การเพิ่มความทนทานของวิธีการเรียนรู้แบบกำหนดการเชิงพันธุกรรม โดยการปรับพารามิเตอร์สำหรับปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์

นางสาว มาเรีย ประทีปทองคำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-576-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19245038

IMPROVEMENT OF ROBUSTNESS OF A GENETIC PROGRAMMING LEARNING METHOD BY PARAMETERS TUNING FOR THE ROBOT NAVIGATION PROBLEM

Miss Maria Prateeptongkum

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Computer Science
Department of Computer Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1998

ISBN 974-331-576-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเพิ่มความทนทานของวิธีการเรียนรู้แบบกำหนดการเชิงพันธุกรรมโดยการปรับพารามิเตอร์สำหรับปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์
โดย	นางสาว มาเรีย ประทีปทองคำ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. สืบสกุล พิภพมงคล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

มาเรีย ประทีปทองคำ : การเพิ่มความทนทานของวิธีการเรียนรู้แบบกำหนดการเชิงพันธุกรรมโดยการปรับพารามิเตอร์สำหรับปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์ (IMPROVEMENT OF ROBUSTNESS OF A GENETIC PROGRAMMING LEARNING METHOD BY PARAMETERS TUNING FOR THE ROBOT NAVIGATION PROBLEM) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา : 42 หน้า. ISBN 974-331-576-4.

งานวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีการเพิ่มความทนทานให้กับผลเฉลยที่สร้างโดยกำหนดการเชิงพันธุกรรม โดยนิยามความทนทานเป็นความสามารถในการทำงานได้ของหุ่นยนต์ในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพแวดล้อมเดิมที่ใช้ในกระบวนการของกำหนดการเชิงพันธุกรรม วิธีการหาคำตอบที่มีความทนทานคือการปรับรูปแบบของฟังก์ชันที่เป็นส่วนประกอบของผลเฉลย โดยมีแนวคิดว่า ถ้าให้มีทางเลือกในผลเฉลยมากขึ้นแล้ว ความทนทานของผลเฉลยนั้นก็น่าจะมากขึ้นด้วย เพื่อสนับสนุนแนวคิดดังกล่าวจึงได้ทำการสร้างฟังก์ชันพิเศษที่มี 2 ทางเลือก โดยการเลือกทางใดทางหนึ่งนั้นจะขึ้นกับการสุ่ม

การทดลองกำหนดขึ้นบนปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์จากจุดตั้งต้นไปยังจุดปลายทางที่กำหนดภายใต้สภาพแวดล้อมพื้นที่ปิดที่มีสิ่งกีดขวางอยู่ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ผลเฉลยที่มีฟังก์ชันพิเศษมีความทนทานมากกว่าผลเฉลยแบบอื่นๆ และเมื่อวัดความหลากหลายของเส้นทางของผลเฉลยที่มีฟังก์ชันพิเศษก็ปรากฏว่ามีค่ามากกว่าผลเฉลยแบบอื่นๆเช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต มาเรีย ประทีปทองคำ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ประภาส จงสถิตย์วัฒนา

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

3971369021 : MAJOR COMPUTER SCIENCE
KEY WORD: GENETIC PROGRAMMING / ROBUSTNESS
MARIA PRATEEPTONGKUM : IMPROVEMENT OF ROBUSTNESS OF A GENETIC PROGRAMMING LEARNING METHOD BY PARAMETERS TUNING FOR THE ROBOT NAVIGATION PROBLEM. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRABHAS CHONGSTITVATANA, Ph.D. 42 pp. ISBN 974-331-576-4.

This work presents a robustness improvement method for robot programs generated by Genetic Programming. Robustness is the ability of a robot program to succeed despite changing an environment from the original environment which has been used for training. The technique to find a robustness solution is by function set tuning. The main hypothesis is that a program that can express a wide variety of behaviours according to different situations should be more robust. Based on this idea, a special probabilistic function -- 2-way selection -- is defined. Executing this function resulting in a random selection of the path.

The experiment is performed on robot navigation problems. The goal is to generate programs for a mobile robot to navigate from a starting point to a target point within a closed-area environment which contains obstacles. It can be shown that a program with a special function behaves more robustly. The analysis is performed based on the path variety value. A program with a special function has higher path variety value.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต มาเรีย ปรีเทียปทองคำ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ประภาส จงสถิตย์อนันต์

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้การดูแลเอาใจใส่ แนะนำ และให้คำปรึกษาตลอดจนข้อคิดเห็นต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ ตลอดระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ นายสาธิต สุทธิธรรม ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของภาควิชาสำหรับการประมวลผล และขอบคุณ นายวิจารณ์ ศรีรัตนาลัยที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ในการประมวลผล ขอขอบคุณ อาจารย์ ชัชวาล วงศ์ศิริประเสริฐในการให้ปรึกษาในส่วนของการเขียนโปรแกรมภาษา C ขอขอบคุณ นายวรวัฒน์ วรศิลป์ และ นายเอกชัย ตันติกนกพร สำหรับความช่วยเหลือในการให้ใช้เครื่องพิมพ์ในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ และขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ไม่ได้ระบุนามในที่นี้สำหรับความช่วยเหลือต่างๆ และการเป็นกำลังใจที่ดีมาตลอด

ขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(สวทช.) ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาและทุนอุดหนุนการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณศูนย์ฝึกอบรมคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ ทบวงมหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนโดยอนุญาตให้ลาเพื่อศึกษาจนจบหลักสูตรนี้ ตลอดจนเพื่อนร่วมงานที่เสียสละในการที่จะต้องรับภาระงานเพิ่มขึ้น

และสุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และน้องๆ ที่ห่วงใยและเป็นกำลังใจให้อย่างสม่ำเสมอ

มาเรีย ประทีปทองคำ

มีนาคม 2542

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1
   1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา 1
   1.2 วัตถุประสงค์ 2
   1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
   1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย 2
   1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
   1.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
   1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
      1.7.1 การวิจัยปัญหาแขนหุ่นยนต์ 8
      1.7.2 การวิจัยปัญหาการหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางของผลเฉลย 8
      1.7.3 การวิจัยความทนทานของผลเฉลย 10
      1.7.4 การวิจัยความทนทานของผลเฉลยที่ทดสอบโดยใช้หลายสนาม 11
   1.8 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลงานวิจัย 12
   1.9 ผลงานที่ตีพิมพ์จากงานวิจัย 12

2. กำหนดการเชิงพันธุกรรมสำหรับปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์ 13
   2.1 ลักษณะของปัญหาการนำร่องหุ่นยนต์ 13
   2.2 ค่ากำหนดของหุ่นยนต์ พื้นที่และสิ่งที่เกี่ยวข้อง 13
   2.3 โครงสร้างของผลเฉลย 14

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 การดำเนินการโปรแกรมพันธุกรรม 16
2.5 การทดสอบความทนทาน 18

3. การทดลอง 19
3.1 การวัดค่าความทนทานของผลเฉลยที่มีโครงสร้างฟังก์ชันต่างกัน 19
3.2 การหาจำนวนสนามทดสอบที่เหมาะสมที่ใช้หาค่าความทนทาน 21
3.3 การวัดค่าความทนทานของผลเฉลยที่เพิ่มฟังก์ชันพิเศษที่กำหนด 22
3.4 การหาข้ออธิบายความทนทานที่เกิดขึ้นกับผลเฉลยซึ่งมีฟังก์ชัน eio2เป็นส่วนประกอบ 23
3.4.1 จำนวนโนดของผลเฉลย 25
3.4.2 ความสูงจากโครงสร้างต้นไม้ของผลเฉลย 27
3.4.3 ความหลากหลายของเส้นทาง (path variety) ของผลเฉลยที่ได้ในช่วงการประเมินความทนทานของผลเฉลย 28

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 32
4.1 สรุปผลการวิจัย 32
4.2 ข้อเสนอแนะ 33

รายการอ้างอิง 34
ภาคผนวก 35
ภาคผนวก ก. 36
ประวัติผู้เขียน 42

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ส่วนประกอบของฟังก์ชันในผลเฉลยของเส้นกราฟแต่ละแบบ 20

3.2 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลของแต่ละเส้นกราฟ 22

3.3 ข้อแตกต่างของการทดลองในรูปที่ 3.4 กับรูปที่ 3.6 25

3.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงส่วนระหว่างค่าความทนทานกับค่าความหลาก
หลายของเส้นทางของผลเฉลย 31

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงตัวอย่างการไขว้เปลี่ยน 5
1.1(ก) จากผลเฉลยรุ่นเดิม 2 อัน 5
1.1(ข) เป็นผลเฉลยรุ่นใหม่ 2 อัน 5
1.2 แสดงตัวอย่างการกลาย 6
1.2(ก) ผลเฉลยรุ่นเดิมที่ถูกเลือก 6
1.2(ข) ผลเฉลยรุ่นใหม่ซึ่งเกิดการกลายโดยการเปลี่ยนเทอมินอล 6
1.2(ค) ผลเฉลยรุ่นใหม่ซึ่งเกิดการกลายโดยการเปลี่ยนต้นไม้ส่วนย่อย(subtree) 6
1.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานของกำหนดการเชิงพันธุกรรม 7
1.4 สภาพทางเดิน หุ่นยนต์ที่ใช้ในการทดลอง และเปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของ
การเคลื่อนที่ลักษณะต่างๆ 9
1.5 แสดงสภาพแวดล้อมของปัญหาหุ่นยนต์หยิบกล่องในการทดลองของ Ito,
Iba และ Kimura (1996) 10
2.1 ลักษณะของสนามที่ใช้ในการทดลอง 14
2.2 แสดงโครงสร้างต้นไม้ของผลเฉลย 16
3.1 กราฟแสดงค่าความทนทานของผลเฉลยรูปแบบต่างๆ ซึ่งกลุ่มฟังก์ชันที่ใช้
ประกอบด้วยประเภทของฟังก์ชันที่ต่างกัน 19
3.2 กราฟแสดงค่าความทนทานของผลเฉลยแบบเดียวกันแต่สนามทดสอบที่ใช้
หาค่าความทนทานมีจำนวนไม่เท่ากัน 21
3.3 กราฟแสดงค่าความทนทานของผลเฉลยรูปแบบต่างๆ ซึ่งกลุ่มฟังก์ชันที่ใช้
ประกอบด้วยประเภทของฟังก์ชันที่ต่างกันและผลเฉลยที่มีฟังก์ชันพิเศษ
eio2 เป็นส่วนประกอบ 23
3.4 กราฟแสดงค่าความทนทานของผลเฉลยต่างๆ โดยกำหนดเกณฑ์สิ้นสุดการ
ปฏิบัติการเป็นจำนวนรอบ 400 รอบ หรือจำนวนก้าว 6000 ก้าว 24
3.5 กราฟแสดงจำนวนโนดของผลเฉลยซึ่งเป็นผลเฉลยเดียวกับที่ใช้ในการหาค่า
ความทนทานดังแสดงในกราฟรูปที่ 3.4 25
3.6 กราฟแสดงค่าความทนทานของผลเฉลยต่างๆ โดยกำหนดเกณฑ์สิ้นสุดการ
ปฏิบัติการเป็นจำนวนรอบ 400 รอบ หรือจำนวนก้าว 4000 ก้าว 26

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.7 กราฟแสดงจำนวนโนดของผลเฉลยซึ่งเป็นผลเฉลยเดียวกับที่ใช้ในการหาค่าความทนทานดังแสดงในกราฟรูปที่ 3.6 26
3.8 กราฟแสดงความสูงของผลเฉลยซึ่งเป็นผลเฉลยเดียวกับที่ใช้ในการหาค่าความทนทานดังแสดงในกราฟรูปที่ 3.4 27
3.9 กราฟแสดงความสูงของผลเฉลยซึ่งเป็นผลเฉลยเดียวกับที่ใช้ในการหาค่าความทนทานดังแสดงในกราฟรูปที่ 3.6 28
3.10 กราฟแสดงความหลากหลายของเส้นทางของผลเฉลยซึ่งเป็นผลเฉลยเดียวกับที่ใช้ในการหาค่าความทนทานดังแสดงในกราฟรูปที่ 3.6 29
3.11 กราฟแสดงความหลากหลายของเส้นทางของผลเฉลยซึ่งเป็นผลเฉลยเดียวกับที่ใช้ในการหาค่าความทนทานดังแสดงในกราฟรูปที่ 3.4 29
3.12 กราฟแสดงค่าความทนทานของผลเฉลยต่างๆโดยกำหนดเกณฑ์สิ้นสุดการปฏิบัติการเป็นจำนวนรอบ 400 รอบ หรือจำนวนก้าว 8000 ก้าว 30
3.13 กราฟแสดงความหลากหลายของเส้นทางของผลเฉลยซึ่งเป็นผลเฉลยเดียวกับที่ใช้ในการหาค่าความทนทานดังแสดงในกราฟรูปที่ 3.12 30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย