

การศึกษาวิธีการจัดเส้นทางการเดินรถ AGV ในอุตสาหกรรมการผลิต

รุจิรา เรืองธนากร, ธิดาวรรณ แสงนวล และจิราดา อนุชิตนันทน์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์บทความวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดเส้นทางการเดินของรถ AGV เพื่อเสนอแนวทางการจัดเส้นทางการเดินรถ AGV ในแต่ละรูปแบบอุตสาหกรรมการผลิต ประกอบด้วยงานวิจัย และบทความ แบ่งเป็นวรรณกรรมภาษาไทย จำนวน 8 ฉบับ และ วรรณกรรมภาษาต่างประเทศ จำนวน 6 ฉบับ ศึกษากระบวนการเกี่ยวกับระบบการทำงานของรถ AGV และระบบการผลิตที่มีความไม่แน่นอนที่ส่งผลต่อการจัดเส้นทางเดินรถ AGV โดยทำการจัดกลุ่มบทความวิชาการ และงานวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับทิศทางการเดินรถ แบ่งออกเป็น การเดินรถทิศทางเดียว และการเดินรถหลายทิศทาง กลุ่มที่ 2 บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนารถ AGV โดยมีวิธีการแก้ปัญหา 3 รูปแบบ คือ การใช้สูตรคณิตศาสตร์ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการใช้อัลกอริทึม พบว่า การใช้สูตรคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยวิธีการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical optimization) และเมต้าฮีริสติก (Meta-heuristic) เหมาะสมกับการจัดเส้นทางการเดินรถ AGV ทิศทางเดียว และ A* Algorithm เหมาะสมกับการจัดเส้นทางการเดินรถ AGV หลายทิศทาง สำหรับบทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบรถ AGV แบ่งออกเป็น การพัฒนาโดยวิธีการสร้างแบบจำลองทางวิศวกรรมศาสตร์ และการพัฒนาโดยการใช้ อัลกอริทึม พบว่า การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรขับมอเตอร์ L298 Software และ Keil C51 ทำให้อุปกรณ์สามารถเดินรถได้โดยไม่ต้องใช้คนบังคับ มีวงเลี้ยวแคบและสามารถควบคุมการเลี้ยวได้ง่ายขึ้น ทิศทาง และการเคลื่อนที่ไปยังสถานีเป้าหมายทำได้ถูกต้องแม่นยำและด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด และการพัฒนาโดยใช้อัลกอริทึม พบว่า SFP Algorithm KSFP Algorithm TP Algorithm และ Overall motion planning algorithm ทำให้จำนวน AGV ที่ลดลงส่งผลให้อัตราการส่งมอบสูงขึ้นและเส้นทางที่ปราศจากความขัดแย้งเนื่องจากการหยุดชะงักเกิดขึ้นบ่อยครั้งในระบบจริง

1. บทนำ (Introduction)

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยเชิงเอกสาร สรุปรวบรวม ศึกษา และวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทางการเดินของรถ AGV ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมการผลิต มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการจัดเส้นทางการเดินรถ AGV ในแต่ละรูปแบบอุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมทั้งในภาคการผลิต และการบริการมีการวางแผนพัฒนา และขยายการผลิต เพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งในภาคอุตสาหกรรมได้ และเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพเพียงพอต่อการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ที่ปัจจุบันนี้เป็นยุคดิจิทัล (Digital Age) คือ ยุคที่มีการนำเทคโนโลยีมาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินธุรกิจ เพื่อให้สอดคล้องกับยุคสมัยที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในยุคเทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบัน การนำเทคโนโลยีมาเปลี่ยนแปลงรูปแบบการดำเนินธุรกิจจนบริษัทหรือองค์กรกลายเป็น Digital Native บริษัทหรือองค์กรนั้นต้องขับเคลื่อนด้วยลูกค้า และกำลังแรงงานที่ชาญฉลาด เรียนรู้ และปรับตัวจากความเสี่ยงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง คิดค้นสิ่งใหม่ๆ ที่มีความสำคัญ กระตุ้นการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ กระตุ้นรายได้ใหม่ และกระตุ้นความจงรักภักดีของลูกค้าด้วยการใช้เทคโนโลยี รถขนส่งวัสดุอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicle - AGV) เป็นส่วนหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของ

เทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อระบบโลจิสติกส์ในยุคดิจิทัล ซึ่งบริษัทหลายแห่งได้เริ่มให้ความสนใจและนำเทคโนโลยีรถขนส่งวัสดุอัตโนมัติเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาด้านการลำเลียงสินค้า ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่จะเชื่อมต่อการไหลของสินค้าระหว่างสถานีปฏิบัติงานภายในพื้นที่โรงงานผลิตที่มีการใช้การลำเลียงวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนประกอบระหว่างสถานีงาน

2. ทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

รถ AGV หรือรถขนส่งอัตโนมัติเป็นรถที่ใช้ระบบขนถ่ายวัสดุที่ใช้รถทำงานได้โดยให้รถแต่ละคันมีอิสระต่อกันสามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองซึ่งถูกนำทางด้วยเส้นทางขนส่งที่ฝังอยู่บนพื้นของโรงงาน รถจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ติดตั้งอยู่ในตัวรถซึ่งจะทำให้รถวิ่งได้ในระยะหนึ่งจากนั้นต้องทำการอัดแบตเตอรี่ใหม่ การกำหนดเส้นทางขนส่งของระบบ AGV นี้ อาจทำได้โดยใช้สายไฟฟ้าฝังอยู่กับพื้นโรงงาน หรือใช้สี่สัสะท้อนแสงทาบนพื้นโรงงานก็ได้ รถจะใช้เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ในการนำทาง มีระบบควบคุมเส้นทาง และนำทางการขับเคลื่อนด้วยการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กที่ฝังอยู่ในพื้นผิวทางเดินรถ AGV หรือแบบควบคุมโดยการตรวจจับด้วยแสงเลเซอร์ เพื่อให้รถ AGV สามารถเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดได้ด้วยการประมวลผลควบคุมการทำงานโดยไม่โครคอนโทรลเลอร์ วัตถุประสงค์ของการนำรถ AGV มาใช้นั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนให้กับบริษัท เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของการผลิต และรองรับความต้องการของอุตสาหกรรมภาคการผลิต เพื่อลดข้อผิดพลาดหรือปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้แรงงานมนุษย์

3. วิธีดำเนินงาน (Research Methodology)

การวิจัยเชิงเอกสารครั้งนี้ดำเนินการโดยการทบทวนวรรณกรรม ประกอบด้วย งานวิจัย และบทความ แบ่งเป็นวรรณกรรมภาษาไทย จำนวน 8 ฉบับ และ วรรณกรรมภาษาต่างประเทศ จำนวน 6 ฉบับ เพื่อศึกษาแนวคิดซึ่งเป็นที่มาของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ AGV ศึกษากระบวนการที่เกี่ยวกับระบบการทำงานของรถ AGV และระบบการผลิตที่มีความไม่แน่นอนที่ส่งผลต่อการจัดเส้นทางเดินรถ AGV มีรายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

ตารางที่ 1 ตารางสรุปงานวิจัยหัวข้อปัญหา การจัดเส้นทางตามทิศทางการเดินรถ

งานวิจัย	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินงาน	ก่อนการปรับปรุง	ผลลัพธ์
การประยุกต์ใช้ AGV ในระบบการจัดส่งงานในสายการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ (พิสุทธิ นิมเตช, 2561)	- เพื่อออกแบบเส้นทางและจำนวนรถ AGV ที่เหมาะสมในการขนส่งลำเลียงชิ้นงาน - เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งลำเลียงโดยการนำ AGV มาใช้แทนคน	ใช้สูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อหาจำนวนรถ AGV ที่เหมาะสม และเสนอแนวทางการเดินรถ 3 แนวทาง	มีพนักงานสนับสนุนการผลิตทั้งหมด 29 คน แบ่งสายการผลิตเป็น 3 กลุ่มหลัก โดยมีสายการผลิตย่อยหรือสถานีงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 19 สถานีงาน ระยะทางรวม คือ 108,813 เมตร/กะหยุดรับส่ง 1,740 ครั้ง/กะ	ใช้จำนวนรถ AGV น้อยที่สุดเพียง 4 คัน และลดระยะทางขนส่งเหลือ 33,313.5 เมตร ลดร้อยละ 69.4 จำนวนการหยุดรับส่งงานเหลือ 1,170 เทียบต่อกะ ลดร้อยละ 32.8 เมื่อนำระบบขนส่งลำเลียงสินค้าอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ ส่งผลให้ลดพนักงานขนส่งลำเลียงได้ทั้งหมด 11 คน
การหาปริมาณการขนส่งชิ้นส่วนโซ่รถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมโดยใช้รถ AGV (กวิธร สัจเจริญ, 2546)	พัฒนาระบบการขนส่งชิ้นส่วนในการผลิตโดยใช้รถ AGV และให้มีเที่ยวในการเดินรถอย่างเหมาะสมเมื่อการผลิตมีการเปลี่ยนแปลง	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้ -จำลองบนโปรแกรม Arena 6 -Visual Basic for Application on Arena 6 ในการเชื่อมโยงระหว่างตารางการผลิตบน Excel กับ Simulation Model -หาจุดที่เหมาะสมที่สุดด้วยกราฟ	โรงงานประกอบชิ้นส่วน มีสถานีงานทั้งหมด 21 สถานี ใช้ AGV ชนิด Unit load และความกว้างทางวิ่งภายในโรงงานคือ 1.4 เมตร ความกว้างถนนหน้าโรงงานคือ 4.5 เมตร รัศมีวงเลี้ยวแคบสุด 2 เมตร	ปริมาณขนส่งที่เหมาะสมที่สุดคือ 13 ถึงเพื่อเที่ยวให้ผลผลิตที่ 40,850 ชิ้น ต้นทุนรวมคือ 1,941 บาท สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 33,652 เมตร เหลือ 32,980 เมตร ลดลง 672 เมตร คิดเป็น 2% และเวลาเฉลี่ยรอคอยรถลดร้อยละ 28.3
A Study of Automatic Guide Vehicle (นิพนธ์ เรืองวิริยะนันท์ และ มานะ ทะนะอิน)	ทดลองนำรถ AGV ใช้แทนคน	-การออกแบบหาขนาดของมอเตอร์ -รายละเอียดรถขนส่งวัสดุในโรงงาน	รถขนส่งวัสดุในโรงงานสามารถลากจูงรับและส่งวัสดุน้ำหนัก 10 กิโลกรัม วิ่งรับและส่งของทั้งหมด 4 สถานี ใช้รีโมทเพื่อส่งสัญญาณ	เมื่อมีคนหรือสิ่งของขวางหน้ารถในแนวเส้นทางวิ่งในระยะ 40 เซนติเมตรรถก็จะหยุดรอจนกว่าสิ่งกีดขวางเหล่านั้นถูกนำออกพ้นเส้นทางรถก็จะวิ่งต่อไป และในการชาร์ตแบตเตอรี่แต่ละครั้งสามารถใช้งานได้ประมาณ 4 ชั่วโมง 40 นาทีคิดเป็นระยะทางได้ประมาณ 4,042 เมตร

ตารางที่ 1 ตารางสรุปงานวิจัยหัวข้อปัญหา การจัดเส้นทางตามทิศทางทางการเดินรถ (ต่อ)

งานวิจัย	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินงาน	ก่อนการปรับปรุง	ผลลัพธ์
การกำหนดตารางงานและเส้นทางวิ่งของพาหนะลำเลียงงานอัตโนมัติ: กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิต (โพธิ์งาม สมกุล, จิรัฐติภรณ์ ลอยลม และ อนุวัต นมืองเขียว, 2563)	หาจำนวน AGV ที่เหมาะสมที่สุด ที่ทำให้เวลารอของสถานีงาน และ AGV ต่ำที่สุด	-การหาค่าเหมาะที่สุดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical optimization) -เมตาฮีริสติก (Meta-heuristic) -ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) -การจำลองการจัดตารางงาน -กฎการทำงานเชิงรับและเชิงรุก	มีสถานีงานที่ต้องลำเลียงอุปกรณ์ถ่าย 23 จุด	ควรรู้จักการกำหนดงานเชิงรุก และกำหนดเส้นทาง การวิ่งของ AGV แบบสองทิศทาง โดยใช้ AGV เพียงคันเดียว จะทำให้เกิดอัตราการใช้งานโดยรวมของทั้ง สถานีงาน และ AGV น้อยที่สุดที่ร้อยละ 2.98 สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 33,520 เมตร เหลือ 30,732 เมตร ลดลง 2,788 เมตร คิดเป็น 8.3% และ เวลาเฉลี่ยรอคอยลดลงร้อยละ 40.3
การศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตแบบยืดหยุ่น ที่ใช้รถขนถ่ายวัสดุแบบอัตโนมัติที่เดินทางได้หลายทิศทาง (รจนาวุ โกรปัญญาพงศ์, 2544)	ศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่ใช้ AGV เป็นระบบขนถ่ายวัสดุ โดยการจำลองแบบปัญหาทางคอมพิวเตอร์	-Greedy Algorithm, Dijkstra Algorithm -Map Table	สายการผลิตประกอบด้วยสถานีงานทั้งหมด 13 สถานี	จำนวน AGV ที่เหมาะสมคือ 3 คัน การวิ่งภาระคือ 3 ภาระ และจำนวนที่เหมาะสมคือ 60-80 คัน และสามารถลดระยะทางได้จากเดิม 39,025 เมตร เหลือ 37,848 เมตร ลดลง 1,177 เมตร คิดเป็น 3%
การออกแบบเส้นทางเคลื่อนที่รถเคลื่อนย้ายอัตโนมัติด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์ และกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห้ลำดับขั้น (ณัฐพงศ์ ชูโชติदार, 2563)	ออกแบบเส้นทางทางการเดินรถ AGV ที่เหมาะสม	-การวิจัยเชิงปริมาณ -แผนภูมิกระบวนการไหล -เทคนิคจำลองสถานการณ์ -กระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห้ลำดับขั้น (โปรแกรม Statfit3) ทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบแบบไคสแควร์	-	เส้นทางเคลื่อนที่แบบที่ 2 มี เวลาเฉลี่ยรอคอยลดลงร้อยละ 39.9 จำนวน AGV เฉลี่ยที่รอคอยลดร้อยละ 40.7 และ สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 35,480 เมตร เหลือ 34,748 เมตร ลดลง 732 เมตร คิดเป็น 2.7% และเวลาเฉลี่ยรอคอยลดร้อยละ 25.5
การวางแผนเส้นทางและการจัดตารางเวลาอัจฉริยะของระบบ Multi-AGV ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ (Chengbao Liu, Jie Tan , Hongsheng Zhao , Yaning Li, Xiwei Bai, 2017)	การวางแผนเส้นทางและการจัดตารางเวลาอัจฉริยะ	-แผนที่โทโพโลยีโดยใช้ชุดกราฟ -อัลกอริทึม A *	รถ AGV 20 คัน และมีทั้งหมด 70 โหนด โหนดทั้งหมดจะมีหมายเลขตั้งแต่ 1 ถึง 70 แผนที่โทโพโลยีประกอบด้วยพื้นที่บรรทุกสองแห่งพื้นที่คลังสินค้าหกแห่งพื้นที่ชาร์จ และพื้นที่จอดรถพื้นที่บรรทุกประกอบด้วยแท่นบรรทุกหกแห่ง พื้นที่คลังสินค้าประกอบด้วย แท่นขนถ่ายสลับแปดแท่นพื้นที่สำหรับชาร์จ มีทางเข้าและทางออก และพื้นที่จอดรถประกอบด้วยทางเข้าและทางออก	วิธีการแสดงกราฟทิศทางที่ทิศทางเดียวจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบมีค่าใช้จ่ายและเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดแต่อาจไม่ใช่เส้นทางที่สั้นที่สุด และพบว่า สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 50,420 เมตร เหลือ 46,624 เมตร ลดลง 3,796 เมตร คิดเป็น 7.5%
การวางแผนเส้นทางของรถนำทางอัตโนมัติสำหรับการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ (Sanjay S. Gurav, 2004)	อัลกอริทึมการกำหนดเส้นทางและรูปแบบเส้นทาง	-Bi- Directional Search -Routing อัลกอริทึม	เครือข่ายเส้นทางกรไหลของ AGV แบ่งออกเป็นสามประเภท เป็นการควบคุมการทำงานของโมเดลทิศทาง	แบบจำลองแสดงให้เห็นว่าการรวมตู้คอนเทนเนอร์ที่สถานีต่างๆทำให้ระยะทางในการเดินทางลดลงอย่างมากและในที่สุดก็ช่วยลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์ แบบจำลองที่เสนออาจถือได้ว่าเป็นกรอบที่เหมาะสมสำหรับการขยายและการประยุกต์ใช้กับเรือมีน็อคคอนเทนเนอร์ สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 26,642 เมตร เหลือ 24,908 เมตร ลดลง 1,734 เมตร คิดเป็น 6.5%
อัลกอริทึมการตั้งเวลาและการกำหนดเส้นทางสำหรับ AGV: งานวิจัยแบบสำรวจ (LING QIU, WEN-JING HSU, SHELL-YING HUANG and HAN WANG, 2002)	อัลกอริทึมการตั้งเวลาและการกำหนดเส้นทาง	- อัลกอริทึมสำหรับโทโพโลยีเส้นทางทั่วไป - การเพิ่มประสิทธิภาพ Path - อัลกอริทึมสำหรับโทโพโลยีเส้นทางเฉพาะ	-	วิธีแก้ปัญหาที่น่าพอใจควรรู้เทคโนโลยีพาหนะที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อลดต้นทุนของระบบ ระบบ AGV เป็นระบบขนานและระบบกระจายภายใน สามารถลดระยะทางในเส้นทางตัวอย่างได้จากเดิม 45,537 เมตร เหลือ 40,810 เมตร ลดลง 4,727 เมตร คิดเป็น 11.6%
การวางแผนเส้นทางสำหรับระบบ AGV หลายระบบโดยใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรมในคลังสินค้า (Chao Li, Chuqing Cao and Yunfeng Gao)	การวางแผนเส้นทางสำหรับระบบ AGV หลายระบบ	-Genetic Algorithm -Modified Genetic Algorithm	-	อัลกอริทึมที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่สอดคล้องกันในการแก้ปัญหาขนาดเล็กได้ และสามารถลดระยะทางได้จากเดิม 53,414 เมตร เหลือ 52,429 เมตร ลดลง 985 เมตร คิดเป็น 1.9%
อัลกอริทึมการวางแผนเส้นทางสองระดับสำหรับปัญหาการเดินรถหลายเส้นทางของ AGV (Zhiheng Yuan, Zhengmao Yang, Lingling Lv and Yanjun)	อัลกอริทึมการวางแผนเส้นทางสองระดับ	-Topological Modeling -Grid Modeling	-	อัลกอริทึมการวางแผนเส้นทางระดับที่สอง การจำลองการทดลองพิสูจน์แล้วว่าอัลกอริทึมนี้ได้ผล สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 39,595 เมตร เหลือ 38,930 เมตร ลดลง 665 เมตร คิดเป็น 1.7%
การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการใช้งาน AGV ต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต (สุทธิพงศ์ แสนละเอียด, 2553)	ศึกษาผลกระทบจากปัจจัยต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมรถ AGV	-โปรแกรม Arena ร่วมกับกรอกแบบการทดลองเชิงแม่ทอเรียล -กฎเกณฑ์การเลือกใช้งานรถ AGV -กฎเกณฑ์การหยิบ/วางชิ้นงาน Shortest Distance / First Come First Serve (SD / ECFS)	รูปแบบผังการผลิตแบบมีสถานีทั้งหมด 5 สถานี ใบแผนผังการผลิต AGVจะมีทิศทางการวิ่งแบบ 2 ทิศทาง ในแผนผังจะประกอบด้วยจุดตรวจสอบระหว่างทางทั้งหมด 1 จุด และกำหนดให้มีรถ AGV ในระบบได้ไม่เกิน 5 คัน	จำนวนรถ AGV ที่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในระบบทุกค่าอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในส่วนของกฎเกณฑ์การหยิบและวางชิ้นงานแบบ SPNT จะให้ค่าวัดประสิทธิภาพในระบบดีกว่าแบบ FCFS

ตารางที่ 2 ตารางสรุปงานวิจัยหัวข้อ การพัฒนาระบบรถ AGV

งานวิจัย	วัตถุประสงค์	วิธีการดำเนินงาน	ก่อนการปรับปรุง	ผลลัพธ์
การพัฒนาระบบรถขนย้ายนำทางอัตโนมัติ (จุลศิริ เจริญกัญชารักษ์, ประพันธ์ ประภาวิธา, ปริศนากรณ์ คำเจริญคุณ และนพวรรณ สีสัจจริยาธรรม, 2560)	ควบคุมได้แบบอัตโนมัติ ไม่ต้องใช้คนบังคับ	-ไมโครคอนโทรลเลอร์ -มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง -วงจรถับมอเตอร์ L298 Software -Keil C51	-	วงเลี้ยวแคบและสามารถควบคุมการเลี้ยวได้ง่ายขึ้น ทิศทางและการเคลื่อนที่ไปยังสถานีเป้าหมายทำได้ ถูกต้องแม่นยำและด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด
การพัฒนาตัวควบคุม AGV ที่ใช้เอเจนต์อัจฉริยะสำหรับระบบการผลิตที่ยืดหยุ่น (Sharad Chandra Srivastava & Alok Kumar Choudhary & Surendra Kumar & M. K. Tiwari, 2007)	เพื่อวิ่งรถบนเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยปราศจากความขัดแย้ง	-SFP Algorithm -KSPF Algorithm -TP Algorithm -Overall motion planning algorithm	-	จำนวน AGV ที่ลดลงส่งผลให้อัตราการส่งมอบสูงขึ้น และเส้นทางที่ปราศจากความขัดแย้งซึ่งเนื่องจากการ หยุดชะงักเกิดขึ้นบ่อยครั้งในระบบจริง

4. ผลการดำเนินการ (Research Finding)

บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทิศทางการเดินรถ สามารถแบ่งออกเป็น กลุ่มที่ 1 การเดินรถทิศทางเดียว (One Direction) และกลุ่มที่ 2 การเดินรถหลายทิศทาง (Multi Direction) โดยมีวิธีการแก้ปัญหา 3 รูปแบบ คือ การใช้สูตรคณิตศาสตร์ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการใช้อัลกอริทึม มีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มที่ 1 การเดินรถทิศทางเดียว (One Direction) การใช้สูตรคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา พบว่า วิธีการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical optimization) และเมต้าฮีริสติก (Meta-heuristic) เหมาะสมกับการจัดเส้นทางรถ AGV มากที่สุด และผลจากการทดลอง คือ ครบกำหนดเส้นทางวิ่งของ AGV แบบสองทิศทาง โดยใช้ AGV เพียงคันเดียว ทำให้สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 33,520 เมตร เหลือ 30,732 เมตร ลดลง 2,788 เมตร คิดเป็น 8.3% และเวลาเฉลี่ยรอคอยลดลงร้อยละ 40.3 ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ แผนภูมิกระบวนการไหล เทคนิคจำลองสถานการณ์ และกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับขั้นทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบแบบโคสแควร์ การใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา พบว่า การจำลองบนโปรแกรม Arena 6 Visual Basic for Application on Arena 6 ในการเชื่อมโยงระหว่างตารางการผลิตบน Excel กับ Simulation Model พบว่า ปริมาณขนส่งที่เหมาะสมที่สุดคือ 13 ถังต่อเที่ยว ให้ผลผลิตที่ 40,850 เส้น ต้นทุนรวมคือ 1,941 บาท สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 33,652 เมตร เหลือ 32,980 เมตร ลดลง 672 เมตร คิดเป็น 2% และเวลาเฉลี่ยรอคอยลดลงร้อยละ 28.3 การใช้อัลกอริทึมในการแก้ปัญหา พบว่า Routing Algorithms และ Topological Sort Algorithms สามารถลดระยะทางในเส้นทางได้จากเดิม 45,537 เมตร เหลือ 40,810 เมตร ลดลง 4,727 เมตร คิดเป็น 11.6% ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการใช้ Routing Algorithms

กลุ่มที่ 2 การเดินรถหลายทิศทาง (Multi Direction) การใช้อัลกอริทึมในการแก้ปัญหา พบว่า A* Algorithm สามารถลดระยะทางได้จากเดิม 50,420 เมตร เหลือ 46,624 เมตร ลดลง 3,796 เมตร คิดเป็น 7.5% ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการใช้ Greedy Algorithm Dijkstra Algorithm Genetic Algorithm Modified Genetic Algorithm Topological Modeling และ Grid Modeling การใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหา พบว่า การสร้างแบบจำลองปัญหาด้วยโปรแกรม Arena ร่วมกับการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล กฎเกณฑ์การเลือกใช้งานรถ AGV กฎเกณฑ์การหยิบชิ้นงาน กฎเกณฑ์การวางชิ้นงาน Shortest Distance / First Come First Serve (SD / FCFS) พบว่า จำนวนรถ AGV ที่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบต่อค่าวัดประสิทธิภาพในระบบทุกค่าอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในส่วนของกฎเกณฑ์การหยิบและวางชิ้นงานแบบ SPNT จะให้ค่าวัดประสิทธิภาพในระบบดีกว่าแบบ FCFS

บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบรถ AGV สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้ การพัฒนาโดยวิธีการสร้างแบบจำลองทางวิศวกรรมศาสตร์ และการพัฒนาโดยการใช้อัลกอริทึม (Algorithms) มีรายละเอียดดังนี้ การพัฒนาโดยวิธีการสร้างแบบจำลองทางวิศวกรรมศาสตร์ พบว่า การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง วงจรขับมอเตอร์ L298 Software และ Keil C51 ทำให้รถ AGV สามารถเดินทางได้โดยไม่ต้องใช้คนบังคับ มีวงเลี้ยวแคบและสามารถควบคุมการเลี้ยวได้ง่ายขึ้น ทิศทางและการเคลื่อนที่ไปยังสถานีเป้าหมายทำได้ถูกต้องแม่นยำและด้วยระยะทางที่สั้นที่สุด และการพัฒนาโดยการใช้อัลกอริทึม พบว่า SFP Algorithm KSFP Algorithm TP Algorithm และ Overall motion planning algorithm ทำให้จำนวน AGV ที่ลดลงส่งผลให้อัตราการส่งมอบสูงขึ้นและเส้นทางที่ปราศจากความขัดแย้งเนื่องจากการหยุดชะงักเกิดขึ้นบ่อยครั้งในระบบจริง

5. สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

เทคโนโลยีต่างๆ เริ่มมีการพัฒนาและมีความทันสมัยมากขึ้น ระบบอัตโนมัติและเครื่องมือต่างๆ เริ่มเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ และอุปกรณ์เหล่านี้มีความสำคัญมากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะในพื้นที่ปฏิบัติการอย่างคลังสินค้า โดยถือได้ว่าประสิทธิภาพและประโยชน์จากการใช้อุปกรณ์เหล่านี้เป็นสิ่งที่พลิกบทบาทการออกแบบคลังสินค้าและการทำงานภายในคลังสินค้าอย่างแท้จริง แนวโน้มการใช้งานรถขนส่งอัตโนมัติ (AGV) ในระยะสั้นสำหรับประเทศไทยหรือ 3 ปีนับจากนี้สามารถเห็นได้ชัดเจนว่าจะมีการปรับเปลี่ยนด้านโครงสร้างพื้นฐานเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนผ่านสำหรับอุตสาหกรรมทุกขนาดสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันภายหลังจากสถานการณ์ COVID-19 พบว่ามีการใช้งานรถขนส่งอัตโนมัติเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่อแก้ไขวิกฤติที่เกิดขึ้น ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมการผลิตยานยนต์ทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ รวมไปถึงภาคบริการ เริ่มหันมาใช้เทคโนโลยีในการทำงานมากขึ้น เพื่อเพิ่มโอกาส และประสิทธิภาพในการทำงาน ลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากความผิดพลาดของมนุษย์ และรถ AGV ถือว่าเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่น่านำมาในอุตสาหกรรมการผลิตมากที่สุด ทั้งในคลังสินค้า และโรงงานการผลิตเพื่อให้การผลิตมีประสิทธิภาพ กล่าวได้ว่าปัจจุบันรถขนส่งอัตโนมัติ หรือรถ AGV กำลังได้รับความนิยมในประเทศไทย แม้ว่าจะมีการใช้งานรถ AGV มาหลายปีแล้ว แต่ยังมียอดจำหน่ายเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากเหตุผลสำคัญคือ อัตราค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้น ดังนั้น ในหลายธุรกิจจึงมองหาทางเลือกอื่นเพื่อยังคงควบคุมต้นทุนของธุรกิจให้ต่ำแต่ยังรักษาประสิทธิภาพในการทำงานให้ได้คงเดิมหรือเพิ่มขึ้น โดยที่เทคโนโลยีของรถ AGV แต่ก่อนนั้นยังไม่มีการพัฒนาเทียบเท่ากับปัจจุบัน เช่น การใช้เซ็นเซอร์หรือคลื่นไฟฟ้าในการจับเส้นทาง ทำให้ไม่ต้องใช้เทปแม่เหล็กเป็นเส้นทางในการเดินรถ รูปแบบการเดินรถจึงมีความยืดหยุ่นมากขึ้น และด้วยความสามารถในการขนส่งและลำเลียงสินค้าของรถ AGV ในปัจจุบัน ทำให้สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานในไลน์การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมได้ดีมากขึ้น การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยจัดการระบบคลังสินค้า หรือการขนส่งสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นทางเลือกที่ดีในการปรับตัวเพื่อรองรับกับความเปลี่ยนแปลงที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต รถ AGV จึงเป็นหนึ่งในตัวเลือกของหลายบริษัทที่ยังต้องการยืนอยู่ในโลกแห่งการแข่งขันเพื่อความอยู่รอดอย่างเช่นในปัจจุบันนี้

เอกสารอ้างอิง

พิสุทธิ์ นิมเดช. (2561). *การประยุกต์ใช้ AGV ในระบบการจัดส่งงานในสายการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์*,

วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบการผลิต, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

- กวินธร สัยเจริญ. (2546). *การหาปริมาณการขนส่งชิ้นส่วนโซ่รถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมโดยใช้รถ AGV*, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- โพธิ์งาม สมกุล, จิรัฐติภรณ์ ลอยลม และอนูวัต หม่องเขียว. (2563). การกำหนดตารางงานและเส้นทางวิ่งของพาหนะลำเลียงงานอัตโนมัติ กรณีศึกษาอุตสาหกรรมการผลิต. *วารสารวิศวกรรมสาร*, 15(2), 90-104.
- รจนาฎ ไกรปัญญาพงศ์. (2544). การศึกษาประสิทธิภาพของระบบผลิตแบบยืดหยุ่นที่ใช้รถขนถ่ายวัสดุแบบอัตโนมัติที่เดินทางได้หลายทิศทาง. *วารสารวิศวกรรมสาร*, 28(3), 89-99.
- ณัฐพงศ์ ชูโชติถาวร. (2563). การออกแบบเส้นทางการเคลื่อนที่รถเคลื่อนย้ายอัตโนมัติด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์และกระบวนการตัดสินใจแบบวิเคราะห์ลำดับขั้นกรณีศึกษาบริษัทเอ็กซ์วายแซด จำกัด. *วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน*, 6(2), 114-128.
- สุทธิพงศ์ แสนละเอียด. (2553). *การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยในการใช้งาน AGV ต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิต*, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- จุลศิริ เจริญภักดิ์, ประพันธ์ ประภาวิชา, ปรีดาภรณ์ คำเจริญคุณ และนพวรรณ ลีลาจริยาธรรม. (2560). การพัฒนาระบบรถขนย้ายนำทางอัตโนมัติ. *วิศวกรรมสารฉบับวิจัยและพัฒนา*, 18(4), 1-6.
- Chengbao, L., Jie, T., Hongsheng, Z., Yaning, L., & Xiwei, B. (2017). Path planning and intelligent scheduling of multi-AGV systems in workshop. *Chinese Academy of Sciences*, 17(4), 2735-2739.
- Sanjay, S.G. (2004). *Route planning of automated guided vehicles for container logistics*, Master of Science in Industrial Engineering, Industrial Engineering, Louisiana State University.
- Ling, O., Wen, J.H., Shell, Y.H., & Han, W. (1999). Scheduling and Routing Algorithms for AGVs: a Survey. *International Journal of Production Research*, 17(2), 1-29.
- Chao, L., Chuqing, C., Yunfeng, G. (2018). Path Planning for Multiple AGV Systems Using Genetic Algorithm in Warehouse. *Advances in Computer Science Research*, 65, 106-109.
- Zhiheng, Y., Zhengmao, Y., Lingling, L., Yanjun, S. (2020). A Bi-Level Path Planning Algorithm for Multi-AGV Routing Problem. *Electronic Journal*, 9(9), 1-15.
- Shara, C.S., Alok, K.C., Surendra, K., Tiwari, M.K. (2007). Development of an intelligent agent-based AGV controller for a flexible manufacturing system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 36(7), 780-797.
- Suman, K.D. (2016). Design and Methodology of Automated Guided Vehicle. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 1(6), 29-35.