

## บทที่ 7

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการวิจัยทั้งหมด และนำเสนอข้อเสนอแนะต่างๆของงานวิจัยครั้งนี้

#### 7.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการเรียนรู้แบบกำหนดการเชิงพันธุกรรม เพื่อให้คำตอบที่ถูกร่างขึ้นมามีความทนทานมากขึ้น โดยใช้การปรับปรุงกระบวนการวิวัฒนาการในระหว่างขั้นตอนการสร้างคำตอบ สำหรับปัญหาที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ปัญหาการควบคุมหุ่นยนต์เดินหลบหลีกสิ่งกีดขวางในสภาพแวดล้อมที่กำหนด เพื่อไปยังเป้าหมาย

ความทนทานของคำตอบที่นิยามขึ้นในงานวิจัยนี้ คือความสามารถที่คำตอบสามารถควบคุมหุ่นยนต์ให้ประสบความสำเร็จไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้เรียนรู้มา หรือเป็นโอกาสที่คำตอบนั้นจะประสบความสำเร็จ

การปรับปรุงกระบวนการวิวัฒนาการทำได้โดย ในระหว่างกระบวนการวิวัฒนาการเพื่อหาคำตอบนั้น จะเรียนรู้ในการแก้ปัญหาที่สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันหลายๆ แบบ พบว่าจำนวนสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นทำให้ความทนทานของคำตอบเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ถ้าสภาพแวดล้อมเหล่านั้นมีความแตกต่างกันมากขึ้น ก็จะทำให้คำตอบมีความทนทานเพิ่มขึ้นอีกด้วย

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ถึง ปัจจัยที่ทำให้กระบวนการที่ปรับปรุงไปนี้มีผลต่อการเพิ่มความทนทานของคำตอบ โดยเสนอแนวคิดเกี่ยวกับ Trace หรือลำดับการประมวลผลคำสั่งในแต่ละรอบของการประมวลผลคำตอบ หรือมองได้ว่าเป็นประสบการณ์ที่คำตอบได้เรียนรู้มา จากผลการวิเคราะห์พบว่าวิธีดังกล่าวเป็นการเพิ่มขนาดของประสบการณ์ที่คำตอบนั้นได้เรียนรู้ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้มีการนำประสบการณ์ที่เรียนรู้ไปใช้ในสภาพแวดล้อมใหม่ในอัตราส่วนที่สูง ซึ่งมีผลให้โอกาสที่คำตอบนั้นจะประสบความสำเร็จในสภาพแวดล้อมใหม่มีมากขึ้น ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิธีการกำหนดการเชิงพันธุกรรม เพื่อเพิ่มความทนทานให้กับคำตอบวิธีอื่นๆ ต่อไป

## 7.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ คือ

1. การปรับปรุงให้คำตอบมีความทนทานมากขึ้นในงานวิจัยนี้ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับคำตอบให้สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปจากสภาพแวดล้อมที่ได้เรียนรู้มา ซึ่งผลการทดสอบความทนทานของคำตอบในสภาพจำลองบนคอมพิวเตอร์ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยปกติแล้วในการใช้กำหนดการเชิงพันธุกรรมแก้ปัญหาการควบคุมหุ่นยนต์ จะทำการสร้างสภาพจำลองของปัญหาจากโลกจริงลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการประมวลผลของหุ่นยนต์จริงในระหว่างการหาคำตอบ หลังจากได้คำตอบที่ประสบผลสำเร็จในสภาพจำลองไปทดลองควบคุมในหุ่นยนต์ในโลกจริง ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 3 จะเห็นได้ว่าคำตอบทำงานควบคุมหุ่นยนต์ในโลกจริงยังไม่ประสบผลเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากไม่สามารถสร้างสภาพจำลองให้เหมือนกับโลกจริงได้ จึงน่าจะนำคำตอบที่ได้โดยใช้วิธีการปรับปรุงความทนทานในงานวิจัยนี้ไปใช้ควบคุมหุ่นยนต์ในโลกจริง เพื่อศึกษาถึงความทนทานของคำตอบในโลกจริงว่าสอดคล้องกับความทนทานในสภาพจำลอง หรือไม่

2. เนื่องจากวิธีกำหนดการเชิงพันธุกรรมเป็นวิธีต้องใช้เวลาการประมวลผลอย่างมาก งานวิจัยนี้ในตอนแรกใช้การประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC บนระบบปฏิบัติการ Windows เพียง 1 เครื่องซึ่งใช้เวลานานมาก จึงได้เปลี่ยนมาประมวลผลบนระบบ Unix และ Linux ซึ่งสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของทางภาควิชาเป็นจำนวน 5 เครื่องประมวลผลไปพร้อมๆกัน ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยทางด้านกำหนดการเชิงพันธุกรรมที่ต้องการการทดลองเป็นจำนวนมาก จำเป็นจะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผลที่มีความสามารถในการคำนวณค่อนข้างสูง

3. การทดลองเพื่อเพิ่มความทนทานของคำตอบโดยการปรับปรุงกระบวนการวิวัฒนาการในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้จำนวนสภาพแวดล้อมที่ใช้เรียนรู้มากที่สุด 50 สภาพแวดล้อม ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า จำนวนสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการเรียนรู้ที่มากขึ้นมีผลทำให้ความทนทานของคำตอบเพิ่มสูงขึ้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความทนทานของคำตอบที่ใช้จำนวนสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่มากกว่า 50 สภาพแวดล้อม รวมไปถึงความทนทานของคำตอบที่ใช้สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่มีความแตกต่างกันมากกว่า 50% ด้วย ( $d_{Train} > 50\%$ )

4. ในการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลให้คำตอบมีความทนทานสูงขึ้นนั้น ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณของประสบการณ์ น่าจะมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความทนทานของคำตอบในเชิงคุณภาพของประสบการณ์ ซึ่งอาจจะเป็นพฤติกรรมในประสบการณ์ที่คำตอบได้เรียนรู้ที่ตอบสนองต่อสถานการณ์ในแบบต่างๆ สามารถทำการวิเคราะห์ได้ต่อ เพื่อพัฒนาวิธีเพิ่มความทนทานให้กับคำตอบวิธีอื่นๆต่อไป

5. ควรมีการศึกษา และปรับปรุงวิธีการเพิ่มความทนทานของคำตอบจากงานวิจัยนี้ให้สามารถใช้กับปัญหาประเภทอื่นๆได้ เพื่อจะทราบว่าผลในการเพิ่มความทนทานสำหรับปัญหาทั่วไป หรือไม่