บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการนำรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย ซึ่งอุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีความต้องการแตกต่างกัน ทำให้มีการพัฒนารถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมนั้นๆ ดังนั้น จึงมีการแบ่งประเภทของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติไว้ดังนี้

2.1 ประเภทของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ

1. **Towing Vehicles** เป็นรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบลากจูงคล้ายกับขบวนรถไฟ โดยมีส่วนหัวที่สามารถขับเคลื่อนอัตโนมัติอยู่ด้านหน้าและส่วนบรรทุกวัสดุอยู่ด้านหลัง
2. **Unit Load Vehicles** เป็นรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมาสำหรับขนย้ายวัสดุที่ถูกจัดเป็นชุดหรือยูนิตโหลด (Unit Load) ซึ่งมักถูกจัดอยู่ในลักษณะเป็นชั้นในการขนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง
3. **Pallet Trucks** เป็นรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมาเพื่อเคลื่อนย้ายวัสดุจากพื้นไปวางบนพาเลตหรือจากพาเลตไปวางลงบนพื้น
4. **Fork Truck** เป็นรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมาสำหรับยกของขึ้นลงจากพื้น
5. **Light Load AGVs** เป็นรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมาสำหรับขนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและมีขนาดเล็ก ซึ่งเหมาะสำหรับโรงงานที่มีขนาดเล็กและมีพื้นที่จำกัด
6. **Assembly Line Vehicles** เป็นรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมาสำหรับกระบวนการประกอบชิ้นส่วน

2.2 ระบบนำทางของ รถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ

ระบบนำทางของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติสามารถแบ่งออกเป็น 6 แบบดังนี้

1. **Wired Navigation** เป็นการนำทางโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับลวดโลหะซึ่งถูกติดตั้งไว้ด้านใต้ของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติเพื่อตรวจจับลวดโลหะตามพื้น โดยลวดโลหะจะถูกวางไว้ในร่องลึกประมาณ 1 นิ้ว เพื่อให้รถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้
2. **Guide Tape Navigation** เป็นการนำทางโดยใช้เทป สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ เทปแม่เหล็กและเทปสี โดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับที่อยู่ด้านล่างของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ ระบบนำทางโดยใช้เทปมีข้อได้เปรียบคือ สะดวกในการเปลี่ยนแปลงเส้นทางและมีราคาถูกในกรณีที่ใช้เทปสี
3. **Laser Target Navigation** เป็นการนำทางโดยใช้การสะท้อนของแสงเลเซอร์ที่ส่งออกไปเป็นระยะๆ โดยตัวรับและส่งเลเซอร์จะถูกติดตั้งไว้บนรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติและติดเทปที่ใช้สำหรับสะท้อนแสงเลเซอร์ไว้ตามผนัง
4. **Gyroscopic Navigation** เป็นการนำทางโดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม โดยฝังเครื่องส่งเรดาไว้บนพื้นและตรวจสอบทิศทางของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติด้วยเครื่อง gyroscope
5. **Natural Features Navigation** เป็นการนำทางโดยไม่ใช้ตัวสะท้อนในการส่งสัญญาณใดๆ แต่อาศัยอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้บนรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติเป็นตัวบอกทิศทางและตำแหน่ง ซึ่งวิธีนี้มีข้อดีคือสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้ในที่ต่างๆ ได้สะดวก
6. **Steering Control** เป็นการนำทางโดยระบบควบคุมการทำงานของระบบขับเคลื่อน 2 ล้อ ที่ใช้ความเร็วต่างกันในการเลี้ยวและความเร็วเท่ากันในการเดินหน้าถอยหลัง วิธีนี้เหมาะสำหรับสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติได้ถูกคิดค้นขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1955 และได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในระบบการผลิตและการกระจายสินค้า ทั้งในสภาวะแวดล้อมภายในอาคารและนอกอาคาร จากการสำรวจ [5] ในปี ค.ศ. 2000 มีรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติกว่า 20000 คันถูกใช้ในขนถ่ายวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพียงอย่างเดียว ซึ่งยังไม่รวมถึงรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติที่ใช้ในคลังสินค้าและระบบอื่นๆ

ระบบรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติประกอบด้วยรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ สถานีขนถ่ายวัสดุ ระบบเครือข่ายที่เชื่อมต่อระหว่างสถานีขนถ่ายวัสดุ และระบบควบคุมการทำงาน ซึ่งแต่ละส่วนจะทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบเพื่อให้รถสามารถขนถ่ายวัสดุไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ เส้นทางที่ใช้ในระบบรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติอาจถูกกำหนดโดยใช้เส้นนำทางทางกายภาพ (Fixed path) เช่นสายเคเบิลที่ฝังอยู่ใต้พื้นหรือเส้นแถบที่อยู่บนพื้น หรือใช้ระบบที่ไม่ใช่การนำทางทางกายภาพ (Free-ranging) เช่น ระบบนำทางด้วยแสงเลเซอร์โดยการโปรแกรมเส้นทางไว้ล่วงหน้า

เพื่อให้การขนถ่ายวัสดุเป็นไปอย่างมีระเบียบ วัสดุที่ต้องการขนถ่ายจะถูกจัดเป็นชุดโดยนำไปใส่ตู้บรรทุก (Container) หรือ Pallet ซึ่งเรียกว่ายูนิตโหลด (Unit Load) โดยทั่วไป AGV ถูกออกแบบมาให้สามารถขนถ่ายยูนิตโหลดได้มากกว่าหนึ่งยูนิตในเวลาเดียวกัน ดังนั้น ขนาดของยูนิตโหลดจึงมีผลต่อการกำหนดจำนวน AGV และค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายวัสดุ วิธีการหาขนาดของยูนิตโหลดที่เหมาะสมได้ถูกเสนอไว้โดย Egbelu [6] และ Moon และ Hwang [7] โดย Hwang ได้เสนอการนำวิธีการจำลองสถานการณ์มาใช้ในการหาขนาดของยูนิตโหลดที่เหมาะสม

การออกแบบระบบรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติในระบบการผลิตจะต้องคำนึงถึงประเด็นหลายอย่างเช่น จำนวน AGVs ที่ใช้ จำนวนเส้นทางการขนถ่าย จำนวนสถานีรับ/ส่ง ระยะทาง และสภาวะแวดล้อมการทำงาน โดยทั่วไปสามารถแบ่งประเด็นต่างๆ ออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของเทคนิคการออกแบบ (System Design) และส่วนของการดำเนินการ (Operational Design) โดยทั้งสองส่วนมีความเกี่ยวเนื่องซึ่งกันและกัน ประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในส่วนของเทคนิคได้แก่ ขนาดและชนิดของ AGV รูปแบบของเส้นทาง ส่วนประเด็นด้านการดำเนินการได้แก่ การแจกจ่ายงานให้กับ AGV การกำหนดเส้นทางของ AGV และการจัดลำดับการทำงานของ AGV โดยประเด็นต่างๆ ที่กล่าวมานี้ได้ถูกศึกษาอย่างกว้างขวางในวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น Ganesharajah และ Sriskandarajah [8] King และ Wilson [9]