรู้ที่ค้นพบได้นั้นไปใช้เกิดประโยชน์เพื่อพัฒนาองค์กร

ในการค้นคว้าอิสระนี้ได้ใช้กระบวนการค้นหาความรู้ แบบ Crisp-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) เป็นแม่แบบในการในการทำเหมืองข้อมูลซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การทำความเข้าใจธุรกิจ (Business Understanding) วัดดูประสงค์และความต้องการ กระบวนการต่าง ของธุรกิจ

2. การทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding) แหล่งที่มาและการเก็บข้อมูล คำอธิบายและนิยามต่าง การวิเคราะห์คุณภาพของข้อมูล

3. การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) รวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เข้าด้วยกันตามลักษณะที่กำหนด เลือกข้อมูลเข้าสู่กระบวนการแปลงข้อมูลให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ ทำความสะอาดข้อมูล ด้วยการจัดการค่าที่หายไป ค่าที่ผิดปกติ อาจจำเป็นต้องสร้างลักษณะประจำใหม่จากกลุ่มของลักษณะประจำเดิมเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

4. การสร้างตัวแบบ (Modeling) เลือกเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลและตัวแบบที่เหมาะสม สร้างตัวแบบและทำการทดสอบตัวแบบที่ได้เพื่อทำการปรับเปลี่ยนหาตัวแบบที่เหมาะสม

5. การประเมินผล (Evaluation) ประเมินตัวแบบที่สร้างขึ้น ด้วยการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ นำไปใช้กับสถานการณ์จริง หรือกับกลุ่มควบคุมที่สร้างขึ้น เพื่อดูว่าผลลัพธ์ของตัวแบบนี้ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่

6. การนำไปใช้ (Deployment) เมื่อตัวแบบมีความถูกต้อง ก็เข้าสู่กระบวนการนำตัวแบบไปประยุกต์ใช้งาน

แนวทางและเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองพารามิเตอร์

1. การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) โดยใช้การนำเสนอในรูปแบบอัลกอริทึม J48 Decision tree ขั้นตอนประเมินผลความถูกต้องของตัวแบบ (Model Evaluation Accuracy) เป็นขั้นการประเมินความถูกต้องโดยอาศัยข้อมูลที่ใช้ทดสอบ (Testing Data) ซึ่งคลาสที่แท้จริงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบนี้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับคลาสที่หามาได้จากตัวแบบเพื่อทดสอบความถูกต้อง

2. กฎความสัมพันธ์เชื่อมโยง (Association Rule) เป็นการค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งชุดว่าส่งผลต่อการเกิด Class เป้าหมายหรือไม่และอย่างไรโดยใช้การนำเสนอในรูปแบบอัลกอริทึม Associations.Apriori

การสร้างตัวแบบ

ใช้รูปแบบการสร้างแบบจำลองเพื่อการทำนาย Predictive Modeling หรือ Supervised Learning) คือ การนำข้อมูลที่มีอยู่มาใช้ในการทำนายผลข้อมูลในอนาคต ซึ่งการสร้างแบบจำลองรูปแบบนี้จะเน้นการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามคุณสมบัติของข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลไม่ต่อเนื่อง จะใช้เทคนิค การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) นอกจากการสร้างตัวแบบแบบ Supervised Learning แล้วยังใช้การสร้างแบบจำลองในลักษณะการบรรยาย (Descriptive Modeling หรือ Unsupervised Learning) คือ การนำข้อมูลที่มีอยู่มาศึกษา เป็นการเรียนรู้จาก

ข้อมูลที่มีอยู่และอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน โดยใช้เทคนิคการหาความสัมพันธ์ (Association) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกันของตัวแบบทั้ง 2 ประเภท

กระบวนการผลิตโรเตอร์

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาระบวนการฉีดโรเตอร์ว่ามีพารามิเตอร์ใดบ้างที่ส่งผลต่อการเกิดรูพรุน(Porosity) แบบต่างๆเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง กล่าวคือการทำเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบจำลองต่าง ๆ นั้น จำเป็นต้องศึกษาเพื่อทำความเข้าใจกระบวนการต่างๆให้ถ่องแท้เสียก่อน จึงจะส่งผลให้ตัวแบบหรือการศึกษานั้นๆ ตอบสนองความต้องการได้อย่างแท้จริง

กระบวนการทำงานของ Shot Scope System

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ได้มาจากระบบการจัดเก็บข้อมูลของเครื่องฉีดอลูมิเนียม (Die casting Shot scope System) ฉะนั้นจึงต้องศึกษาถึงวิธีการดึงข้อมูล (Upload data) และการแปลง File ในรูปแบบต่างเพื่อให้ง่ายในการนำไปใช้ทำเหมืองข้อมูล

ประเภทของการเกิดรูพรุนในงานฉีดขึ้นรูปด้วยอลูมิเนียม

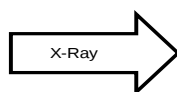
ศึกษาถึงสาเหตุของการเกิดรูพรุนในงานฉีดอลูมิเนียมมีโดยแยกตามสาเหตุและอาการของการเกิด ในการศึกษานี้จะศึกษาการเกิดรูพรุน 4 ประเภทดังนี้

1. Gas Porosity คือการเกิดรูพรุนเนื่องจากฟองอากาศหรือแก๊สแทรกเข้าไปในเนื้ออลูมิเนียมขณะทำการฉีดขึ้นงาน



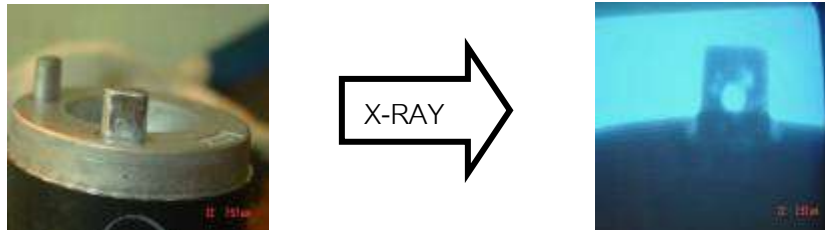
ภาพที่1 แสดงชิ้นงานที่เกิด Gas Porosity

2. Flow Porosity คือการเกิดรูพรุนเนื่องจากการไหลของน้ำอลูมิเนียมเข้าสู่แม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์เนื่องจากแรงดันที่ใช้ในการฉีดหรืออุณหภูมิของน้ำอลูมิเนียมเหลวต่ำเกินไป



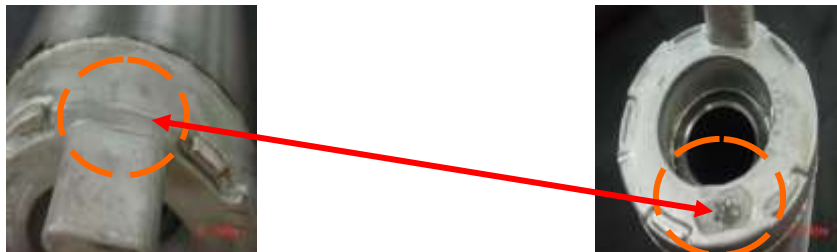
ภาพที่2 แสดงชิ้นงานที่เกิด Flow Porosity

3. Cold Shot Porosity คือการเกิดรูพรุนเนื่องจากการไม่ประสานเข้ากันของเนื้อนํ้าอลูมิเนียม อันมีสาเหตุจากอุณหภูมิแม่พิมพ์และนํ้าอลูมิเนียมต่ำเกินไป



ภาพที่3 แสดงชิ้นงานที่เกิด Cold Shot Porosity

4. Hot Crack Porosity คือการเกิดรูพรุนเนื่องจากการแตกร้าวที่ผิวชิ้นงานเนื่องจากอุณหภูมิแม่พิมพ์หรือนํ้าอลูมิเนียมสูงเกินไป



ภาพที่4 แสดงชิ้นงานที่เกิด Hot Crack Porosity

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการค้นคว้าอิสระนี้ได้ทำการศึกษาผลงานวิจัยของ William G. Walkington แห่ง The North American Die Casting Association เกี่ยวกับรูปแบบของการเกิดรูพรุนแบบต่างๆ ในกระบวนการฉีดอลูมิเนียม เพื่อให้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหา งานวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของการใช้ Shot scope system ในการเก็บข้อมูลในกระบวนการฉีดโรเตอร์ และ ทบความเรียง การสร้างแบบจำลองพารามิเตอร์ของเครื่องฉีดอลูมิเนียมด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ของ Krimpenis · P.G. Benardos· G.-C. Vosniakos· A. Koukouvitiaki ที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง “Simulation-Based Selection Of Optimum Pressure Die-Casting Process Parameters Using Neural Nets And Genetic Algorithms” เป็นแนวทางในการศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบ ในการดำเนินการวิจัยนี้ใช้แนวทางการทำเหมืองข้อมูลแบบ Crisp-DM ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 5 Crisp-DM

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ฮาร์ดแวร์

- Shotscope system
- Die casting machine
- Rotor model: Quest 2036-04
- Computer Note book

ซอฟต์แวร์

- Microsoft Excel 2007
- Shotscope software Ver. 4.1
- WEKA 3.5.8

เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

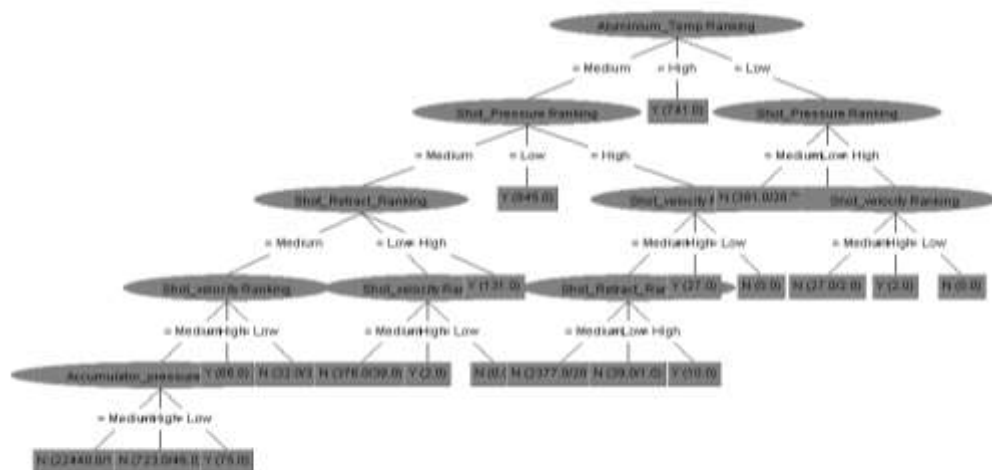
1. การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) อัลกอริทึม J48 Decision Tree
2. กฎความสัมพันธ์ของข้อมูล (Association Rule) อัลกอริทึม Apriori

ผลการดำเนินการวิจัย

จากการสร้างตัวแบบจำลองพารามิเตอร์ของกระบวนการฉีดโรเตอร์แบบต่างๆโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งได้ทำการนำข้อมูลมาทำการเรียนรู้และทดสอบแล้วนั้น จะได้ค่าทางสถิติออกมาหลายค่า เช่น ค่า Root Mean Square, TP, FT และค่า Confusion Matrix นอกจากนั้นแล้วยังสร้างแผนภาพต้นไม้การตัดสินใจในการแก้ปัญหาการเกิดรูพรุนแบบต่างๆดังนี้

ตัวชี้วัดในการ เปรียบเทียบ	Gas Porosity J48 Tree (Fold =10)	Gas Porosity Test Set1	Gas Porosity Test Set2
Correctly Classified Instances	92.15%	92.09%	91.83%
Incorrectly Classified Instances	7.85%	7.91%	8.17%
Root Mean Squared Error	0.2682	0.269	0.273
TP Rate	1905	1910	1910
TN Rate	24178	23874	22883
Total Number of Instances	28305	27999	27000

ตารางที่ 1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้โมเดลเรียนรู้จักกรณี J48 Decision Tree



ภาพที่ 6 แผนภาพต้นไม้ตัดสินใจของการเกิดของเสียประเภท Gas Porosity

จากการสร้างตัวแบบ Gas Porosity Defect ด้วย Associations.Apriori ได้กฎความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างค่าลักษณะประจำนำเข้าและค่าลักษณะประจำเป้าหมายดังนี้

- ค่าของลักษณะประจำนำเข้าหรือค่าพารามิเตอร์จะมีความสัมพันธ์หรือเกาะกลุ่มกันอยู่ที่ค่ากลาง (Medium) ที่ระดับความเชื่อมั่น 98 % ถึง 100 %
- ถ้าค่าลักษณะประจำนำเข้าหรือค่าพารามิเตอร์อยู่ที่ค่ากลางแล้วจะไม่ส่งผลต่อการเกิด Gas Porosity ที่ระดับความเชื่อมั่น 91 % ถึง 92 %

เมื่อพิจารณาผลจากการสร้างตัวแบบ Gas Porosity ด้วย Associations.Apriori เปรียบเทียบกับตัวแบบ Gas Porosity แบบ J48 Decision Tree ปรากฏว่าได้ผลลัพธ์ไปในแนวทางเดียวกันคือ ถ้าค่าของลักษณะประจำนำเข้าหรือค่าพารามิเตอร์อยู่ที่ค่ากลางแล้วจะไม่ส่งผลต่อการเกิด Porosity

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การทำการค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบการเกิดรูพรุนในงานฉีดขึ้นรูปโรเตอร์ด้วยอลูมิเนียมแล้วนำไปสู่การพัฒนาตัวแบบจำลองพารามิเตอร์เพื่อปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการผลิต

สรุปผลจากการนำการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในการค้นคว้าอิสระผลคือสามารถจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ โดยนำข้อมูลที่มีอยู่มาวิเคราะห์แล้วดึงความรู้ หรือสิ่งสำคัญออกมาเพื่อใช้ในการหารูปแบบ หรือทำนายสิ่งต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งการค้นหาคำถามหรือ ความจริงที่แฝงอยู่ในข้อมูลหรือเป็นกระบวนการขุดค้นสิ่งที่น่าสนใจในกองข้อมูลที่เราที่มีอยู่ 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

จากการสร้างตัวแบบผลการพยากรณ์ของตัวแบบทั้งแบบจำแนกประเภท (Classification) และแบบกฎความสัมพันธ์เชื่อมโยง (Association rule) ได้ค่าผลลัพธ์ออกมาเหมือนกันคือที่ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ทุกตัวของการเกิดรูพรุนทั้ง 4 ประเภท จะไม่ส่งผลให้เกิดของเสีย และจากที่นำค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ดังกล่าวไปทดลองใช้กับงานจริงผลปรากฏว่าไม่พบของเสีย ดังนั้นในการสร้างตัวแบบจำลองพารามิเตอร์จะใช้ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ที่ได้จากขั้นตอน WEKA Data Preprocess เป็นค่าพารามิเตอร์มาตรฐานดังนี้

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

ตารางที่2ตัวแบบจำลองพารามิเตอร์มาตรฐานที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับงานวิจัย

การทำเหมืองข้อมูลจำเป็นต้องอาศัยบุคลากรจากหลายฝ่ายและต้องอาศัยความรู้จำนวนมาก ถึงจะได้รับประโยชน์อย่างแท้จริง เพราะสิ่งที่ได้จากขั้นตอนวิธีเป็นเพียงตัวเลข และข้อมูลที่อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้เลยก็เป็นได้ ผู้ที่ศึกษาการทำเหมืองข้อมูลจึงควรมีความรู้รอบด้านและต้องติดต่อกับทุก ๆ ฝ่าย เพื่อให้เข้าใจถึงขอบเขตของปัญหาอย่างแท้จริงก่อน จึงจะให้การทำเหมืองข้อมูลเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับงานวิจัย

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการทำเหมืองข้อมูลจากโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากเครื่องจักรอุตสาหกรรมสิ่งที่ต้องพึงระวังเป็นอย่างยิ่งคือความถูกต้องของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อ่านหรืออุปกรณ์ตรวจวัดค่าตัวแปรต่างๆ และสัญญาณรบกวนจากการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบไฟฟ้าอื่นๆ ไม่เช่นนั้นแล้วข้อมูลที่นำมาทำเหมืองข้อมูลก็มีความผิดพลาดสูงหรือความรู้ที่ได้ จะไม่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางธุรกิจได้