บทที่ 3

การทดลอง

บทนี้เสนอขั้นตอนในการหาวิธีลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณที่มีประสิทธิภาพ โดยเสนอวิธีที่ปรับปรุงมาจากวิธีเอดีเอฟซึ่งเป็นวิธีที่แพร่หลายในการเพิ่มประสิทธิภาพของวิธีการเรียนรู้แบบกำหนดการเชิงพันธุกรรม ขั้นตอนในการทดลองเริ่มจากการวัดความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อมทั้ง 3 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละวิธี ศึกษาผลของขนาดโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้นที่มีต่อค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณ จากนั้นทำการทดลองโดยใช้วิธีเอดีเอฟ ทำการปรับปรุงวิธีเอดีเอฟเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นโดยยังคงมีประสิทธิภาพในการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณ และทำการทวนสอบประสิทธิภาพของวิธีเอดีเอฟและวิธีที่ปรับปรุงใหม่กับสภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นใหม่

3.1 การวัดความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อม

การทดลองในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อวัดความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อมทั้ง 3 เพื่อใช้เป็นค่าเปรียบเทียบในการวัดประสิทธิภาพวิธีการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณต่างๆต่อไป

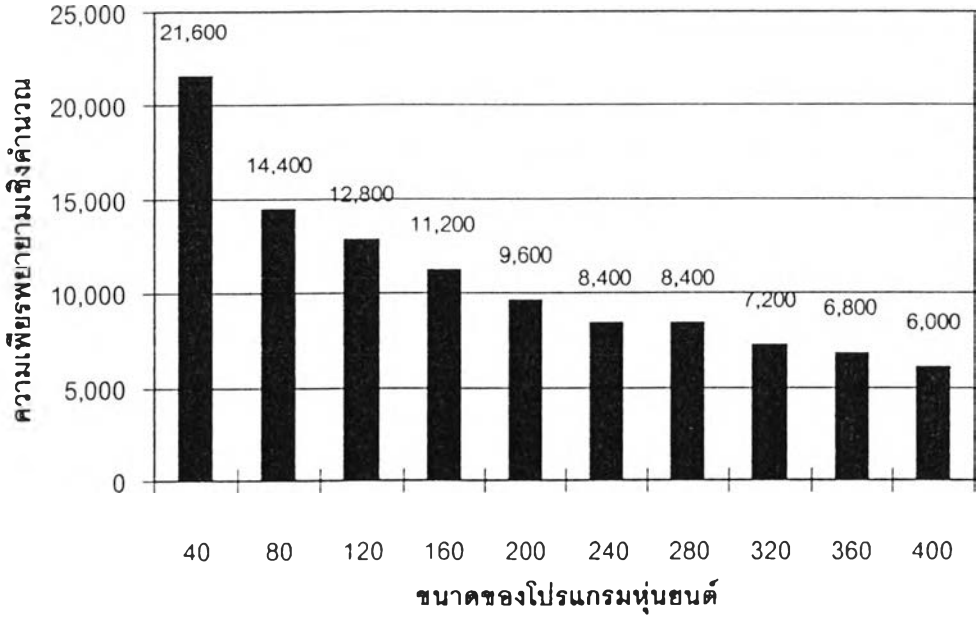
ผลการทดลองพบว่าสภาพแวดล้อมที่ 1 สภาพแวดล้อมที่ 2 และสภาพแวดล้อมที่ 3 มีค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณเท่ากับ 14,400 18,000 และ 220,800 ตามลำดับ ซึ่งลำดับความยากง่ายของสภาพแวดล้อมทั้ง 3 ตรงกันกับผลการทดลองในการวิจัยของจุมพล พลวิชัย (2539)

ตารางที่ 3.1 ค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณของแต่ละสภาพแวดล้อม ในการวิจัยของ จุมพล พลวิชัย (2539) และในการวิจัยนี้

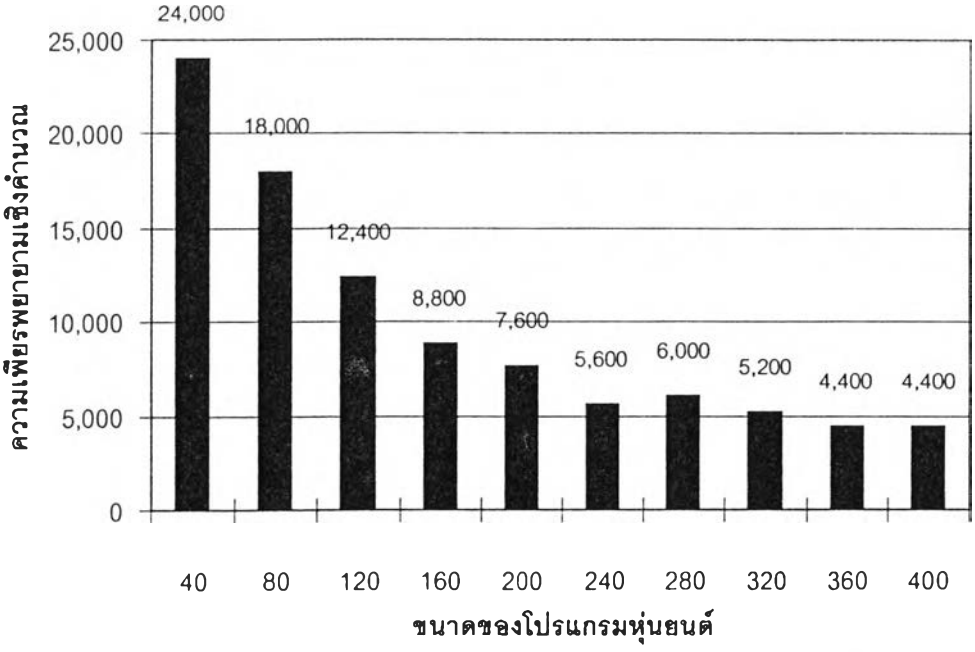
ค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณ	สภาพแวดล้อมที่ 1	สภาพแวดล้อมที่ 2	สภาพแวดล้อมที่ 3
ในการวิจัยของ จุมพล พลวิชัย (2539)	14,760	66,000	245,440
ในการวิจัยนี้	14,400	18,000	220,800

3.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้นและค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณ

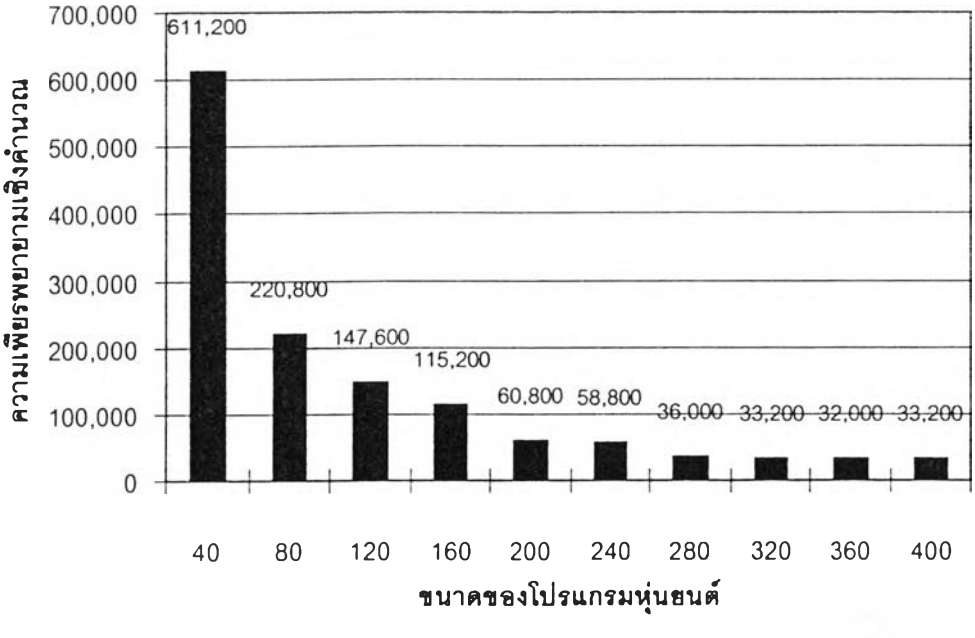
จุดประสงค์ในการทดลองส่วนนี้เพื่อเป็นการทดสอบว่าขนาดของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้นมีผลต่อความเพียรพยายามเชิงคำนวณหรือไม่ โดยทำการทดลองจำนวน 10 การทดลองในแต่ละสภาพแวดล้อม ในแต่ละการทดลองจะกำหนดขนาดของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้นแตกต่างกันตั้งแต่ 40 สัญลักษณ์จนถึง 400 สัญลักษณ์ ผลของการทดลองของแต่ละสภาพแวดล้อมแสดงดังรูปที่ 3.1 3.2 และ 3.3



รูปที่ 3.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้นและค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อมที่ 1



รูปที่ 3.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้น และค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อมที่ 2



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้น และค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อมที่ 3

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อกำหนดให้ขนาดของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้นมีขนาดใหญ่ขึ้นจะมีผลทำให้ค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณลดลง ซึ่งกรณีเช่นนี้คาดว่าเป็นกรณีเฉพาะสำหรับปัญหาแขนหุ่นยนต์เท่านั้น ไม่ได้เกิดกับปัญหาทั่วไป ตัวสร้างประชากรเริ่มต้นที่ออกแบบใหม่จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้กับปัญหาแขนหุ่นยนต์นี้ เนื่องจากไม่ว่ากรณีที่ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบกำหนดการเชิงพันธุกรรมปกติ หรือกรณีที่ใช้วิธีเอดีเอฟซึ่งกำหนดให้มีจำนวนฟังก์ชันต่างๆกัน ขนาดรวมของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้นจะเท่ากันเสมอทุกกรณี จึงสามารถนำค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณมาเปรียบเทียบกันได้ทันที โดยไม่ต้องคำนึงถึงผลของขนาดของโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้นที่มีต่อค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณ

3.3 การลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณโดยใช้วิธีเอดีเอฟ

การทดลองในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อทดสอบว่าการนำวิธีเอดีเอฟมาใช้ในกระบวนการกำหนดการเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาแขนหุ่นยนต์นี้จะสามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณลงได้หรือไม่

การนำวิธีเอดีเอฟมาใช้จะต้องมีการกำหนดจำนวนอาร์กิวเมนต์และจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่เหมาะสมเสียก่อน แต่เนื่องจากไม่ทราบว่าจำนวนอาร์กิวเมนต์และจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเท่าไรจึงจะมีความเหมาะสมกับปัญหาแขนหุ่นยนต์ และในแต่ละสภาพแวดล้อมมีจำนวนอาร์กิวเมนต์และจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่เหมาะสมเหมือนกันหรือไม่ จึงกำหนดจำนวนอาร์กิวเมนต์ จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟ และการอ้างอิงระหว่างฟังก์ชันที่ใช้ในการทดลองดังนี้

1. **จำนวนอาร์กิวเมนต์** กำหนดให้ไม่มีการใช้จำนวนอาร์กิวเมนต์ในการทดลองเพื่อให้เกิดความง่ายและลดจำนวนการทดลอง หากเปรียบเทียบกับโปรแกรมที่เขียนโดยมนุษย์ฟังก์ชันที่มีอาร์กิวเมนต์อาจแทนที่ด้วยฟังก์ชันที่ไม่มีอาร์กิวเมนต์หลายๆฟังก์ชันได้ โดยแต่ละฟังก์ชันที่ไม่มีอาร์กิวเมนต์จะแทนที่ฟังก์ชันที่มีอาร์กิวเมนต์ในแต่ละแบบของอาร์กิวเมนต์ที่ถูกส่งมายังฟังก์ชันนั้น ดังนั้นการไม่ใช้อาร์กิวเมนต์สำหรับวิธีเอดีเอฟแต่กำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟให้เพียงพอจึงสามารถทดแทนการใช้อาร์กิวเมนต์ได้

2. **จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟ** ทำการทดลองโดยเลือกใช้จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกันตั้งแต่ 1 ถึง 5 ฟังก์ชัน เนื่องจากไม่มีการใช้อาร์กิวเมนต์ สัญลักษณ์ที่อ้างอิงถึงการเรียกใช้ฟังก์ชันเอดีเอฟที่ปรากฏในโปรแกรมหุ่นยนต์จึงเป็นเทอมินอล

3. **การอ้างอิงระหว่างฟังก์ชัน** กำหนดให้มีการอ้างอิงเชิงลำดับขั้นซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับโปรแกรมเชิงโครงสร้าง โดยฟังก์ชันหลักสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันเอดีเอฟได้ทุกฟังก์ชัน และฟังก์ชันเอดีเอฟที่มีหมายเลขสูงกว่าสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันเอดีเอฟที่มีหมายเลขต่ำกว่าได้

สำหรับขั้นตอนของการไขว้เปลี่ยน การกลายแบบต่อยอด และการกลายแบบต่อปลาย เมื่อใช้วิธีเอดีเอฟจะมีข้อแตกต่างจากกระบวนการกำหนดการเชิงพันธุกรรมปกติดังนี้

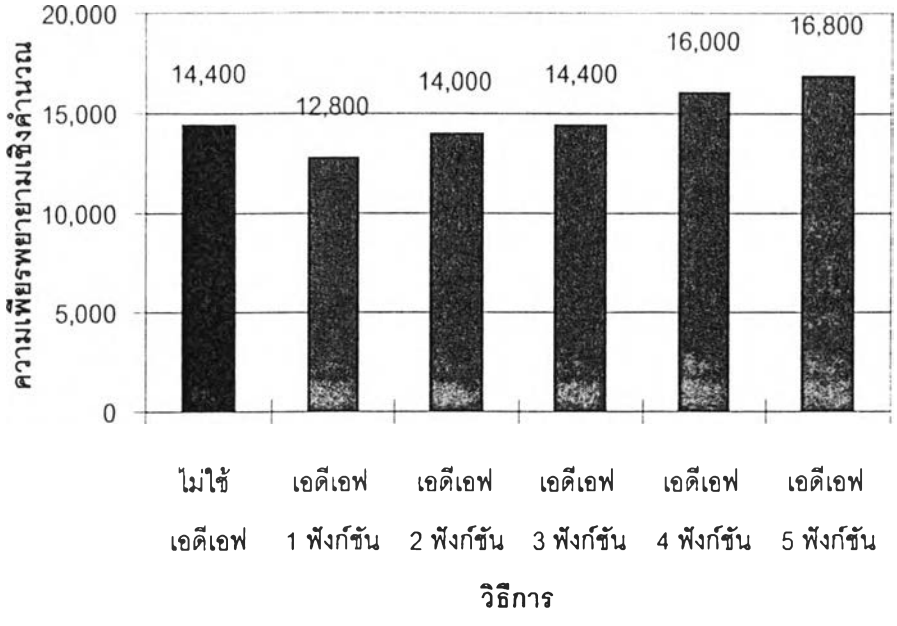
1. **การไขว้เปลี่ยน** เมื่อสุ่มเลือกโปรแกรมหุ่นยนต์ 2 โปรแกรมเพื่อทำการไขว้เปลี่ยนแล้ว จะมีการสุ่มเลือกอีกครั้งเพื่อเลือกว่าการไขว้เปลี่ยนจะเกิดที่ฟังก์ชันหลักหรือฟังก์ชันเอดีเอฟใด โดยการไขว้เปลี่ยนจะต้องทำเฉพาะกับฟังก์ชันเดียวกันซึ่งมีชุดของฟังก์ชันและเทอมินอลเหมือนกันเท่านั้น เช่นฟังก์ชันหลักก็ต้องไขว้เปลี่ยนเฉพาะกับฟังก์ชันหลักด้วยกันเท่านั้น ไม่สามารถไขว้เปลี่ยนกับฟังก์ชันเอดีเอฟได้ หรือฟังก์ชัน ADF1 ก็ต้องไขว้เปลี่ยนกับเฉพาะฟังก์ชัน ADF1 เช่นกัน ไม่สามารถไขว้เปลี่ยนกับฟังก์ชันหลักหรือฟังก์ชันเอดีเอฟอื่นได้

2. **การกลายแบบต่อยอด และการกลายแบบต่อปลาย** เช่นเดียวกับการไขว้เปลี่ยน เมื่อสุ่มเลือกโปรแกรมหุ่นยนต์ที่จะกลายได้แล้วจะต้องสุ่มเลือกอีกครั้งเพื่อเลือกว่าการกลายจะเกิดขึ้นกับฟังก์ชันหลักหรือฟังก์ชันเอดีเอฟใด จากนั้นจึงทำการสร้างต้นไม้ความสูง 1 เพื่อต่อยอดหรือต่อปลาย โดยชุดของฟังก์ชันและเทอมินอลที่ใช้สร้างต้นไม้นั้นจะเหมือนกับชุดของฟังก์ชันและเทอมินอลที่ใช้ในฟังก์ชันหลักหรือฟังก์ชันเอดีเอฟที่ถูกเลือกเพื่อกลาย

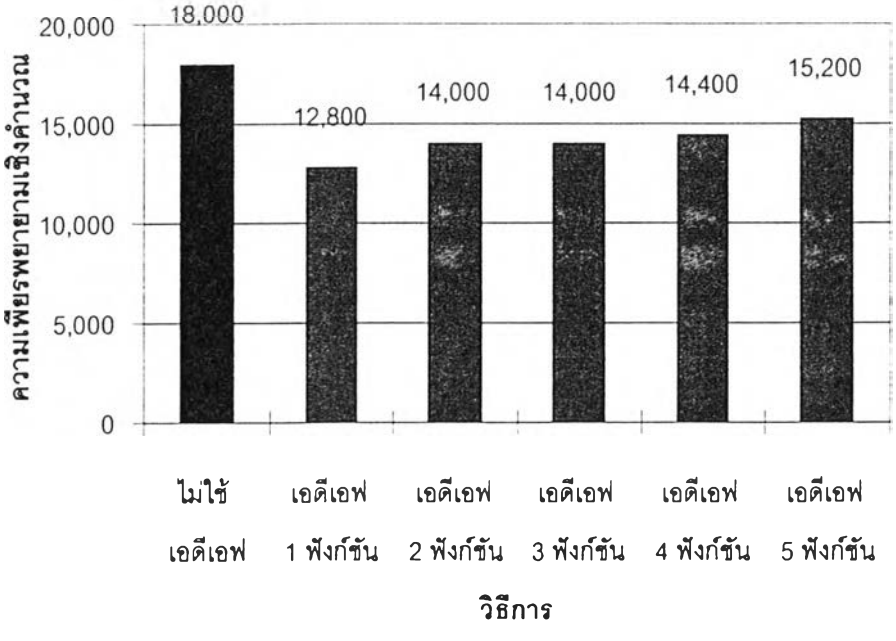
3.4 ผลการทดลองการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณโดยใช้วิธีเอดีเอฟ

ผลการทดลองการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณของวิธีเอดีเอฟโดยใช้จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกันเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ใช้วิธีเอดีเอฟสำหรับสภาพแวดล้อมทั้ง 3 แสดงดังรูปที่ 3.4 3.5 และ 3.6

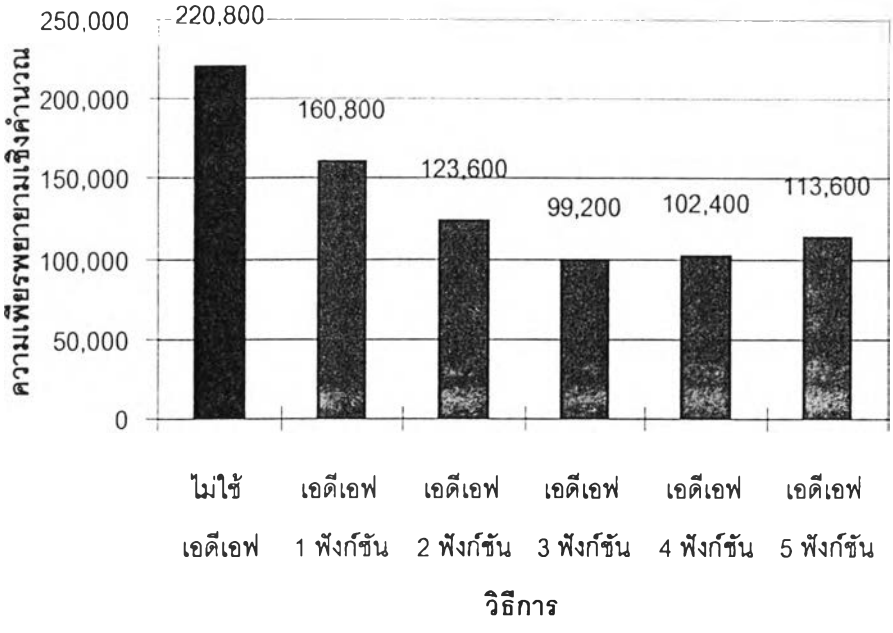
I18074133



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงความเพียรพยายามเชิงคำนวณของกรณีที่ไม่ใช้เอดีเอฟ และกรณีที่ใช้เอดีเอฟซึ่งกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกัน ของสภาพแวดล้อมที่ 1



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงความเพียรพยายามเชิงคำนวณของกรณีที่ไม่ใช้เอดีเอฟ และกรณีที่ใช้เอดีเอฟซึ่งกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกัน ของสภาพแวดล้อมที่ 2



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงความเพียรพยายามเชิงคำนวณของกรณีที่ไม่ใช้เอดีเอฟ และกรณีที่ใช้เอดีเอฟซึ่งกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกัน ของสภาพแวดล้อมที่ 3

ในสภาพแวดล้อมที่ 1 ซึ่งมีความเพียรพยายามเชิงคำนวณน้อยที่สุด วิธีเอดีเอฟซึ่งมีจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟ 1 ฟังก์ชัน เป็นกรณีที่ดีที่สุดของสภาพแวดล้อมนี้ แต่สามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อมนี้ได้เพียงเล็กน้อย เมื่อใช้จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟมากขึ้นพบว่าค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณจะมีค่าสูงขึ้น และสูงที่สุดเมื่อใช้ 5 ฟังก์ชันโดยมีค่าสูงกว่าเมื่อไม่ได้ใช้วิธีเอดีเอฟ ในสภาพแวดล้อมที่ 2 วิธีเอดีเอฟซึ่งมีจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟ 1 ฟังก์ชันเป็นกรณีที่ดีที่สุดเช่นกัน โดยสามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณได้มากกว่าในสภาพแวดล้อมที่ 1 และพบว่าการใช้จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟตั้งแต่ 1 ถึง 5 ฟังก์ชันสามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อมนี้ได้ทั้งหมด สำหรับสภาพแวดล้อมที่ 3 ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่มีความเพียรพยายามเชิงคำนวณสูงที่สุด พบว่าวิธีเอดีเอฟสามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณได้อย่างมากโดยการใช้ฟังก์ชันเอดีเอฟจำนวน 3 ฟังก์ชันเป็นกรณีที่ดีที่สุดและการใช้จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟตั้งแต่ 1 ถึง 5 ฟังก์ชันสามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณของสภาพแวดล้อมนี้ได้ทั้งหมด

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีเอดีเอฟสามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณสำหรับปัญหาแขนหุ่นยนต์ได้ โดยการใช้จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่แตกต่างกันสามารถ

ลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณได้ไม่เท่ากัน และมีแนวโน้มว่าเมื่อสภาพแวดล้อมของปัญหายากขึ้นการใช้วิธีเอดีเอฟจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.5 การปรับปรุงวิธีเอดีเอฟ

จากการทดลองการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณโดยใช้วิธีเอดีเอฟซึ่งพบว่าสามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณสำหรับปัญหาแขนหุ่นยนต์ได้จริง แต่จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่ใช้จำเป็นต้องกำหนดไว้ตายตัวก่อนที่จะเริ่มการทำงานและไม่สามารถทราบได้ล่วงหน้าว่าจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่เหมาะสมที่สุดจะเป็นเท่าไร เนื่องจากในแต่ละสภาพแวดล้อมจะมีจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่เหมาะสมไม่เท่ากัน การกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่ไม่เหมาะสมจะมีผลให้ไม่สามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณได้เท่าที่ควร ในบางกรณีอาจเป็นการเพิ่มความเพียรพยายามเชิงคำนวณ เช่นในสภาพแวดล้อมที่ 1 (รูปที่ 3.4 หน้า 34) จึงมีแนวคิดในการปรับปรุงวิธีเอดีเอฟใหม่ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้มีความยืดหยุ่นในการกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟและยังคงมีประสิทธิภาพในการลดความเพียรพยายามเชิงคำนวณ โดยมีการปรับปรุงดังนี้

1. **การกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเป็นช่วง** การกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเป็นช่วงนี้เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟ โดยในการวิจัยนี้จะกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟในช่วง 0(ไม่มีฟังก์ชันเอดีเอฟ) ถึง 5 ฟังก์ชัน โดยในขั้นตอนการสร้างโปรแกรมหุ่นยนต์เริ่มต้น โปรแกรมหุ่นยนต์แต่ละโปรแกรมจะถูกสุ่มเลือกจำนวนฟังก์ชันในช่วงดังกล่าว ทำให้โปรแกรมหุ่นยนต์แต่ละโปรแกรมมีจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟไม่เท่ากัน ซึ่งคาดหวังว่าในกระบวนการกำหนดการเชิงพันธุกรรมโปรแกรมหุ่นยนต์ที่มีจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่เหมาะสมจะมีค่าเหมาะสูง ซึ่งจะถูกคัดเลือกเพื่อสร้างเป็นโปรแกรมหุ่นยนต์ในรุ่นถัดไป ส่วนโปรแกรมหุ่นยนต์ที่มีจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่ไม่เหมาะสมจะมีค่าความเหมาะต่ำซึ่งจะถูกขจัดทิ้งไป

2. **การยอมให้เกิดการไขว้เปลี่ยนระหว่างต่างฟังก์ชัน** การปรับปรุงในส่วนนี้เนื่องมาจากการไขว้เปลี่ยนของวิธีเอดีเอฟยอมให้เกิดเฉพาะฟังก์ชันเดียวกันเท่านั้น แต่เนื่องมาจากการปรับปรุงในข้อ 1 ทำให้โปรแกรมหุ่นยนต์แต่ละโปรแกรมมีจำนวนฟังก์ชันไม่เท่ากัน การยอมให้เกิดการไขว้เปลี่ยนเฉพาะฟังก์ชันเดียวกันจึงกระทำไม่ได้ เนื่องจากในการสุ่มเลือกฟังก์ชันซึ่งจะทำการไขว้เปลี่ยนอาจสุ่มได้ฟังก์ชันซึ่งโปรแกรมหุ่นยนต์อีกโปรแกรมหนึ่งไม่มี

หากกำหนดให้เกิดการไขว้เปลี่ยนเฉพาะฟังก์ชันซึ่งโปรแกรมหุ่นยนต์ทั้ง 2 มีก็ไม่เกิดความยุติธรรมเนื่องจากฟังก์ชันเอดีเอฟที่มีหมายเลขต่ำจะมีโอกาสไขว้เปลี่ยนสูงกว่าฟังก์ชันเอดีเอฟที่มีหมายเลขสูง หรือหากกำหนดให้เกิดการไขว้เปลี่ยนเฉพาะโปรแกรมหุ่นยนต์ที่มีจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเท่ากันเท่านั้นก็จะทำให้โปรแกรมหุ่นยนต์ถูกแบ่งเป็นกลุ่มตามจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟ โดยแต่ละกลุ่มจะไม่มีความสัมพันธ์กับกลุ่มอื่นซึ่งทำให้ไม่สามารถแลกเปลี่ยนส่วนที่ดีระหว่างกันได้ เพื่อให้การไขว้เปลี่ยนสามารถกระทำได้และแก้จุดด้อยดังกล่าวมาข้างต้นจึงยอมให้เกิดการไขว้เปลี่ยนระหว่างต่างฟังก์ชันได้ ปัญหาที่เกิดจากการยอมให้เกิดการไขว้เปลี่ยนระหว่างต่างฟังก์ชันคืออาจมีการอ้างอิงระหว่างฟังก์ชันที่ไม่ถูกต้องได้แก่ เรียกใช้ฟังก์ชันเอดีเอฟที่ไม่ปรากฏในโปรแกรมหุ่นยนต์นั้น หรือเรียกใช้ฟังก์ชันเอดีเอฟที่สูงกว่าซึ่งไม่สามารถกระทำได้ การแก้ปัญหาในส่วนนี้ทำได้โดยในขั้นตอนการประมวลผลโปรแกรมหุ่นยนต์ ส่วนของโปรแกรมหุ่นยนต์ที่มีการการอ้างอิงระหว่างฟังก์ชันที่ไม่ถูกต้องทั้งสองกรณีดังกล่าวจะไม่ได้รับการประมวลผล

จากการปรับปรุงวิธีเอดีเอฟดังที่กล่าวมามีทั้งข้อดีและข้อเสียดังสรุปได้ดังนี้

ข้อดี

1. การกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเป็นช่วงมีความยืดหยุ่นกว่ากำหนดเพียงค่าเดียว การกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเป็นช่วงทำให้ไม่ต้องทำการทดลองหลายๆครั้งโดยใช้จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ไม่ทราบว่าจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเท่าไรจึงจะเหมาะสมที่สุด

2. โครงสร้างของของประชากรโปรแกรมหุ่นยนต์มีความหลากหลายมากกว่าวิธีเอดีเอฟ ทำให้โอกาสที่จะพบส่วนที่ดีในประชากรโปรแกรมหุ่นยนต์มีสูงกว่าในกรณีที่มีเพียงโครงสร้างเดียวแบบวิธีเอดีเอฟ

3. การยอมให้เกิดการไขว้เปลี่ยนระหว่างต่างฟังก์ชันทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างโปรแกรมหุ่นยนต์ที่มีโครงสร้างต่างกัน ซึ่งเปิดโอกาสให้สามารถนำส่วนที่ดีซึ่งอาจอยู่ในโปรแกรมหุ่นยนต์ที่มีโครงสร้างไม่เหมาะสม มาอยู่ในโปรแกรมหุ่นยนต์ที่มีโครงสร้างเหมาะสมได้ ทำให้โอกาสที่จะสามารถพบโปรแกรมหุ่นยนต์ที่ประสบความสำเร็จมีมากขึ้น

ข้อเสีย

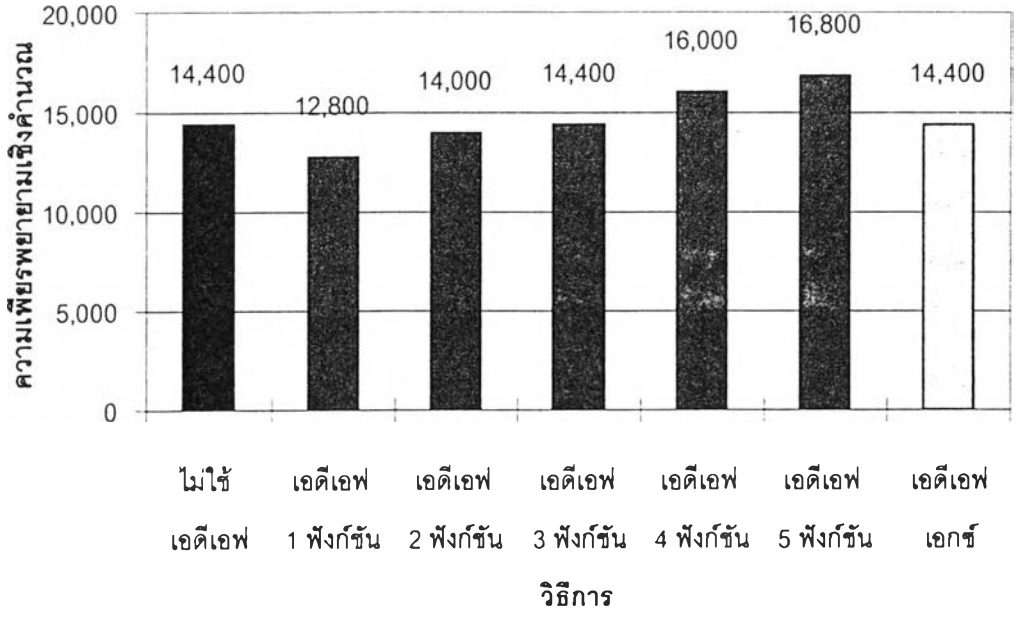
1. การกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเป็นช่วงเป็นการเพิ่มภาระในการหาโครงสร้างที่เหมาะสมมากกว่ากำหนดเพียงค่าเดียว

2. การยอมให้เกิดการไขว้เปลี่ยนระหว่างต่างฟังก์ชันทำให้เกิดส่วนที่ไม่ได้รับการประมวลผลในโปรแกรมหุ่นยนต์ ซึ่งหากส่วนที่ไม่ได้รับการประมวลผลนี้มีจำนวนมากจะทำให้โปรแกรมหุ่นยนต์ขาดประสิทธิภาพ

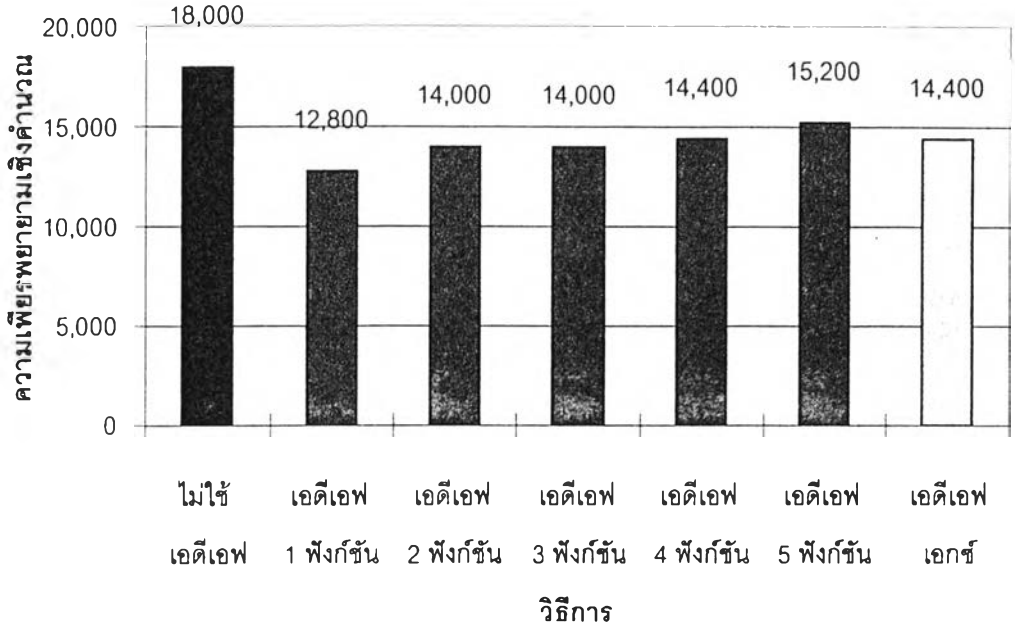
เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเรียกวิธีที่ปรับปรุงจากวิธีเอดีเอฟนี้ จะขอเรียกวิธีนี้ว่า *เอดีเอฟเอกซ์* (automatically defined functions extension)

3.6 ผลการทดลองการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณโดยใช้วิธีเอดีเอฟเอกซ์

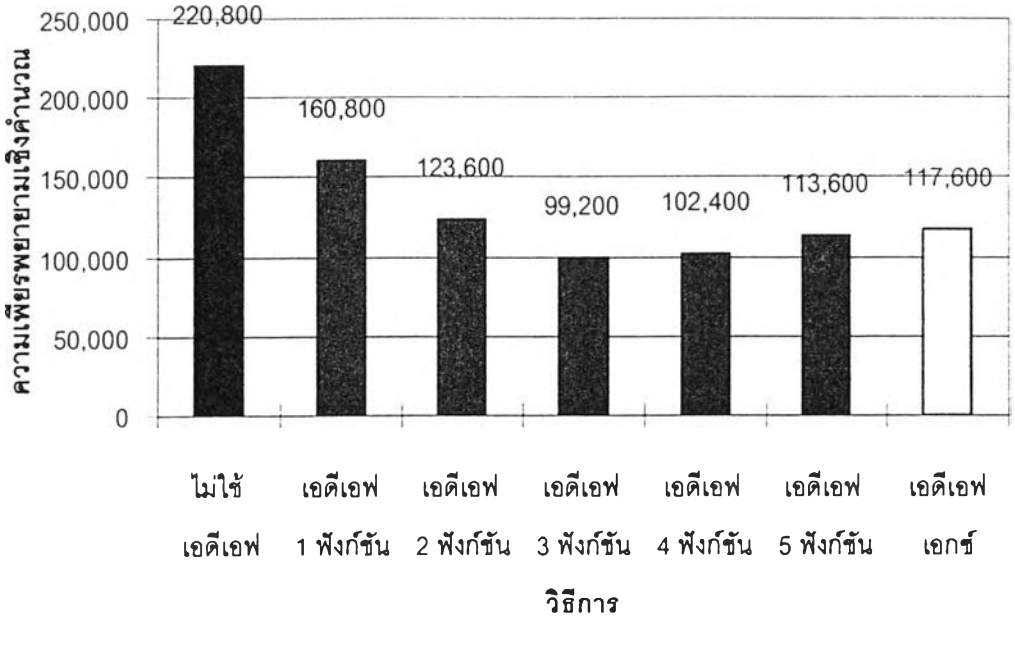
ผลการทดลองการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณโดยวิธีเอดีเอฟเอกซ์สำหรับสภาพแวดล้อมทั้ง 3 เปรียบเทียบกับกระบวนการกำหนดการเชิงพันธุกรรมปกติและวิธีเอดีเอฟแสดงดังรูปที่ 3.7 3.8 และ 3.9



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงความเพียรพยายามเชิงคำนวณของกรณีที่ไม่ใช้เอดีเอฟ กรณีที่ใช้เอดีเอฟซึ่งกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกัน และกรณีที่ใช้เอดีเอฟเอกซ์ของสภาพแวดล้อมที่ 1



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงความเพียรพยายามเชิงคำนวณของกรณีที่ไม่ใช้เอดีเอฟ กรณีที่ใช้เอดีเอฟซึ่งกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกัน และกรณีที่ใช้เอดีเอฟเอกซ์ของสภาพแวดล้อมที่ 2



รูปที่ 3.9 กราฟแสดงความเพียรพยายามเชิงคำนวณของกรณีที่ไม่ใช้เอดีเอฟ กรณีที่ใช้เอดีเอฟซึ่งกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟต่างๆกัน และกรณีที่ใช้เอดีเอฟเอกซ์ของสภาพแวดล้อมที่ 3

ในสภาพแวดล้อมที่ 1 เอดีเอฟเอกซ์ไม่สามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณได้ ในสภาพแวดล้อมที่ 2 เอดีเอฟเอกซ์สามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณได้เล็กน้อยและลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณได้มากในสภาพแวดล้อมที่ 3 ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ยากที่สุด

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเอดีเอฟเอกซ์ยังคงมีประสิทธิภาพในการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณ โดยทั้ง 3 สภาพแวดล้อมไม่พบว่าสภาพแวดล้อมใดที่เมื่อใช้วิธีเอดีเอฟเอกซ์แล้วความเพียรพยายามเชิงคำนวณสูงขึ้น โดยวิธีเอดีเอฟเอกซ์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อปัญหามีความยากมากขึ้น ข้อสังเกตของวิธีเอดีเอฟเอกซ์คือไม่สามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณให้น้อยกว่าวิธีเอดีเอฟในกรณีที่ดีที่สุด ซึ่งคาดว่าเนื่องมาจากวิธีเอดีเอฟเอกซ์มีภาระในการทำงานเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีเอดีเอฟ ประสิทธิภาพของวิธีเอดีเอฟเอกซ์มีลักษณะที่อยู่ระหว่างกรณีที่ดีที่สุดและเลวที่สุดของวิธีเอดีเอฟ

3.7 การทวนสอบประสิทธิภาพของวิธีเอดีเอฟและวิธีเอดีเอฟเอกซ์

การทดลองในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อทวนสอบประสิทธิภาพของวิธีเอดีเอฟและวิธีเอดีเอฟเอกซ์ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมใหม่ขึ้นจำนวน 11 สภาพแวดล้อม สภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นใหม่นี้สร้างมาจากสภาพแวดล้อมที่ 3 ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่เห็นผลในการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณมากที่สุด โดยทำการสุ่มตำแหน่งของสิ่งกีดขวางและระยะห่างระหว่างสิ่งกีดขวางกับเป้าหมายในตำแหน่งต่างๆกัน ซึ่งทำให้สภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นใหม่นี้มีค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณต่างๆกัน

การทดลองในส่วนนี้จะทำการวัดค่าความเพียรพยายามเชิงคำนวณของแต่ละสภาพแวดล้อมใหม่นี้ทั้งกรณีที่ไม่ใช้วิธีเอดีเอฟ กรณีที่ใช้วิธีเอดีเอฟ และกรณีที่ใช้วิธีเอดีเอฟเอกซ์ เพื่อทวนสอบว่าผลการทดลองของสภาพแวดล้อมใหม่จะยังสอดคล้องกับที่ทดลองกับสภาพแวดล้อมเดิมทั้ง 3 หรือไม่

3.8 ผลการทวนสอบประสิทธิภาพของวิธีเอดีเอฟและวิธีเอดีเอฟเอกซ์

ผลการทดลองเมื่อไม่ใช้วิธีเอดีเอฟ ใช้วิธีเอดีเอฟ และใช้วิธีเอดีเอฟเอกซ์ของ 11 สภาพแวดล้อมใหม่แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองของสภาพแวดล้อมใหม่

สภาพแวดล้อมที่	ไม่ใช้วิธีเอดีเอฟ	ใช้วิธีเอดีเอฟ					ใช้วิธีเอดีเอฟเอกซ์
		1 ฟังก์ชัน	2 ฟังก์ชัน	3 ฟังก์ชัน	4 ฟังก์ชัน	5 ฟังก์ชัน	
4	7,600	7,200	7,200	7,200	8,000	9,600	7,600
5	14,000	12,800	14,000	16,000	16,000	16,000	14,000
6	22,400	19,200	17,600	19,200	20,400	24,000	19,200
7	22,400	18,000	16,800	19,200	21,600	22,000	20,000
8	28,000	20,000	20,000	20,800	22,000	25,600	22,400
9	32,000	28,800	28,000	28,000	32,000	36,000	28,000
10	38,400	32,000	32,000	30,000	38,000	40,000	36,000
11	69,600	41,600	40,000	34,800	42,000	51,200	43,200
12	114,800	74,000	60,800	73,600	68,000	88,000	75,200
13	151,200	91,200	84,800	66,000	76,800	76,000	80,000
14	919,200	257,600	352,800	261,600	391,200	304,800	343,200

ผลการทดลองของ 11 สภาพแวดล้อมใหม่ยังคงสอดคล้องกับผลการทดลองเดิมโดยวิธีเอดีเอฟและวิธีเอดีเอฟเอกซ์ยังคงสามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณของทุกสภาพแวดล้อมได้ โดยจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมนั้นยากมากขึ้นและประสิทธิภาพของวิธีเอดีเอฟเอกซ์จะอยู่ระหว่างเอดีเอฟในกรณีที่ดีที่สุดกับในกรณีที่เลวที่สุด

ข้อสังเกตจากการทดลอง พบว่าการกำหนดจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟสำหรับวิธีเอดีเอฟมีผลต่อประสิทธิภาพของการลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณไม่มาก โดยเฉพาะกับปัญหามีความยากสูงซึ่งไม่ว่าจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟเป็นเท่าไรก็สามารถลดทอนความเพียรพยายามเชิงคำนวณได้โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ซึ่งคาดว่ากรณีเช่นนี้เป็นกรณีเฉพาะสำหรับปัญหาแขนหุ่นยนต์เท่านั้น และจำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟที่เหมาะสมสำหรับปัญหาแขนหุ่นยนต์มีจำนวนไม่มาก (1 ถึง 3 ฟังก์ชัน) การใช้จำนวนฟังก์ชันเอดีเอฟมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของวิธีเอดีเอฟต่ำลง