บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย

ผลการพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของวิธีการแก้ปัญหาแบบฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้นำมาสู่การสรุปผลงานวิจัย ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยและแนวทางการประยุกต์ใช้ รวมถึงข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคตดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลซึ่งมีความซับซ้อนในรายละเอียดของการทำงานในชีวิตจริง และเป็นรูปแบบปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดของโครงข่ายที่มีความซับซ้อนของการคำนวณในระดับ NP-Hard โดยในเบื้องต้นได้ทำการสำรวจทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเพื่อศึกษารูปแบบ ลักษณะและแนวทางการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถในภาพรวม ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถได้รับความสนใจศึกษาแยกย่อยออกไปอย่างหลากหลายตามแง่มุมเฉพาะของระบบงาน ก่อให้เกิดรูปแบบที่แตกต่างกันของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถ โดยปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่ได้รับความสนใจมากที่สุด คือ Traveling Salesman Problem และ Vehicle Routing Problem สำหรับวิธีการแก้ไขปัญหาของปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ วิธีการหาคำตอบที่ดีที่สุด และวิธีการค้นหาคำตอบซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกได้อีกเป็น 2 ประเภท คือ วิธีการค้นหาคำตอบแบบ Local Search เช่น Saving Algorithm และวิธีการค้นหาคำตอบแบบ Meta-Heuristic เช่น Genetic Algorithm และ TABU Search นอกจากนี้สามารถแบ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถออกเป็น 2 แนวทาง คือ แนวทางการประยุกต์ใช้กรรมวิธีการแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถเข้ากับระบบงานที่มีรูปแบบเฉพาะหรือมีความซับซ้อนของระบบงานมาก และแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรรมวิธีการหาคำตอบ

จากการวิเคราะห์รูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลพบว่ามีลักษณะผสมระหว่างปัญหาประเภท Stochastic Vehicle Routing Problem (SVRP), Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW), Time-Dependent Traveling Salesman Problem (TD-TSP), Dynamic Traveling Salesman Problem (DTSP) และ Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem (FSMVPR) ตามลักษณะ

ความต้องการเวชภัณฑ์ของหอผู้ป่วยที่ไม่แน่นอน เงื่อนไขด้านกรอบระยะเวลาตอบสนองของเวชภัณฑ์ ความหนาแน่นของเส้นทางในแต่ละช่วงเวลาที่ไม่สม่ำเสมอ ความไม่คงที่ของระบบงาน และความหลากหลายของประเภทผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถกำหนดเป็นข้อพิจารณาเฉพาะสำหรับการออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหาที่สำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ ความไม่แน่นอนของปริมาณเวชภัณฑ์ที่จะนำส่ง ความไม่คงที่ของระบบ และข้อจำกัดด้านกรอบระยะเวลาตอบสนองของเวชภัณฑ์ จากนั้นได้ทำการพัฒนาฮิวริสติกเพื่อแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางการขนส่งโดยออกแบบกระบวนการทำงานของฮิวริสติกที่นำเสนอออกเป็น 3 ส่วน คือ

- ส่วนการจำลองระบบเพื่อใช้สร้างข้อมูลนำเข้า ซึ่งประกอบด้วย จำนวนเวชภัณฑ์รวม ประเภทของเวชภัณฑ์ เวลาที่เวชภัณฑ์เข้าสู่ส่วนการขนส่ง เวลาเพิ่มสำหรับความหนาแน่นของเส้นทางและจุดรับเวชภัณฑ์
- ส่วนการสร้างเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ซึ่งมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างพลวัตโดยอาศัยข้อมูลตัดสินใจในเวลาจริง และประยุกต์กรรมวิธี Saving Algorithm เพื่อจัดเส้นทางการขนส่งขั้นต้น จากนั้นทำการปรับปรุงเส้นทางการขนส่งด้วยกรรมวิธี 2–OPT Algorithm และ Anti-Intersection Algorithm เพื่อหาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสม
- ส่วนการสรุปผลการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ ซึ่งกำหนดเวลาการออกรถขนส่ง และพิมพ์ผลลำดับการขนส่งเวชภัณฑ์

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของฮิวริสติกด้วยปัญหาทดสอบที่จำนวนจุดรับที่แตกต่างกันให้ค่าคำตอบที่ใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุดสากล (Global Optimum) โดยใช้ระยะเวลาในการคำนวณน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการหาคำตอบแบบแจงนับสมบูรณ์ และจากผลประสิทธิภาพการหาคำตอบของฮิวริสติกทั้งในด้านคุณภาพและเวลาการคำนวณ สรุปได้ว่าฮิวริสติกที่นำเสนอมีความเหมาะสมสำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถที่ระบบมีความไม่คงที่และความต้องการไม่แน่นอน นอกจากนี้จากการทดสอบจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์สำหรับปัญหาทดสอบที่พิจารณาเปรียบเทียบจำนวนรอบการขนส่งที่ได้จากวิธีการจัดเส้นทางของฮิวริสติกที่นำเสนอเปรียบเทียบกับการจัดเส้นทางโดยกำหนดพื้นที่การให้บริการเฉพาะของรถขนส่ง พบว่าฮิวริสติกที่นำเสนอยังสามารถจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์โดยทำให้เกิดจำนวนรอบการขนส่งที่เหมาะสมอีกด้วย

5.2 ผลประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยและแนวทางการประยุกต์ใช้

ฮิวริสติกที่นำเสนอในงานวิจัยสามารถคำนวณหาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมซึ่งให้ค่าระยะเวลาเดินทางรวมที่เหมาะสม สำหรับจำนวนรอบการขนส่งที่เหมาะสม ภายใต้เงื่อนไขด้านกรอบระยะเวลารับประกัน ซึ่งจากตัวแบบของฮิวริสติกที่ใช้การแก้ไขปัญหาอย่างพลวัตสำหรับข้อมูลตัดสินใจในเวลาจริง จึงทำให้ผลการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ที่ได้สามารถนำไปใช้ได้ในระบบการทำงานจริงอย่างสอดคล้อง โดยแนวทางในการประยุกต์ใช้จำเป็นต้องมีการปรับระบบงานจริงในส่วนการรับข้อมูลนำเข้าให้รวดเร็วเพียงพอ เพื่อที่จะสามารถส่งผ่านข้อมูลตัดสินใจให้แก่ ฮิวริสติกสำหรับการจัดเส้นทางการขนส่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น การใช้ระบบสายพานลำเลียงและการอ่านข้อมูลโดยใช้รหัสแท่ง (Bar Code)

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและพัฒนาฮิวริสติกเพื่อการจัดเส้นทางการขนส่งเวชภัณฑ์ในระบบการกระจายเวชภัณฑ์ของโรงพยาบาลซึ่งพิจารณาครอบคลุมเนื้อหาในเรื่องความไม่คงที่ของระบบ ความไม่แน่นอนของความต้องการ ความผันแปรของระยะเวลาเดินทาง ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ที่พิจารณา และกรอบด้านระยะเวลารับประกัน เพื่อให้สอดคล้องกับระบบจริงของงานขนส่งเวชภัณฑ์ในโรงพยาบาล โดยประยุกต์ใช้วิธีการแก้ปัญหา 3 กรรมวิธี ได้แก่ Saving Algorithm 2-OPT Algorithm และ Anti-Intersection Algorithm ในการหาคำตอบ โดยยังคงมีแง่มุมที่น่าสนใจศึกษาซึ่งยังไม่ได้ถูกพิจาณา ได้แก่

- การประยุกต์ใช้กรรมวิธีการจัดเส้นทางการขนส่งขั้นต้นแบบอื่นๆ เช่น การสร้างเส้นทางการขนส่งขั้นต้นแบบ Sweep Algorithm โดยพิจารณาความเหมาะสมของระยะเวลาในการหาคำตอบกับพลวัตของฮิวริสติกและระบบที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว
- การประยุกต์ใช้กรรมวิธีการปรับปรุงคำตอบแบบอื่นๆ ที่สามารถให้ค่าคำตอบที่ดีมากขึ้น เช่น การปรับปรุงเส้นทางการขนส่งขั้นต้นด้วยกรรมวิธี 3-OPT หรือ K-OPT โดยพิจารณาความเหมาะสมของค่า K เปรียบเทียบกับระยะเวลาในการหาคำตอบที่เหมาะสมกับพลวัตของฮิวริสติกและระบบที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว
- การพิจารณาความสมดุลของภาระงานสำหรับพนักงานขนส่งหากข้อจำกัดด้านกรอบระยะเวลารับประกันเปลี่ยนจากข้อจำกัดด้านกรอบเวลาแบบเคร่งครัด (Hard Time-Window Constraint) ไปเป็นข้อจำกัดด้านกรอบเวลาแบบไม่เคร่งครัด (Soft Time-Window Constraint)

- การพิจารณาจัดเส้นทางการขนส่งโดยเปลี่ยนข้อจำกัดด้านความจุของรถขนส่งแบบคงที่ให้เป็นความจุของรถแบบฟัซซี่ (Fuzzy)
- การเพิ่มจำนวนรถที่รอคอยมากกว่า 1 คันและศึกษาจำนวนรถที่เหมาะสมที่จะให้รอการจัดเส้นทางได้พร้อมกันโดยไม่จำกัดพื้นที่การให้บริการ