การศึกษาเชิงเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์ระบบบำรุงรักษาเชิงการทำนายด้วยแมชชีนเลิร์นนิงที่ใช้การประมวลผลบนคลาวด์และการประมวลผ่านเอดจ์

Comparative Study of Analyzing Machine Learning-Based Predictive Maintenance Using Cloud Computing and Edge Computing

นายภาณุพงศ์ มิอุระ, นายวรวิช ฟักเชือก, นายศรุต อัตตวนิช และ รศ.ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์
หลักสูตรวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน (แขนงวิชาออโตเมชัน)
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.

Panupong Miura, Worawich Fakchuak, Sarut Attawanich
and Assoc. Prof. Dr. Amphawan Julsereewong

Mechatronics and Automation Engineering Program (Major of Automation)
Department of Instrumentation and Control Engineering, School of Engineering, KMITL

บทคัดย่อ

บทความทางวิชาการนี้นำเสนอการศึกษาเชิงเปรียบเทียบความเป็นไปได้ของระบบบำรุงรักษาเชิงการทำนายโดยใช้แมชชีนเลิร์นนิง (Machine Learning) ไม่เพียงแค่มีการอธิบาย 7 โมเดลที่แตกต่างกันเพื่อเลือกใช้ในการตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นในเครื่องจักร แต่ยังมีการเปรียบเทียบถึงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมที่ใช้ประมวลผลแมชชีนเลิร์นนิงอีกด้วย โดยประเภทแรกคือการประมวลผลบนคลาวด์ (Cloud Computing) ด้วยทรัพยากรของ AWS (Amazon Web Services) และประเภทที่สองคือการประมวลผลผ่านเอดจ์ (Edge Computing) นอกจากนี้ มีการสรุปผลการเปรียบเทียบที่อาจเป็นประโยชน์ในการจัดสร้างระบบจริงในด้านโครงสร้างสถาปัตยกรรม เวลาแฝง ความสามารถในการจัดการข้อมูล ความสามารถในการประมวลผล ความสามารถในการขยายตัว ความน่าเชื่อถือของระบบ ความมั่นคงปลอดภัย และค่าใช้จ่าย

คำสำคัญ : AWS, การประมวลผลบนคลาวด์, การประมวลผลผ่านเอดจ์, แมชชีนเลิร์นนิง, การบำรุงรักษาเชิงทำนาย

Abstract

This academic article presents comparative study results for possibly implementing predictive maintenance based on machine learning. Not only seven different machine learning algorithms to detect abnormalities in production machines are explained, but also two system architectures for machine learning-based predictive maintenance analysis are focused. The first system architecture is based on cloud computing from AWS (Amazon Web Services), while the latter is based on edge computing. In addition, the comparison results, which may be useful for further implementation, in terms of architecture, latency, data management capability, data processing capability, scalability, system reliability, security, and cost are included.

Keywords : AWS, Cloud Computing, Edge Computing, Machine Learning, Predictive Maintenance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
A. Julsereewong

1. บทนำ

ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้มีการพัฒนาระบบซ่อมบำรุงเชิงทำนาย (Predictive Maintenance) ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยการพัฒนาดังกล่าวได้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในด้านการดำเนินการและลดระยะเวลาที่เครื่องจักรหยุดชะงัก ซึ่งระบบบำรุงรักษาเชิงทำนายก็เป็นอีกหนึ่งระบบซ่อมบำรุงที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ในทำนองเดียวกันในส่วนของการประมวลผลนั้น ในช่วงสมัยที่เทคโนโลยีต่าง ๆ มีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด ทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาระบบของตอนเองได้อย่างหลากหลาย ซึ่งในบทความทางวิชาการนี้จะวิเคราะห์การประมวลบนคลาวด์ (Cloud Computing) และการประมวลผลผ่านเอดจ์ (Edge Computing) เพื่อทำความเข้าใจ และพัฒนาโครงสร้างทางดิจิทัลให้ดียิ่งขึ้น

2. การบำรุงรักษาเชิงทำนาย

การบำรุงรักษาทำนาย [1] คือ การบำรุงรักษาในลักษณะของการเก็บข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษในการเก็บข้อมูลและนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของเครื่องจักร ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการบำรุงรักษาเครื่องจักรก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการชำรุงและสร้างความเสียหายต่อกระบวนการโดยรวม

ในบทความทางวิชาการนี้จะนำเสนอการบำรุงรักษาเชิงทำนายโดยใช้การใช้แมชชินเลิร์นนิง (Machine Learning) [2-4] โดยสามารถทำได้โดยการรับข้อมูลจากเซนเซอร์ (Sensor) ของเครื่องจักร เพื่อให้แมชชิน-เลิร์นนิงเรียนรู้และทำนายได้ว่าควรจะซ่อมบำรุงเมื่อไหร่ โดยสามารถแบ่งได้ 2 กรณีตามข้อมูลที่มีได้แก่

1) การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) เหมาะสมกับข้อมูลที่เคยผ่านเหตุการณ์ที่เครื่องจักรทำงานล้มเหลว หรือมีข้อมูลการซ่อมบำรุง

2) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) เหมาะสมกับข้อมูลที่ไม่เคยผ่านเหตุการณ์ที่เครื่องจักรทำงานล้มเหลว หรือไม่มีข้อมูลการซ่อมบำรุง

ซึ่งโมเดลของแมชชีนเลิร์นนิงที่เหมาะสมกับการบำรุงรักษาเชิงทำนาย ได้แก่

1) Decision Tree Classifier

Decision Tree Classifier คือ โมเดลแบบต้นไม้ที่มีโครงสร้างเหมือนต้นไม้ของการตัดสินใจและผลกระทบที่เป็นไปได้ของการตัดสินใจ โดยที่แต่ละโหนด (Node) แทนคุณลักษณะ (feature) แต่ละกิ่งแทนการตัดสินใจ และแต่ละโหนดที่คล้ายกับใบไม้ของต้นไม้แทนผลลัพธ์

2) Random Forest Classifier

Random Forest Classifier ทำงานโดยการสร้าง Decision Tree หลายต้นในขณะฝึก (training) และนำผลลัพธ์ของแต่ละต้นนำมาเฉลี่ยกัน โดยวิธีการดังกล่าวช่วยเพิ่มความแม่นยำและลดการเกิดการ overfitting

3) Support Vector Classifier

Support Vector Classifier ทำงานโดยการค้นหาเฮไพร์เพลน (Hyperplane) และระยะห่างสูงสุดระหว่างกลุ่ม (Margin) ที่แยกคลาส (Class) ต่าง ๆ ในพื้นที่คุณลักษณะ มักมีประสิทธิภาพในการใช้กับข้อมูลที่มีมิติสูงและมีประสิทธิภาพในการใช้หน่วยความจำ

4) Logistic Regression

Logistic Regression คือ โมเดลการจัดแบ่งคลาสสำหรับการแยกแยะผลลัพธ์ที่ใช้ฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic Function) เพื่อทำนายความน่าจะเป็นของผลลัพธ์

5) K nearest neighbors

K nearest neighbors คือโมเดลที่หาระยะห่างระหว่างข้อมูล โดยแยกคลาสโดยการเลือกข้อมูลที่ใกล้ที่สุด K ตัว ซึ่งค่า K จะถูกกำหนดด้วยผู้สร้างโมเดล

6) Gaussian Naive Bayes

Gaussian Naive Bayes เป็นโมเดลการจัดแบ่งคลาสที่ใช้ทฤษฎีเบยส์ (Bayes' theorem)

7) Simple Neural network

Simple Neural network ทำงานคล้ายระบบประสาทโดยการทำงานคือใส่ข้อมูลเข้าไปและประมวลผลผ่านชั้นที่ซ่อนอยู่ (Hidden Layers) แล้วจึงออกมาเป็นผลลัพธ์

ความแม่นยำของแต่ละโมเดลจะสามารถวัดได้โดยการหาค่า TP(True Positive) คือจำนวนที่โมเดลทำนายว่าจริงและค่าจริงก็เป็นจริง FP (False Positive) คือจำนวนที่โมเดลทายว่าจริงแต่ค่าจริงเป็นเท็จ TN (True Negative) คือจำนวนที่โมเดลทำนายว่าเท็จและค่าจริงก็เป็นเท็จ FN (False Negative) คือจำนวนที่โมเดลทาย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าเท็จแต่ค่าจริงเป็นจริง จากนั้นจึงนำค่าไปคำนวนดังสมการ (1)-(3) ตามลำดับ

สมการการคำนวณค่า Precision สามารถเขียนได้โดย

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

สมการการคำนวณค่า Recall สามารถเขียนได้โดย

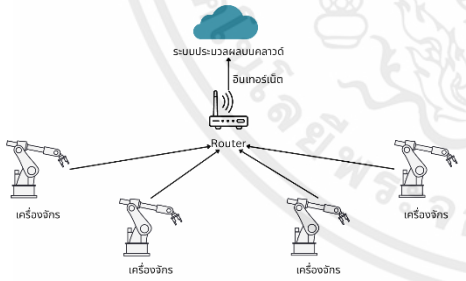
$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

สมการการคำนวณค่า F1 Score สามารถเขียนได้โดย

$$F1\ Score = \frac{2}{\frac{1}{\text{Precision}} + \frac{1}{\text{Recall}}} \quad (3)$$

3. การประมวลผลบนคลาวด์

ระบบคลาวด์ (Cloud System) [5] คือรูปแบบของการบริการให้บริการเช่าระบบทรัพยากรคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บข้อมูล ประมวลผล และรวมไปถึงการสร้างและการเคลื่อนย้ายถ่ายโอนข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet) ซึ่งโครงสร้างสถาปัตยกรรมการประมวลผลบนคลาวด์โดยมากจะเป็นการรวมเข้าสู่ศูนย์กลางดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างสถาปัตยกรรมการประมวลผลบนคลาวด์

ระบบคลาวด์จะช่วยลดภาระของฮาร์ดแวร์ในอุตสาหกรรม สามารถควบคุมได้ง่าย และสามารถเข้าถึงเพื่อปรับปรุง (Configuration) ผ่านอินเทอร์เน็ต และเพิ่มขีดความสามารถการขยายขนาด (Scalability) โดยเมื่อไม่จำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงการประมวลผลของฮาร์ดแวร์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้วิศวกรหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถที่จะเพิ่มมูลค่าของข้อมูลในด้านต่าง ๆ ได้

ระบบคลาวด์ที่ใช้ในบทความนี้จะใช้บริการของ AWS (Amazon Web Services) ซึ่ง AWS เป็นบริการที่ให้ผู้ใช้สามารถใช้พื้นที่คลาวด์ของทาง AWS ได้ โดยมีบริการที่แตกต่างกันตามความต้องการข้อผู้ใช้ ซึ่งบริการของทาง AWS ที่จะใช้ในบทความทางวิชาการนี้สามารถจัดการการไหลข้อมูล (Data Flow) [6] ได้ดังรูปที่ 2 และมี 12 บริการ ได้แก่

1) AWS IoT Core [7]

AWS IoT Core คือ บริการที่สามารถทำให้อุปกรณ์ไอโอที (IOT, Internet of Things) ส่งไปมูลไปยังคลาวด์ของ AWS ได้ โดยสามารถจัดการกับอุปกรณ์ที่มาเชื่อมต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) AWS S3 [8]

AWS S3 คือ บริการที่เป็นวัตถุที่ปรับขนาดได้สำหรับจัดเก็บข้อมูล

3) AWS Kinesis Data Streams [9]

AWS Kinesis Data Streams คือ บริการที่สามารถวิเคราะห์หรือส่งต่อข้อมูลแบบ Real-time

4) AWS SageMaker [10]

AWS SageMaker คือ บริการที่ช่วยในส่วนของการสร้าง (Building) การฝึก (Training) และการนำไปใช้งาน (Deploying) สำหรับแมชชนเลิร์นนิงโดยเฉพาะ

5) AWS Lambda [11]

AWS Lambda คือ บริการที่ทำหน้าที่คำนวณโดยที่ไม่จำเป็นต้องใช้เซิร์ฟเวอร์ (Server) ทำให้โปรแกรมสามารถทำงานได้โดยวิศวกรหรือผู้ที่เกี่ยวข้องไม่จำเป็นที่จะต้องจัดการเซิร์ฟเวอร์

6) AWS Redshift [12]

AWS Redshift คือ บริการที่ช่วยให้สามารถจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ SQL queries

7) AWS Step Functions [13]

AWS Step Functions คือ บริการที่จัดการการทำงานของบริการต่าง ๆ ใน AWS

8) AWS IoT Events [14]

AWS IoT Events คือ บริการที่จัดการในส่วนของการตรวจจับและตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้กำหนด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) AWS SNS [15]

AWS SNS คือ บริการส่งการแจ้งเตือนและข้อความไปยังระบบและแอปพลิเคชันต่าง ๆ ซึ่งรองรับโปรโตคอลการส่งผ่านต่าง ๆ และการส่งข้อความแบบ Pub/Sub

10) AWS CloudWatch [16]

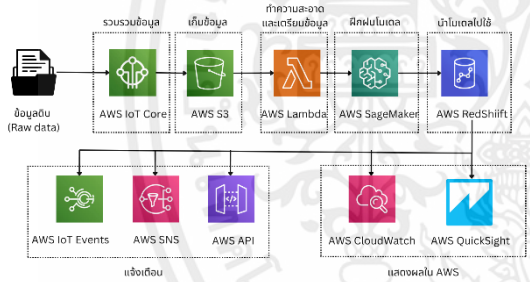
AWS CloudWatch คือ บริการการตรวจสอบและการสังเกตการณ์และข้อมูลเรียลไทม์ของทรัพยากรและแอปพลิเคชัน

11) AWS QuickSight [17]

AWS QuickSight คือ บริการการสังเกตุการณ์การณ์ข้อมูลโดยใช้แดชบอร์ด (Dashboard) และรายงานแบบอินเตอร์แอคทีฟ (Interactive)

12) AWS API Gateway [18]

AWS API Gateway คือ บริการที่จัดการในส่วนของเอพีไอ (API, Application Programming Interface) แบบ RESTful

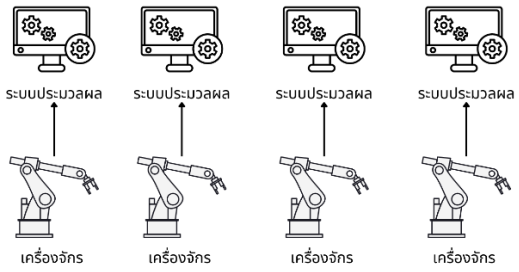


รูปที่ 2 โครงสร้างการจัดการข้อมูลบน AWS

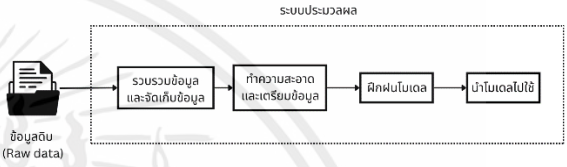
4. การประมวลผลผ่านเอดจ์

การประมวลผลผ่านเอดจ์ [19] หมายถึงการที่นำเอาหน่วนประมวลผลมาอยู่ใกล้แหล่งข้อมูลที่สุด เช่น การเช่าระบบคลาวด์ที่อยู่ภูมิภาคของผู้ใช้ หรือการวางระบบประมวลผลให้อยู่ในโครงข่ายคอมพิวเตอร์เฉพาะบริเวณ (Local Network) โดยในบทความทางวิชาการนี้จะกล่าวถึงโครงข่ายคอมพิวเตอร์เฉพาะบริเวณสำหรับการประมวลผลผ่านเอดจ์

โดยการสร้างระบบเพื่อประมวลผลผ่านเอดจ์สามารถทำได้โดยดังรูปที่ 3 ซึ่งจะไม่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตสู่ภาพนอก และการจัดการข้อมูลต่างๆ ก็ยังสามารถทำได้ในระบบประมวลผลที่แยกกันโดยมีหลักการตามรูปที่ 4



รูปที่ 3 โครงสร้างสถาปัตยกรรมการประมวลผลผ่านเอดจ์



รูปที่ 4 โครงสร้างการจัดการข้อมูลผ่านเอดจ์

5.การเปรียบเทียบระหว่างการประมวลผลบนคลาวด์และการประมวลผลผ่านเอดจ์ [20-24]

การเปรียบเทียบระหว่างการประมวลผลบนคลาวด์และการประมวลผลผ่านเอดจ์ สามารถแบ่งได้เป็น 8 หัวข้อได้แก่

1) โครงสร้างสถาปัตยกรรม (Architecture)

ในส่วนของการประมวลผลบนคลาวด์ข้อมูลจะถูกส่งไปยังแหล่งประมวลผลคลาวด์ ทำให้โครงสร้างสถาปัตยกรรมจะเป็นแบบรวมสู่ศูนย์กลาง (Centralized) ในขณะเดียวกันการประมวลผลผ่านเอดจ์นั้น ระบบประมวลผลจะอยู่ใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดข้อมูลมากที่สุด ส่งผลให้โครงสร้างสถาปัตยกรรมเป็นแบบการจายตัว (Decentralized)

2) เวลาแฝง (Latency)

การประมวลผลผ่านเอดจ์มีเวลาแฝงที่น้อยกว่าการประมวลผลบนคลาวด์ เนื่องจากข้อมูลไม่ต้องส่งไปยังศูนย์ข้อมูลแต่ถูกประมวลผลที่ตำแหน่งใกล้เคียงข้อมูล ซึ่งทำให้เวลาแฝงในการรับและส่งของข้อมูลต่ำกว่า

3) ความสามารถในการจัดการข้อมูล (Data Handling)

การประมวลผลผ่านเอดจ์นั้นมีความสามารถในการจัดการข้อมูลที่จำกัด เมื่อเปรียบเทียบกับการประมวลผล

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนคลาวด์ เนื่องจากการประมวลผลผ่านเอดจ์นั้นต้องการระบบประมวลให้อยู่ใกล้กับแหล่งข้อมูลที่สุด ส่งผลให้ในบางกรณีการประมวลผลผ่านเอดจ์มีข้อจำกัดในด้านต่าง ๆ เช่น หน่วยความจำหรืออุปกรณ์ประมวลผล ในทางตรงกันข้ามการประมวลผลบนคลาวด์นั้น สามารถเพิ่มความสามารถในการจัดการข้อมูลได้โดยง่าย

4) ความสามารถในการประมวลผล (Computational Capacity)

การประมวลผลผ่านเอดจ์มีความสามารถในระดับที่ต่ำถึงกลางเมื่อเปรียบเทียบกับการประมวลผลบนคลาวด์ เนื่องจากการประมวลผลผ่านเอดจ์นั้น มีโครงสร้างแบบกระจายตัวทำให้ระบบประมวลไม่จำเป็นที่จะต้องมีความสามารถมาก

5) ความสามารถในการขยายตัว (Scalability)

การประมวลผลบนคลาวด์มีความสามารถในการขยายตัวได้ดี เนื่องจากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบได้โดยการเพิ่มทรัพยากรบนคลาวด์ เช่น เพิ่มเซิร์ฟเวอร์ เพิ่มพื้นที่จัดเก็บข้อมูล หรือเพิ่มความสามารถในการประมวลผล ในทางตรงกันข้ามการขยายตัวของการประมวลผลผ่านเอดจ์ มีข้อจำกัดเนื่องจากต้องคำนึงถึงพื้นที่ที่จะติดตั้งอุปกรณ์เอดจ์ระบบเดิมที่มีอยู่แล้ว และการผสานเทคโนโลยีใหม่และเก่า

6) ความน่าเชื่อถือของระบบ (Reliability)

เนื่องจากการประมวลผลบนคลาวด์เป็นการประมวลผลที่ต้องส่งข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตทำให้ความน่าเชื่อถือของระบบขึ้นอยู่กับอินเทอร์เน็ตและระบบคลาวด์ที่เช่าใช้ แต่สำหรับการประมวลผ่านเอดจ์นั้นความน่าเชื่อถือจะขึ้นอยู่กับการวางระบบการสื่อสารภายใน

7) ความมั่นคงปลอดภัย (Security)

การรักษาความปลอดภัยของการประมวลผลบนคลาวด์ทำได้ค่อนข้างยากเนื่องจากต้องใช้บริการอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อสู่ภายนอกและข้อมูลที่อยู่ในระบบคลาวด์ ส่งผลให้การประมวลผ่านเอดจ์มีความปลอดภัยที่ค่อนข้างสูงกว่าเนื่องจากการใช้โครงข่ายคอมพิวเตอร์เฉพาะบริเวณ

8) ค่าใช้จ่าย (Cost)

ค่าใช้จ่ายของการประมวลผลบนคลาวด์จะขึ้นอยู่กับการใช้ทรัพยากรบนคลาวด์รวมถึงปริมาณของข้อมูล และในส่วนของค่าใช้จ่ายของการประมวลผ่านเอดจ์จะขึ้นอยู่กับจำนวนของหน่วยประมวลผลที่ติดตั้งในบริเวณนั้น ๆ และค่าบำรุงรักษาอุปกรณ์

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระหว่างการประมวลผลบนคลาวด์และการประมวลผ่านเอดจ์

หลักเกณฑ์เปรียบเทียบ	**การประมวลผลบนคลาวด์**	**การประมวลผลผ่านเอดจ์**
โครงสร้างสถาปัตยกรรม	แบบรวมสู่ศูนย์กลาง	แบบการจายตัว
เวลาแฝง	สูง	ต่ำ
ความสามารถในการจัดการข้อมูล	สามารถจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ได้	มีขีดจำกัดในการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่
ความสามารถในการประมวลผล	สูง	ต่ำถึงกลาง
ความสามารถในการขยายตัว	สูง	ต่ำ
ความน่าเชื่อถือของระบบ	ขึ้นอยู่กับระบบอินเทอร์เน็ต	ขึ้นอยู่กับการวางระบบประมวลผล
ความมั่นคงปลอดภัย	ความมั่นคงปลอดภัยจะถูกดูแลด้วยเจ้าของคลาวด์และอินเทอร์เน็ต	ความมั่นคงปลอดภัยจะถูกดูแลด้วยการวางระบบภายใน
ค่าใช้จ่าย	ขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลและทรัพยากรที่เช่า	ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เอดจ์และค่าบำรุงรักษา

6.สรุป

การบำรุงรักษาเชิงทำนายเป็นแนวทางที่สำคัญในการดูแลรักษาเครื่องจักรอุตสาหกรรม เพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงสุดและลดการเกิดความเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างมีเหตุผล การนำแนวคิดนี้ไปปรับใช้ในอุตสาหกรรมสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ต้องมีการพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรที่สามารถบ่งบอกถึงอาการผิดปกติของเครื่องจักรอย่างชัดเจน

ในการพัฒนาระบบแมชชินเลิร์นนิ่งที่สามารถทำนายได้อย่างแม่นยำ การเตรียมข้อมูลเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เป็นไปได้ว่าข้อมูลเก่าเกี่ยวกับความผิดพลาดหรือการบำรุงรักษาที่ผ่านมาจะช่วยให้ระบบมีความเชี่ยวชาญและแม่นยำมากขึ้น ในกรณีที่มีข้อมูลเหล่านี้ การใช้แมชชินเลิร์นนิ่งประเภทมีผู้สอนจะช่วยให้ระบบมีความแม่นยำในการทำนายมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน อย่างไรก็ตาม หากข้อมูลดังกล่าวไม่มีอยู่ การใช้แมชชินเลิร์นนิ่งประเภทไม่มีผู้สอนก็ยังเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ แม้จะมีความซับซ้อนในการจัดเตรียมข้อมูลน้อยกว่า แต่การทำนายอาจจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าในบางกรณี

ในเรื่องของการเลือกระหว่างระบบประมวลผลบนคลาวด์และผ่านเอดจ์ การตัดสินใจนั้นควรพิจารณาจากความต้องการและเป้าหมายของผู้ใช้ เนื่องจากมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การประมวลผลบนคลาวด์มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายผ่านอินเทอร์เน็ต แต่มีค่าใช้จ่ายสูง ในขณะที่การประมวลผลผ่านเอดจ์มีความรวดเร็วและปลอดภัยกว่า แต่มีข้อจำกัดในการขยายระบบหรือเพิ่มความสามารถของระบบประมวลผล การเลือกใช้ตามความเหมาะสมและเป้าหมายของธุรกิจจึงเป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจ

เอกสารอ้างอิง

[1] Predictive maintenance, Premium Equipment&Engineer [Online] https://www.premium.co.th/2022/10/26/3p-maintenance/ [Accessed: Jan. 5, 2024]

[2] Machine Learning approach for Predictive Maintenance in Industry 4.0 [Online] https://ieeexplore.ieee.org/document/8449150/ [Accessed: Jan. 5, 2024]

[3] Comparison of Different Machine Learning Algorithms for Predictive Maintenance [Online] https://ieeexplore.ieee.org/document/10080334 [Accessed: Mar. 23, 2024]

[4] Machine learning [Online] https://aitskadapa.ac.in/e-books/AI&ML/MACHINE%20LEARNING/Machine%20Learning%20(%20etc.)%20(z-lib.org).pdf [Accessed: Jan. 5, 2024]

[5] Cloud system, Quick serv Cloud system, [Online] https://www.quickserv.co.th/knowledge-base/solutions/Cloud-system/ [Accessed: Dec. 20, 2023]

[6] Using AWS IoT for Predictive Maintenance | The Internet of Things on AWS – Official Blog [Online] https://aws.amazon.com/blogs/iot/using-aws-iot-for-predictive-maintenance/ [Accessed: Mar. 23, 2024]

[7] AWS IoT Core [Online]https://docs.aws.amazon.com/pdfs/iot/latest/developerguide/iot-dg.pdf/ [Accessed: Jan. 30, 2024]

[8] Amazon Simple Storage Service - User Guide [Online]https://docs.aws.amazon.com/pdfs/AmazonS3/latest/userguide/s3-userguide.pdf/ [Accessed: Jan. 30, 2024]

[9] Amazon Kinesis Data Streams - Developer Guide [Online] https://docs.aws.amazon.com/pdfs/streams/latest/dev/kinesis-dg.pdf/ [Accessed: Feb. 15, 2024]

[10] Amazon SageMaker - Developer Guide [Online] https://docs.aws.amazon.com/pdfs/sagemaker/latest/dg/sagemaker-dg.pdf/ [Accessed: Feb. 15, 2024]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] AWS Lambda - Developer Guide [Online] https://docs.aws.amazon.com/pdfs/lambda/latest/dg/lambda-dg.pdf/ [Accessed: Feb. 15, 2024]

[12] Amazon Redshift - Management Guide [Online] https://docs.aws.amazon.com/pdfs/redshift/latest/mgmt/redshift-mgmt.pdf#welcome/ [Accessed: Feb. 26, 2024]

[13] AWS Step Functions - Developer Guide [Online] https://docs.aws.amazon.com/pdfs/step-functions/latest/dg/step-functions-dg.pdf#welcome/ [Accessed: Mar. 2, 2024]

[14] AWS IoT Events - Developer Guide [Online]https://docs.aws.amazon.com/pdfs/iotevents/latest/developerguide/iotevents-dg.pdf/ [Accessed: Mar. 2, 2024]

[15] Amazon Simple Notification Service - Developer Guide [Online]https://docs.aws.amazon.com/pdfs/sns/latest/dg/sns-dg.pdf/ [Accessed: Mar. 2, 2024]

[16] Amazon CloudWatch - User Guide [Online] https://docs.aws.amazon.com/pdfs/AmazonCloudWatch/latest/monitoring/acw-ug.pdf/ [Accessed: Mar. 2, 2024]

[17] Amazon QuickSight - Developer Guide [Online] https://docs.aws.amazon.com/pdfs/quicksight/latest/developerguide/amazon-quicksight-dg.pdf/ [Accessed: Mar. 11, 2024]

[18] Amazon API Gateway - Developer Guide [Online]https://docs.aws.amazon.com/pdfs/apigateway/latest/developerguide/apigateway-dg.pdf#welcome/ [Accessed: Mar. 11, 2024]

[19] Edge Computing: Classification, Applications, and Challenges [Online] https://ieeexplore.ieee.org/document/9445331/ [Accessed: Jan. 5, 2024]

[20] Edge Computing vs. Cloud Computing [Online] https://getstream.io/glossary/edge-versus-cloud-computing/ [Accessed: Jan. 5, 2024]

[21] Edge Computing vs. Cloud Computing: 10 Key [Online] https://www.spiceworks.com/tech/cloud/articles/edge-vs-cloud-computing/ [Accessed: Jan. 5, 2024]

[22] A Comparative Study on Cloud Computing and Edge Computing with its Applications [Online] https://www.researchgate.net/publication/358404145_A_Comparative_Study_on_Cloud_Computing_and_Edge_Computing_with_its_Applications/ [Accessed: Jan. 5, 2024]

[23] Comparative Study of Cloud Computing and Edge Computing: Three-Level Architecture Models and Security Challenges [Online] https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3908915/ [Accessed: Jan. 5, 2024]

[24] A Comparative Study on Cloud and Edge Computing: A Survey on Current Research Activities and Applications [Online] https://ieeexplore.ieee.org/document/10169821/ [Accessed: Jan. 5, 20]

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้