This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

8d619e1f83cba18f4f7342e2db708d75ca39149f0862489f3da7d95b90c6265d

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

SCA-02-005

แนวโน้มการประยุกต์ใช้ระบบ Digital Twin ในการจัดการคลังสินค้าอัจฉริยะ

Trends in the Application of Digital Twin Systems in Smart Warehouse Management

อำนาจ ศรีจำเริญ[1] และ พุทธิวัฒน์ ไวยวุฒิธนาภูมิ[2]
Amnat Srijumroen[1] and Phutthiwat Waiyawuththanapoom[2]
บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต การจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา[1,2]
e-mail: s67567808009@ssru.ac.th[1], phutthiwat.wa@ssru.ac.th[2]

บทคัดย่อ

บทความนี้มุ่งนำเสนอแนวโน้มการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี Digital Twin ในการจัดการคลังสินค้า โดยเน้นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เช่น Internet of Things (IoT), ปัญญาประดิษฐ์ (AI), Big Data Analytics และ Cloud Computing ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของระบบ Digital Twin รวมถึงการวิเคราะห์กรณีศึกษาและแนวทางการออกแบบคลังสินค้าอัจฉริยะ บทความเสนอว่าการใช้ Digital Twin จะช่วยเพิ่มความโปร่งใสในการดำเนินงานคลังสินค้า ยกระดับประสิทธิภาพ ลดความผิดพลาด และสร้างความยืดหยุ่นในการวางแผนการดำเนินการ

คำสำคัญ: ดิจิทัลทวิน คลังสินค้าอัจฉริยะ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ปัญญาประดิษฐ์ โลจิสติกส์ 4.0

Abstract

This article presents the emerging trends in applying Digital Twin technologies for warehouse management, emphasizing advancements such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Big Data Analytics, and Cloud Computing—key enablers of Digital Twin systems. It discusses case studies and design principles of smart warehouses. The study argues that Digital Twin technology enhances operational visibility, improves efficiency, reduces human errors, and increases the flexibility of planning and operations in logistics facilities.

Keywords: Digital Twin, Smart Warehouse, Internet of Things, Artificial Intelligence, Logistics 4.0

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรม 4.0 เทคโนโลยีดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินธุรกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์และการจัดการคลังสินค้า ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของห่วงโซ่อุปทานที่ต้องการความแม่นยำ รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูง การจัดการคลังสินค้าในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาหลายด้าน เช่น การขาดความโปร่งใสในการติดตามสินค้าแบบเรียลไทม์ การตัดสินใจที่ล่าช้า การใช้พื้นที่คลังสินค้าที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ และความยากในการคาดการณ์และวางแผนล่วงหน้า ซึ่งส่งผลให้เกิดต้นทุนที่สูงขึ้น ความพึงพอใจของลูกค้าลดลง และการสูญเสียโอกาสทางธุรกิจ

Digital Twin หรือ "ตัวต้นแบบดิจิทัล" เป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยเป็นการสร้างแบบจำลองดิจิทัลที่สะท้อนสถานะของระบบหรือสิ่งของจริงในโลกกายภาพแบบเรียลไทม์ผ่านการเชื่อมต่อข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เทคโนโลยีนี้ช่วยให้ผู้บริหารสามารถเห็นภาพรวมของการดำเนินงานได้ชัดเจน วิเคราะห์แนวโน้ม ทำนายปัญหาที่อาจเกิดขึ้น และตัดสินใจได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ ประเทศไทยในฐานะที่เป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องยกระดับการจัดการคลังสินค้าให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ Digital Twin สำหรับการจัดการคลังสินค้าจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในบริบทของประเทศไทย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวคิด องค์ประกอบ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบ Digital Twin สำหรับการจัดการคลังสินค้า รวมถึงวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันและความต้องการของผู้ประกอบการในประเทศไทย
2. เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ระบบ Digital Twin ในการจัดการคลังสินค้าของประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) แบบผสมผสาน (Mixed Method) โดยใช้การศึกษาเอกสาร (Documentary Study) และการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) เป็นหลัก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง: ประชากรประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญและผู้ปฏิบัติงานในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการโลจิสติกส์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการพัฒนาระบบ Digital Twin ในประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้แก่

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ้งลาวัลย์ ราชัน (ผู้บริหาร บริษัท แอ็บโซลูท โซลูชั่น จำกัด) ผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาระบบเทคโนโลยีด้านโลจิสติกส์

2. นายอภิชาติ พิมพะกร (ผู้จัดการอาวุโส Logistics Command Center บริษัท เอสซีจี เจดับเบิ้ลยูดี โลจิสติกส์ จำกัด (มหาชน)) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการและควบคุมการดำเนินงานโลจิสติกส์ขนาดใหญ่

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรรัตน์ โหตระไวศยะ (อดีตคณบดี วิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการการจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน

4. นางสาวสุพิชชา จันทวัชรากร (กรรมการผู้จัดการ บริษัท ฟอร์เวิร์ด อินไซท์ จำกัด ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารจัดการองค์กรด้านการจัดการโลจิสติกส์)

5. นายปิยวัฒน์ ลอออรรถพงศ์ (กรรมการผู้จัดการ บริษัท คณิน ทรานสปอร์ต จำกัดและอุปนายกสมาคมขนส่งแหลมฉบัง ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริการโลจิสติกส์ของไทย)

เครื่องมือการศึกษา: ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) แบ่งออกเป็น 5 ส่วนหลักตามกรอบแนวคิด 4 มิติ และมีการทดสอบเครื่องมือ (Pilot Test) กับผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย 5 ท่าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปฐมภูมิ: การสัมภาษณ์เชิงลึกในเดือนมีนาคม-เมษายน 2568 ทั้งแบบตัวต่อตัวและออนไลน์

ข้อมูลทุติยภูมิ: รวบรวมจากวารสารวิชาการ รายงานการวิจัย วิทยานิพนธ์ รายงานจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน และเว็บไซต์ที่เชื่อถือ ระหว่างเดือนมกราคม-เมษายน 2568

การวิเคราะห์ข้อมูล: ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และการวิเคราะห์เชิงประเด็น (Thematic Analysis) พร้อมทั้งประเมินความเป็นไปได้ตามกรอบการวิเคราะห์ 4 มิติ (มิติเทคโนโลยี มิติองค์กร มิติกระบวนการ มิติผลประโยชน์) มีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลในด้านความถูกต้อง (Credibility) ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ (Transferability) ความมั่นคง (Dependability) และความเป็นกลาง (Confirmability)

กรอบแนวคิด แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับ Digital Twin เป็นแนวคิดที่พัฒนาโดย Michael Grieves ในปี 2003 โดยนิยามว่าเป็นแบบจำลองดิจิทัลที่สะท้อนวัตถุหรือระบบในโลกกายภาพ ประกอบด้วยสามส่วนหลัก ได้แก่ วัตถุทางกายภาพ วัตถุเสมือน และการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างทั้งสองส่วน Digital Twin เป็นระบบที่มีการอัปเดตข้อมูลแบบเรียลไทม์และสามารถทำงานร่วมกับระบบกายภาพได้แบบสองทิศทาง องค์ประกอบหลักของ Digital Twin ได้แก่ Physical Layer, Communication Layer, Data Processing Layer, Application Layer, และ Business Logic Layer

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ Digital Twin

- Internet of Things (IoT) เป็นรากฐานสำคัญที่เชื่อมระหว่างโลกกายภาพกับโลกดิจิทัลผ่านเซ็นเซอร์และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ เช่น RFID เซ็นเซอร์การเคลื่อนไหว กล้องและระบบวิชัน และเซ็นเซอร์น้ำหนักและแรงดัน

- Artificial Intelligence (AI) และ Machine Learning (ML) มีบทบาทในการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนมากเพื่อสร้างข้อมูลเชิงลึก เช่น การทำนายความต้องการ การเพิ่มประสิทธิภาพเส้นทาง การตรวจจับความผิดปกติ และการจัดวางสินค้าอัตโนมัติ

- Big Data Analytics ช่วยในการประมวลผลข้อมูลเรียลไทม์จากเซ็นเซอร์จำนวนมาก การวิเคราะห์แนวโน้ม การสร้างรายงานและแดชบอร์ด และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ

- Cloud Computing ช่วยให้ Digital Twin สามารถขยายตัวและรองรับการใช้งานจากหลายสถานที่ได้ โดยให้ความยืดหยุ่นในการขยายระบบ การเข้าถึงข้อมูลจากทุกที่ ความปลอดภัยของข้อมูล และลดต้นทุน

- 3D Modeling และ Simulation ช่วยในการมองเห็นภาพรวมของคลังสินค้าในรูปแบบ 3 มิติ การจำลองสถานการณ์ก่อนการเปลี่ยนแปลงจริง การฝึกอบรมพนักงาน และการวางแผนการขยายหรือปรับปรุงคลัง

กรอบแนวคิดการศึกษา กรอบแนวคิดสำหรับการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ Digital Twin สำหรับการจัดการคลังสินค้า ประกอบด้วย 4 มิติหลัก ได้แก่

1. มิติเทคโนโลยี ความพร้อมโครงสร้างพื้นฐาน IT ความสามารถในการเชื่อมต่อ IoT ความสามารถในการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ และความปลอดภัยของข้อมูลและระบบ

2. มิติองค์กร ความพร้อมของผู้บริหารและพนักงาน, วัฒนธรรมองค์กรที่สนับสนุนการเปลี่ยนแปลง, ความสามารถในการลงทุนและจัดหาทรัพยากร, ความสามารถในการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลง

3. มิติกระบวนการ ความซับซ้อนของกระบวนการปัจจุบัน ความพร้อมในการปรับปรุงกระบวนการ ความสามารถในการมาตรฐานกระบวนการ และความสามารถในการวัดและติดตามผลลัพธ์

4. มิติผลประโยชน์ ประสิทธิภาพการดำเนินงาน ความแม่นยำในการจัดการสินค้าคงคลัง การลดต้นทุนการดำเนินงาน และความพึงพอใจของลูกค้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ศิริพงษ์ วงศ์ไวศยา (2566) ศึกษาเรื่อง "การพัฒนาระบบ IoT สำหรับการจัดการคลังสินค้าอัจฉริยะ" พบว่าการใช้เซ็นเซอร์และระบบ IoT ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการติดตามสินค้าได้ร้อยละ 35 และลดเวลาในการค้นหาสินค้าได้ร้อยละ 28

นันทวัน อุทัยวงศ์ (2565) ศึกษา "การประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการจัดการคลังสินค้า" ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการใช้ AI ในการทำนายความต้องการ และจัดวางสินค้าสามารถลดต้นทุนการจัดเก็บได้ร้อยละ 22

อรุณ โชติกะวณิช (2564) วิจัยเรื่อง "การออกแบบคลังสินค้าอัจฉริยะด้วยเทคโนโลยี Industry 4.0" พบว่าการผสานเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้าด้วยกันช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานโดยรวมได้ร้อยละ 42

งานวิจัยต่างประเทศ

Zhang และคณะ (2023) ศึกษาการพัฒนา Digital Twin สำหรับคลังสินค้าอัตโนมัติ พบว่าระบบที่พัฒนาสามารถลดเวลาการประมวลผลคำสั่งได้ร้อยละ 30 และเพิ่มความแม่นยำในการจัดส่งได้ร้อยละ 15

Liu และ Wang (2022) พัฒนากรอบการทำงานของ Digital Twin สำหรับ Smart Warehouse โดยใช้ IoT และ AI ผลการทดลองแสดงให้เห็นการปรับปรุงประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ร้อยละ 25

Kumar และคณะ (2023) เสนอแนวทางการใช้ Digital Twin ในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน พบว่าช่วยลดเวลาในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของตลาดได้ร้อยละ 40

Chen และ Li (2022) ศึกษาผลกระทบของ Digital Twin ต่อความยั่งยืนในการจัดการคลังสินค้า พบว่าสามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 18 และลดของเสียได้ร้อยละ 12

การดำเนินการทั่วไป (การประยุกต์ใช้และแนวทางการพัฒนา)

การจัดการคลังสินค้าในยุคดิจิทัล

1. Warehouse Management System (WMS) การผสานระบบ WMS กับ Digital Twin ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามสินค้าแบบเรียลไทม์ การวิเคราะห์การใช้พื้นที่, การทำนายปัญหา, และการเพิ่มประสิทธิภาพเส้นทางการเคลื่อนย้าย

2. Smart Warehouse (คลังสินค้าอัจฉริยะ) เป็นแนวคิดที่รวมเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อสร้างคลังสินค้าที่สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพสูง โดยมีคุณลักษณะเด่นคือ ระบบอัตโนมัติ การใช้หุ่นยนต์ ระบบติดตามและตรวจสอบแบบเรียลไทม์ และการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูงเพื่อการตัดสินใจ

3. Automation ในคลังสินค้า เทคโนโลยีอัตโนมัติที่สำคัญ ได้แก่ Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS), Automated Guided Vehicles (AGVs), Robotic Process Automation (RPA) และ Voice-directed Operations

การประยุกต์ใช้ Digital Twin ในโลจิสติกส์

1. ในการจัดการคลังสินค้า ช่วยในการจำลองการไหลของสินค้า เพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสินค้า และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2. ในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน ช่วยในการติดตามสินค้าตลอดห่วงโซ่ การวิเคราะห์ความเสี่ยง การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง และการจัดการความต้องการและอุปทาน

แนวทางการพัฒนาที่เหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญเห็นตรงกันว่าควรมีการพัฒนาแบบค่อยเป็นค่อยไป (Phased Implementation)
Phase 1: Foundation (6-12 เดือน) ปรับปรุงระบบ IT พื้นฐาน ติดตั้งเซ็นเซอร์และ IoT เบื้องต้น และฝึกอบรมพนักงาน

Phase 2: Implementation (12-18 เดือน) พัฒนาระบบ Digital Twin เบื้องต้น ทดสอบในพื้นที่จำกัด ปรับปรุงและแก้ไขปัญหา

Phase 3: Expansion (18-24 เดือน) ขยายระบบครอบคลุมคลังสินค้าทั้งหมด เพิ่มฟีเจอร์ขั้นสูง บูรณาการกับระบบอื่น ๆ

ปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จ การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง การเตรียมความพร้อมของพนักงาน การมีแผนการจัดการการเปลี่ยนแปลง การเลือกพาร์ทเนอร์ที่เหมาะสม และการวางแผนการลงทุนระยะยาว

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าการจัดการคลังสินค้าในประเทศไทยยังคงเผชิญกับปัญหาด้านข้อมูล และการติดตามสินค้าแบบเรียลไทม์ การใช้พื้นที่ที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ ปัญหาด้านกำลังคนและการดำเนินงาน การคาดการณ์และวางแผนที่ยังไม่แม่นยำ รวมถึงต้นทุนการดำเนินงานที่สูง แม้จะมีการนำเทคโนโลยีพื้นฐาน เช่น WMS, Barcode, RFID และ ERP มาใช้บ้างแล้ว แต่เทคโนโลยีขั้นสูงอย่าง IoT, AI/ML และระบบอัตโนมัติยังคงมีสัดส่วนการใช้งานค่อนข้างน้อย

ผู้เชี่ยวชาญมีความเข้าใจในระดับที่ดีเกี่ยวกับ Digital Twin และเห็นศักยภาพในการช่วยแก้ปัญหาคลังสินค้า ทั้งในด้านการมองเห็นภาพรวมแบบเรียลไทม์ การทำนายและป้องกันปัญหา การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ การลดต้นทุน และการปรับปรุงการตัดสินใจ อย่างไรก็ตาม ยังมีความกังวลเกี่ยวกับต้นทุนการลงทุนที่สูง ความซับซ้อนทางเทคนิค ความปลอดภัยของข้อมูล และการยอมรับจากพนักงาน

ผลการประเมินความเป็นไปได้ตามกรอบ 4 มิติ แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีความเป็นไปได้ในระดับกลางสำหรับการพัฒนา Digital Twin ในการจัดการคลังสินค้า

มิติเทคโนโลยี โครงสร้างพื้นฐาน IT พร้อมใช้งานในระดับหนึ่ง แต่ต้องมีการอัปเกรดเพิ่มเติม และความสามารถในการบูรณาการอุปกรณ์ IoT ยังเป็นสิ่งท้าทาย

มิติองค์กร ผู้บริหารมีความพร้อมสูงในการรับเทคโนโลยีใหม่ แต่พนักงานยังต้องมีการเตรียมตัวและการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลง

มิติกระบวนการ กระบวนการส่วนใหญ่ยังเป็นแบบดั้งเดิมและต้องการการปรับปรุงให้เป็นมาตรฐานก่อนการนำ Digital Twin มาใช้

มิติผลประโยชน์ คาดว่าจะเห็นการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในด้านการติดตามสินค้าและการใช้พื้นที่ ส่วนความแม่นยำในการจัดการสินค้าคงคลัง การลดเวลาการประมวลผลคำสั่ง และการลดต้นทุนการดำเนินงานก็มีแนวโน้มที่ดี

บทสรุป

การศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ Digital Twin สำหรับการจัดการคลังสินค้าในประเทศไทยได้ให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความพร้อม ความท้าทาย และโอกาส ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าประเทศไทยมีความเป็นไปได้ในระดับกลางสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ โดยมีผลประโยชน์ที่ชัดเจนและมีศักยภาพสูง ปัจจัยสำคัญต่อความสำเร็จ ได้แก่ การเตรียมความพร้อมขององค์กรและบุคลากร การปรับปรุงกระบวนการให้เป็นมาตรฐาน การเลือกพาร์ทเนอร์ที่เหมาะสม และการมีแผนการพัฒนาแบบค่อยเป็นค่อยไป ความท้าทายหลักที่ต้องเผชิญคือ ต้นทุนการลงทุนที่สูง การขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ ความต้านทานการเปลี่ยนแปลงจากพนักงาน และความซับซ้อนทางเทคนิค แนวทางการพัฒนาที่เหมาะสมควรเริ่มจากองค์กรขนาดใหญ่ที่มีความพร้อมสูง แล้วค่อยๆ ขยายไปสู่องค์กรขนาดกลางและเล็ก โดยใช้แนวทางการพัฒนาแบบ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมความพร้อม การพัฒนาและทดสอบ และการขยายผลและปรับปรุง ความร่วมมือจากทุกภาคส่วนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความสำเร็จ โดยภาครัฐควรมีบทบาทในการสร้างนโยบายสนับสนุนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และพัฒนากำลังคน ภาคเอกชนควรลงทุนและนำไปใช้จริง และสถาบันการศึกษาควรผลิตบุคลากรและพัฒนาเทคโนโลยี ผลกระทบในระยะยาวจากการพัฒนา Digital Twin จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ไทย สนับสนุนการเป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ของภูมิภาค และส่งเสริมการพัฒนาประเทศสู่การเป็น Smart Nation

เอกสารอ้างอิง

ชนินทร์ กันสิทธิ์, อัครนันท์ พงศธรวิวัฒน์ และศิวิกา ดุษฎีโหนด. (2567). การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบุตำแหน่ง ณ ปัจจุบันภายในคลังสินค้า. *Journal of Applied Statistics and Information Technology, 9*(2), 55-78.

พีระพงษ์ นิลรัตน์ และศิถา ปัญญวัชรวงศ. (2568). ปัจจัยเชิงสาเหตุของการจัดการระบบเทคโนโลยีคลังสินค้าที่มีต่อผลการดำเนินงานคลังสินค้าศูนย์กลางโลจิสติกส์ของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทย. *Journal of Social Science and Cultural*, 9(3), 264-277.

Tao, F., Zhang, H., Liu, A.; & Nee, A. Y. C. (2019).Digital twin in industry: state-of-the-art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, 15*(4), 2405-2415.

Li, X., Liu, H., Wang, W., Zheng, Y., Lv, H., & Lv, Z. (2022). Big data analysis of the internet of things in the digital twins of smart city based on deep learning. *Future Generation Computer Systems, 128,* 167-177.

Maheshwari, P., Kamble, S., Kumar, S., Belhadi, A., & Gupta, S. (2023). Digital twin-based warehouse management system: a theoretical toolbox for future research and applications. *The International Journal of Logistics Management, 35*(4), 1073–1106.

Kumar, R., Franklin, A. A., Garg, S., & Singh, S. (2023). Blockchain and deep learning for secure communication in digital twin empowered industrial IoT network. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering, 10*(5), 2802-2813.

Elbouzidi, A. D., Bélanger, M. J., El Cadi, A. A., Pellerin, R., Valencia, E. T., & Lamouri, S. (2023). The role of AI in warehouse digital twins: literature review. *Applied Science Journal, 13*(11), 6746. https://doi.org/10.3390/app13116746