บทที่ 6

การประมวลผลแบบขนานสำหรับปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์ โดยเพิ่มชนิดของฟังก์ชัน

ในบทนี้นำเสนอการทดลองการประมวลผลแบบขนานของปัญหาที่สอง ปัญหานี้มีการศึกษาในงานวิจัย [2] ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงความทนทานของโปรแกรมที่สร้างจากกำหนดการเชิงพันธุกรรม โดยใช้ปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์ในการทดลอง การนำเสนอประกอบด้วยลักษณะและค่ากำหนดของปัญหาจากงานวิจัยก่อน การออกแบบการประมวลผลแบบขนานและผลการทดลอง จากนั้นเป็นการวิเคราะห์ผล และส่วนสุดท้ายเป็นการสรุป

6.1 การปรับปรุงความทนทานโดยเพิ่มชนิดของฟังก์ชัน

งานวิจัย [2] ศึกษาวิธีปรับปรุงความทนทานของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้ปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์ในการทดลอง ลักษณะปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์จะเหมือนกับในงานวิจัย [1] โดยค่ากำหนดของปัญหาบางส่วนจะแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งได้อธิบายไปแล้วในบทที่ 5

การปรับปรุงความทนทานใช้การเพิ่มชนิดของฟังก์ชันที่เป็นส่วนประกอบของโปรแกรม โดยอาศัยแนวความคิดที่ว่าการมีทางเลือกมากขึ้นในโปรแกรมจะช่วยเพิ่มความทนทานให้กับคำตอบ ฟังก์ชันที่เสนอมีดังต่อไปนี้

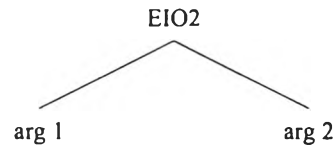
- **ฟังก์ชัน eio2** เป็นฟังก์ชันที่มี 2 อาร์กิวเมนต์ดังรูป 6.1 การเลือกที่จะดำเนินการตามอาร์กิวเมนต์ใดขึ้นอยู่กับการสุ่ม ค่าที่ส่งคืนจะเป็นค่าที่ได้จากอาร์กิวเมนต์นั้น
- **ฟังก์ชัน prog2, prog3 และ prog4** เป็นฟังก์ชันที่มี 2, 3 และ 4 อาร์กิวเมนต์ตามลำดับดังรูป 6.2 การดำเนินการจะเริ่มจากอาร์กิวเมนต์แรกไปจนถึงอาร์กิวเมนต์สุดท้าย ค่าที่ส่งคืนจะเป็นค่าที่ได้จากอาร์กิวเมนต์สุดท้าย

6.2 การออกแบบการประมวลผลแบบขนานและผลการทดลอง

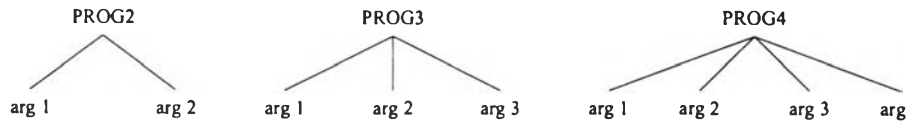
การทดลองใช้ลักษณะแบบเดียวกับการทดลองส่วนแรกของปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์ โดยการเพิ่มจำนวนสิ่งแวดล้อม ลักษณะการอพยพเป็นแบบประสานเวลา ผลการทดลองนอกจากทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการประมวลผลเชิงลำดับแล้ว ยังทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างฟังก์ชันที่เลือกใช้ในการทดลอง ซึ่งมี 2 ฟังก์ชัน คือ eio และ prog3

6.2.1 การออกแบบการทดลอง

โปรแกรมที่ใช้ในการทดลองดัดแปลงมาจากโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองในหัวข้อ 5.3.1 เนื่องจากโปรแกรมในการทดลองนี้ใช้พารามิเตอร์และความหมายของชุดฟังก์ชันเหมือนกับงานวิจัย [1] ซึ่งต่างจากงานวิจัย [2]



รูปที่ 6.1 ฟังก์ชัน eio2



รูปที่ 6.2 ฟังก์ชัน prog2, prog3 และ prog4

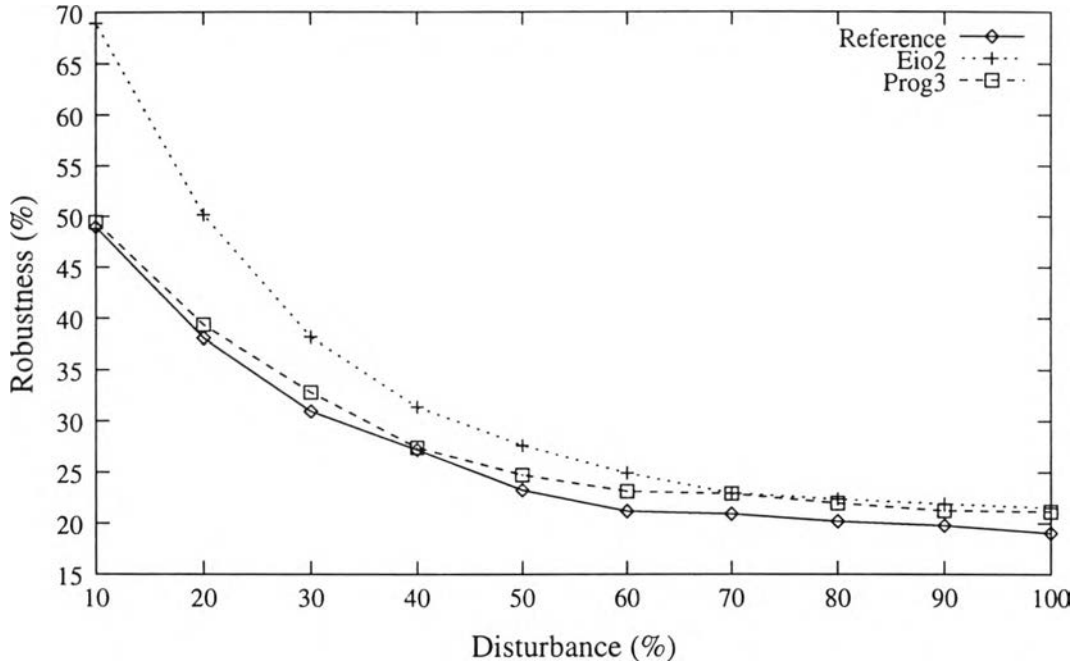
บางอย่าง ดังนั้นเพื่อทดสอบความสอดคล้องของผลการทดลองว่าผลการทดลองที่ได้เป็นในแนวทางเดียวกัน ถึงแม้ว่าพารามิเตอร์จะต่างกัน จึงได้ใช้คำตอบจากโปรแกรมที่ดัดแปลงแล้วทั้งหมด 20 ครั้ง ทดลองโดยใช้การเพิ่มฟังก์ชัน eio และ prog3 ความทนทานที่ได้แสดงในรูป 6.3 จะเห็นได้ว่าความทนทานสอดคล้องกับผลการทดลองของงานวิจัย [2] โดย prog3 จะเพิ่มความทนทานได้เล็กน้อย แต่ eio จะเพิ่มความทนทานได้อย่างชัดเจน

เนื่องจากงานวิจัย [1] ใช้ประชากรที่ถูกเลือกขนาดเล็กในการสร้างประชากรรุ่นใหม่ ในการทดลอง 5.3.1 และ 5.3.2 จะใช้ประชากรร้อยละ 5 เป็นประชากรที่ถูกเลือก ดังนั้นเมื่อแบ่งประชากรในการทำงานแบบขนานกลุ่มประชากรแต่ละกลุ่มจะมีขนาดเล็กลง เมื่อทำการเลือกประชากรร้อยละ 5 เพื่อใช้สร้างประชากรรุ่นใหม่ จำนวนประชากรเหล่านี้จะน้อยเกินไป ไม่เพียงพอกับการทำงานของกำหนดการเชิงพันธุกรรม ดังนั้นจึงเพิ่มขนาดประชากรให้เป็น 6000 ซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้น การเพิ่มขนาดของประชากรนี้ทำให้ประสิทธิภาพที่ได้สูงกว่าความเป็นจริง เนื่องจากเพิ่มขนาดของการคำนวณเข้าไป ดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้จำนวนประชากรเท่ากับ 1600 และประชากรร้อยละ 10 เป็นประชากรที่ถูกเลือก ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัย [2] โดยจำนวนการสร้างประชากรรุ่นใหม่ของการทดลองแสดงในตาราง 6.1

การอพยพจะกระทำในทุกรุ่นของการวิวัฒนาการ โดยเป็นแบบประสานเวลา การส่งประชากรในการ

ตารางที่ 6.1 จำนวนการสร้างประชากรรุ่นใหม่

	จำนวนหน่วยประมวลผล				
	1	2	4	8	10
ขนาดประชากร (ต่อหน่วยประมวลผล)	1600	800	400	200	160
ประชากรที่ถูกเลือก (10%)	160	80	40	20	16
การอพยพ	ไม่มี	10	10	10	10
การเปลี่ยนไขว้และการกลายพันธุ์	1440	710	350	170	134



รูปที่ 6.3 ความทนทานของคำตอบที่ได้จากการเพิ่มฟังก์ชัน eio และ prog3 ของขั้นตอนวิธีเชิงลำดับ

อพยพจะทำในลักษณะวงแหวนดังที่ใช้ในการทดลองในหัวข้อ 5.3.1

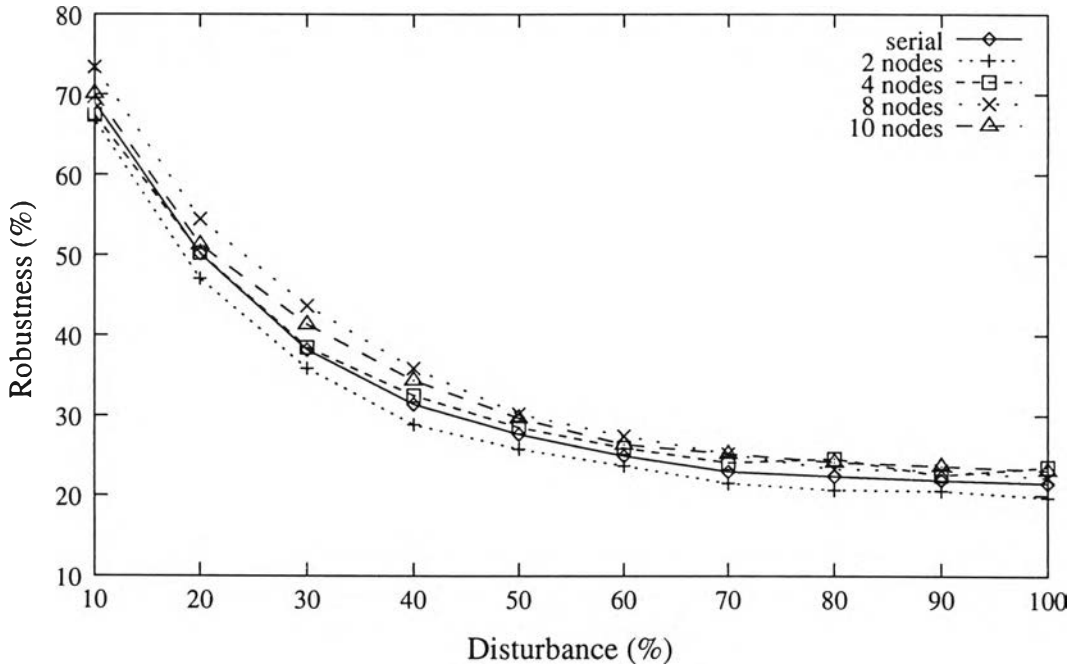
เนื่องจากฟังก์ชัน eio ทำงานแบบสุ่มคือ ในแต่ละรอบการดำเนินการผลที่ได้อาจจะต่างกัน ดังนั้นการหาค่าความเหมาะสมและการวัดความทนทานของโปรแกรมหุ่นยนต์ที่มีฟังก์ชัน eio จะกระทำซ้ำ 6 รอบ แล้วหาค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับที่ใช้ในงานวิจัย [2]

6.2.2 ผลการทดลอง

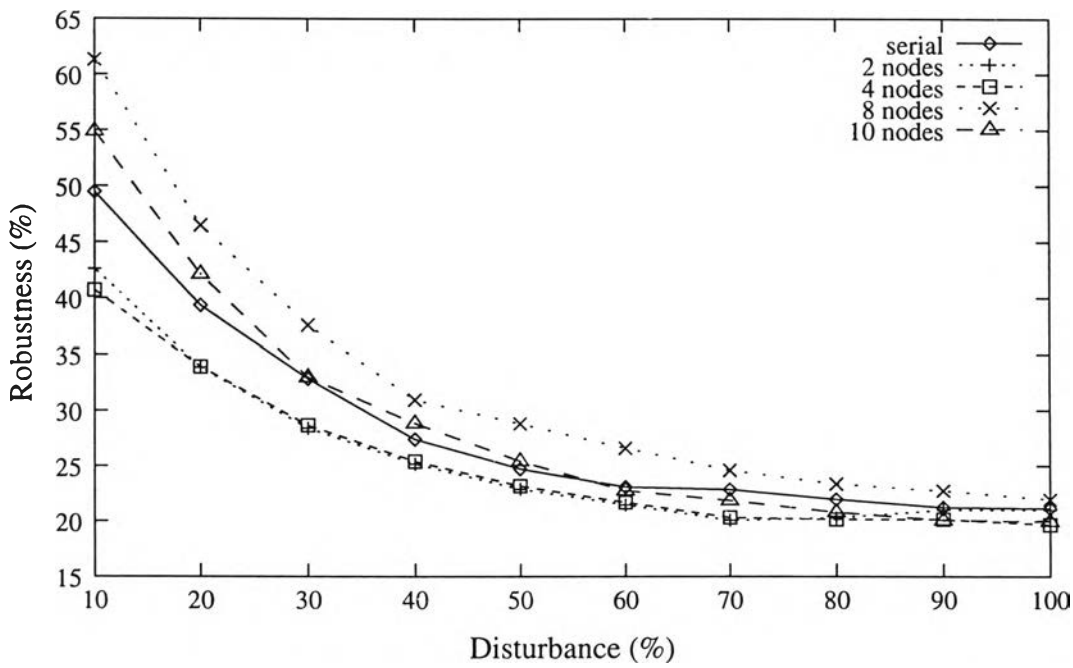
ผลการทดลองแต่ละชุดจะเฉลี่ยจากการทดลอง 20 ชุด ซึ่งเป็นจำนวนเดียวกับที่ใช้ในงานวิจัย [2] กราฟความทนทานของคำตอบที่ได้จากการประมวลผลแบบขนานสำหรับการใช้ฟังก์ชัน eio แสดงในรูป 6.4 และฟังก์ชัน prog3 แสดงในรูป 6.5 แกนตั้งของกราฟเป็นความทนทานและแกนนอนเป็นค่าเปอร์เซนต์การรบกวนตั้งแต่ 10% ถึง 100% โดยใช้วิธีการวัดเช่นเดียวกับการทดลอง 5.3.1 จะเห็นได้ว่าความทนทานของคำตอบจากการประมวลผลแบบขนานใกล้เคียงกับแบบเชิงลำดับ โดยความทนทานของคำตอบจากบางจำนวนหน่วยประมวลผลจะน้อยกว่าแบบเชิงลำดับเล็กน้อยเนื่องจากความแปรปรวนของคำตอบที่ได้

ค่าเวลาสัมพัทธ์ของการประมวลผลแบบขนานแสดงในรูป 6.6 แกนนอนของกราฟเป็นจำนวนหน่วยประมวลผลที่ใช้ และแกนตั้งเป็นค่าเวลาสัมพัทธ์จากกราฟจะเห็นได้ว่าค่าเวลาสัมพัทธ์ที่ได้ของการใช้ฟังก์ชัน eio จะดีกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ฟังก์ชัน prog3

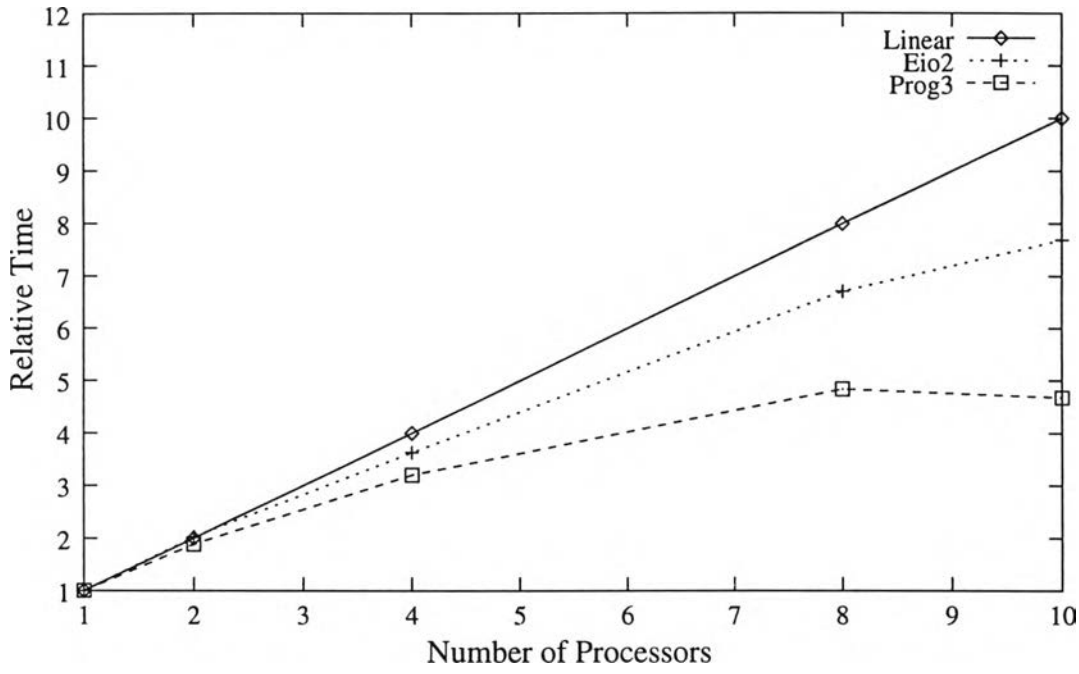
เมื่อพิจารณาอัตราส่วนระหว่างการคำนวณ (R) และเวลาในการสื่อสาร (C) จากกราฟเปอร์เซนต์ของเวลาในการสื่อสารและการคำนวณในรูป 6.7 จะเห็นได้ว่าค่า R/C ของฟังก์ชัน eio สูงกว่าฟังก์ชัน prog3 ทั้งนี้เนื่องมาจากจำนวนงานของการใช้ฟังก์ชัน eio จะมากกว่าเพราะต้องดำเนินการซ้ำ 6 รอบสำหรับการหาค่าความเหมาะสมของประชากรแต่ละตัว ดังนั้นค่าเวลาสัมพัทธ์ที่ได้ของการใช้ฟังก์ชัน eio จะดีกว่า โดยการวิเคราะห์เพิ่มเติมแสดงในหัวข้อ 6.3.1



รูปที่ 6.4 ความทนทานของคำตอบจากการประมวลผลแบบขนานหลังจากเพิ่มฟังก์ชัน eio



รูปที่ 6.5 ความทนทานของคำตอบจากการประมวลผลแบบขนานหลังจากเพิ่มฟังก์ชัน prog3



รูปที่ 6.6 ค่าเวลาสัมพัทธ์ของการทดลองเมื่อเพิ่มฟังก์ชัน eio และ prog3

รูป 6.8 แสดงเวลาที่ใช้ในแต่ละส่วนของการสื่อสาร โดยเปรียบเทียบระหว่างฟังก์ชัน eio2 และ prog3 เวลาในการสื่อสารแบ่งเป็นเวลาในการรับส่งข้อความ และเวลาในการรอจากฟังก์ชันการกีดขวาง จากกราฟจะเห็นได้ว่าเวลาในการรับส่งข้อความจะใกล้เคียงกันระหว่างฟังก์ชัน eio2 และ prog3 เวลาที่แตกต่างกันจะเป็นเวลาในการรอ

6.3 การวิเคราะห์ผล

6.3.1 ขนาดของงานกับประสิทธิภาพในการประมวลผลแบบขนาน

ในส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของงานเมื่อใช้ฟังก์ชัน eio และ prog3 กับประสิทธิภาพที่ได้เมื่อใช้การประมวลผลแบบขนาน โดยใช้สมการจากการวิเคราะห์ผลในบทที่ 5

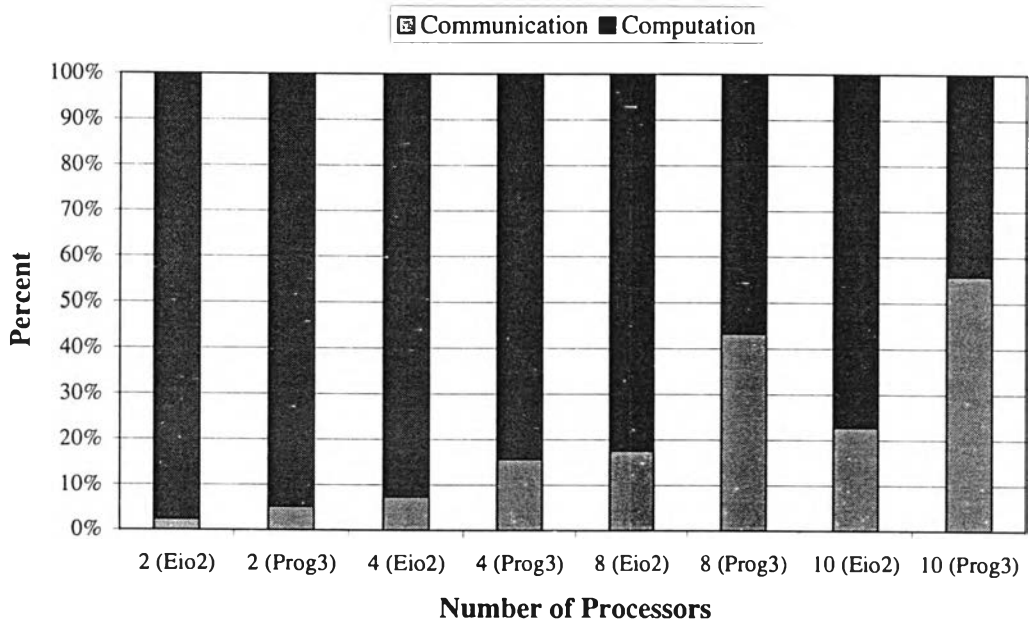
จากสมการ 5.8 จะได้

$$T_s/T_m = \frac{n \times Rt}{n - Rt} \tag{6.1}$$

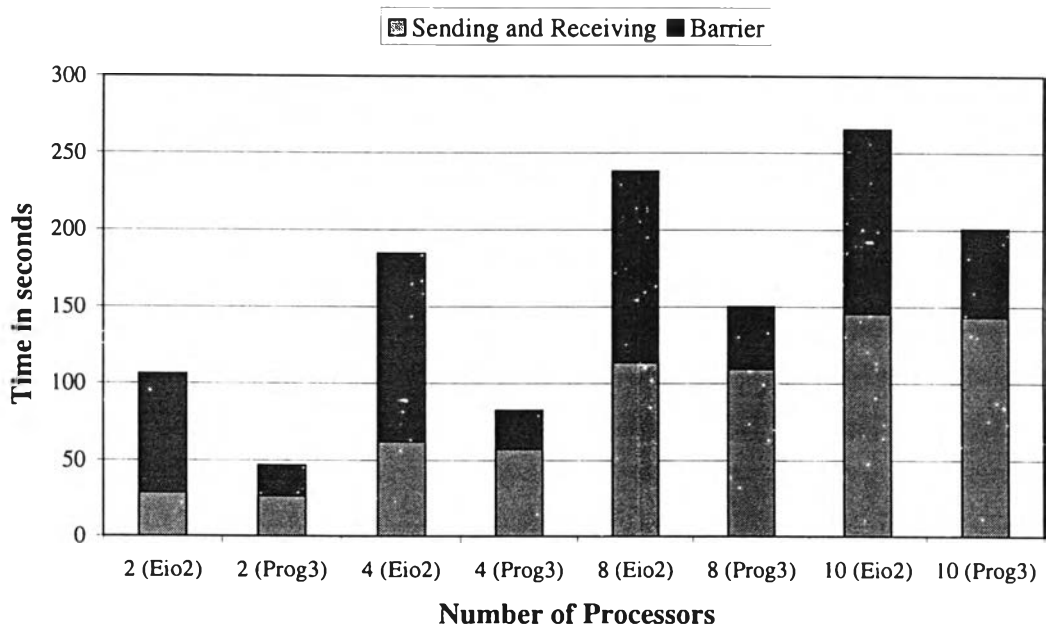
กำหนดให้ $k = T_s/T_m$ จากสมการ 6.1 จะได้

$$k = \frac{n \times Rt}{n - Rt} \tag{6.2}$$

เมื่อทำการเปรียบเทียบฟังก์ชัน eio และ prog3 ที่จำนวนหน่วยประมวลผลเท่ากัน จากสมการ 6.2 จะได้



รูปที่ 6.7 เปอร์เซนต์ของเวลาในการสื่อสารและการคำนวณของการใช้ฟังก์ชัน eio2 และ prog3



รูปที่ 6.8 เวลาที่ใช้ในการสื่อสารของการใช้ฟังก์ชัน eio2 และ prog3

ตารางที่ 6.2 ค่า T_s/T_m ของฟังก์ชัน eio2 และ prog3

จำนวนหน่วยประมวลผล	ค่า T_s/T_m	
	ฟังก์ชัน eio	ฟังก์ชัน prog3
2	84.58	35.84
4	48.68	20.25
8	37.72	11.15
10	33.86	8.35

$$\begin{aligned} \frac{k_{eio}}{k_{prog3}} &= (\frac{Rt_{eio}}{n - Rt_{eio}})(\frac{n - Rt_{prog3}}{Rt_{prog3}}) \\ &= \frac{n/Rt_{prog3} - 1}{n/Rt_{eio} - 1} \end{aligned} \tag{6.3}$$

จากตาราง 6.2 ค่า $k_{eio} > k_{prog3}$ ในทุกจำนวนหน่วยประมวลผล ดังนั้น $k_{eio}/k_{prog3} > 1$ จากสมการ 6.3 จะได้

$$\frac{n/Rt_{prog3} - 1}{n/Rt_{eio} - 1} > 1 \tag{6.4}$$

เนื่องจาก $Rt_{prog3} < n$ และ $Rt_{eio} < n$ ทำให้ $n/Rt_{prog3} - 1 > 0$ และ $n/Rt_{eio} - 1 > 0$ ดังนั้นจากสมการ 6.4 จะได้

$$\begin{aligned} n/Rt_{prog3} - 1 &> n/Rt_{eio} - 1 \\ n/Rt_{prog3} &> n/Rt_{eio} \end{aligned} \tag{6.5}$$

จากสมการ 6.5 จะได้ว่า $Rt_{eio} > Rt_{prog3}$ แสดงให้เห็นว่าค่าเวลาสัมพัทธ์ของการใช้ฟังก์ชัน eio จะสูงกว่าฟังก์ชัน prog3 ทุกจำนวนหน่วยประมวลผลที่ใช้ซึ่งการวิเคราะห์แสดงว่าการที่อัตราส่วนของเวลาในการคำนวณต่อเวลาในการสื่อสารของฟังก์ชัน eio มีค่าสูงกว่าฟังก์ชัน prog3 ทำให้ค่าเวลาสัมพัทธ์ที่ได้เมื่อเทียบกับจำนวนหน่วยประมวลผลที่ใช้มีค่าสูงกว่า

6.4 สรุปท้ายบท

ในการทดลองของปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์ โดยเพิ่มชนิดของฟังก์ชันแบ่งการทดลองออกเป็นการทดลองเมื่อใช้ฟังก์ชัน eio และการทดลองเมื่อใช้ฟังก์ชัน prog3 โดย eio จะมีการคำนวณที่มากกว่าประมาณ 6 เท่า เนื่องจาก eio ทำงานแบบสุ่ม การวัดค่าความเหมาะสมจึงใช้การเฉลี่ยจากการทำงานซ้ำ 6 ครั้ง โปรแกรมที่ใช้ในการทดลองดัดแปลงจากโปรแกรมของงานวิจัย [1] ซึ่งใช้พารามิเตอร์บางส่วนที่แตกต่างจาก [2] ดังนั้นในช่วงแรกของการทดลองจึงเป็นการทดสอบความสอดคล้องของผลการทดลอง จึงทำการเปรียบเทียบผล

ของการทำงานแบบเชิงลำดับเมื่อใช้ฟังก์ชัน eio และ prog3 กับการทำงานของกำหนดการเชิงพันธุกรรมแบบไม่มีการเพิ่มฟังก์ชัน คุณภาพของคำตอบแสดงให้เห็นว่าผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกับ [2]

ในการทดลองการทำงานแบบขนาน เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของคำตอบระหว่างการทำงานแบบเชิงลำดับ และคุณภาพของคำตอบจากการทำงานแบบขนาน คุณภาพคำตอบมีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานแบบขนานโดยใช้ค่าเวลาสัมพัทธ์ ที่จำนวนหน่วยประมวลผลเท่ากันค่าเวลาสัมพัทธ์เมื่อใช้ฟังก์ชัน eio มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้ฟังก์ชัน prog3 ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนของเวลาในการคำนวณกับเวลาในการสื่อสารเมื่อใช้ฟังก์ชัน eio มีค่าสูงกว่า