Visual Navigation for Mobile Robots: a Survey

Sumetee kesorn 545020196-9

Abstact -มุมมองระบบนำทางหุ่นยนต์ตามที่ได้รับแหล่งที่มาของผลงานวิจัยนับไม่ถ้วน,จากโดเมนของวิสัยทัศน์และการควบคุม. วิสัยทัศน์เป็นมากขึ้นและบ่อยมากขึ้นในการใช้งานเช่นการแปล, การก่อสร้างแผนที่อัตโนมัติระบบนำทางในกำกับของรัฐต่อไปนี้เส้นทางการตรวจสอบการตรวจสอบหรือตรวจสอบสถานการณ์ความเสี่ยง. การสำรวจนี้ที่มีการจัดชิ้นเหล่านั้นของการทำงานจาก จนถึงปัจจุบันซึ่งเป็นความคืบหน้ากว้างในการใช้เทคนิคการนำภาพสำหรับที่ดินทางอากาศและยานพาหนะใต้น้ำในกำกับของรัฐข้อเสนอกระดาษที่มีสองวิธีที่สำคัญ:. แผนที่ที่ใช้นำทางและระบบนำทาง mapless. แผนที่ที่ใช้นำทางได้รับในการเปิดตัวชี้วัดแบ่งในแผนที่ที่ใช้การนำทางและแผนที่นำทางที่ใช้ topological. เค้าร่างของเราที่จะนำทาง mapless รวมถึงปฏิกิริยาเทคนิคอยู่บนพื้นฐานของการสกัดลักษณะเชิงคุณภาพ,

บทนำ

จากการศึกษาระบบมุมมองของหุ่นยนต์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติเป็นการศึกษาซึ่งรวมเอาเทคโนโลยีทฤษฎีการควบคุมภาพและทฤษฎีทางกลศาสตร์เข้าด้วยกัน แต่หุ่นยนต์มุมมองการประยุกต์ใช้ในการมองเห็นคอมพิวเตอร์ที่เป็นรากฐานของระบบทั้งหมด ด้วยทฤษฎีและเทคโนโลยีของการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ภาพจากการที่เราได้รับข้อมูลจากภาพ เราสามารถทำการควบคุมหุ่นยนต์ตามที่ต้องการ ในขณะที่พื้นฐานระบบมุมมองของหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นงานที่เฉพาะเจาะจงมาก ประโยชน์ของหุ่นยนต์ในปัจจุบันสามารถที่จะใช้งานได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นในทางอุตสาหกรรมกในโรงงานประกอบรถยนต์ หรือแม้กระทั่งทางอากาศ และอื่นๆอีกมาก

หุ่นยนต์ที่มีกล้องติดอยู่จะทำให้เราได้ทราบถึงข้อมูลของสภาพแวดล้อมสำหรับใช้ในการนำทางเช่นเดียวกับ Rover ยานพาหนะบนดาวอังคาร .ของประเทศญี่ปุ่นในปี 1977 ที่สามารถเคลื่อนที่ในความเร็สสูงสุดที่ 30 km/h หรือแม้กระทั่งระบบ VISION GUIDE ในประเทศเยอรมันทีสามารถเคลื่อนด้วยความเร็วที่ 100 km/h ในถนนที่ปราศจาการจราจรประสิทธิภาพของกลไกเหล่านี้และประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ได้รับการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วด้วยการปรับปรุงเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

โดยส่วนนี้จะมีการจัดแบ่งหมวดหมู่ในการศึกษาครั้งนี้ออกเป็นดังต่อไปนี้ ส่วนที่จะกล่าวถึง พื้นฐานมุมมองของระบบนำทางหุ่นยนต์ ส่วนที่ 2

วิธีการคิดหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการนำทาง ส่วนที่ 3เรื่องหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ส่วนที่ 4 สรุปงานและสิงที่จะทำในอนาคต

1 พื้นฐานระบบนำทางโดยอัตโนมัติโดยใช้การมองเห็น Vision Based Autonomous Robot Navigation

ระบบนำทางอัตโนมัติโดยใช้การมองเป็นระบบที่ต้องการความเฉพาะจง พื้นฐานที่สำคัญของระบบนี้เราจะต้องรู้เกี่ยวกับลักษณะของสภาพแวดล้อมซึ่งในรายงานนี้จะขอแบ่งสภาพแวดล้อมดังนี้

สภาพแวดล้อมภายนอก(indoor) และสภาพแวดล้อมภายใน (outdoor)

สภาพแวดล้อมที่เรารู้โครงสร้าง(know)และไม่รู้โครงสร้าง (unknow)

เกณฑ์การระบุแผนที่แบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ Map- base,Map-buiding หรือ Mapless

Map- base คือ สิ่งแวดล้อมที่มีโครงสร้างแข็งแรงจับต้องได้ และรู้ล่วงหน้า

Map- base,Map-buiding คือ หุ่นยนต์จะทำการสร้างแผนที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่ไม่รู้จักในขณะที่หุ่นยนต์นำทางโดยได้ข้อมูลจากการมองเห็น

Mapless คือ สิ่งแวดล้อมที่ไม่รู้จักและไม่มีในการสร้างแผนที่ในขณะที่หุ่นยนต์นำทางก็จะมีการจดจำหรือทำการระบุตำแหน่ง

เราสามารถแบ่งหุ่นยนต์ออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ประเภท Indoor กับ Outdoor และสามารถจำแนกของระบบนำทางได้ดังนี้

1 Indoor Navigation

นับตั้งแต่ปี 1979 ได้มีการริเริ่มพัฒนาหุ่นยนต์ ได้นำมีการจำแนกการระบบนำทางออกเป็น 3 ประภทใหญ่ดังนี้

– map-based navigation systems

– map-building-based navigation systems

– mapless navigation systems2.1.1 Map-based Navigation

เทคนิคเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับการให้หุ่นยนต์ที่มีรูปแบบของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันด้วยองศาของรายละเอียดขึ้นอยู่กับกรณีศึกษา

วิธีแรกที่ทำให้การใช้แผนที่มีการฉาย 2D จากลักษณะที่โดดเด่นในแต่ละที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม หลักการชอง Map – Based Navigation คือ

1) การรับข้อมูลภาพ

2)การกำหนดพื้นที่ในปัจจุบัน

3) การทำการจับคู่กับสิ่งที่สังเกตเห็นกับสิ่งที่อยู่บนคลังแผนที่

4) ทำการอัพเดตตำแหน่งของ

2 map-building-based navigation

ส่วนนี้รวมถึงระบบทั้งหมดที่สามารถสำรวจสภาพแวดล้อมและสร้างแผนที่ของมันด้วยตัวเอง กระบวนการเริ่มต้นนำทางเมื่อหุ่นยนต์มีการสำรวจสภาพแวดล้อมและเก็บไว้

สิ่งแรกที่ต้องพิจารณาความเป็นไปได้นี้คือ Moravec กับ Stanford Cart ปรับปรุงโดย Thorpe สำหรับหุ่นยนต์ Fido และถูกนำมาใช้เพื่อดึงคุณลักษณะจากรูปภาพเหล่านี้ คุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์นั้นเพื่อสร้างพิกัด 3 มิติของพวกเขา คุณสมบัติถูกแสดงในตารางของสองเซลล์ตารางเมตร แม้ว่าเทคนิคนี้ให้เป็นการแสดงถึงสิ่งกีดขวาง ในสภาพแวดล้อมที่ยังไม่ดีพอ การสร้างตารางเป็นการคำนวณที่ขาดประสิทธิภาพในการวางแผนเส้นทาง

2.1.3 Mapless Navigation

ประเภทนี้รวมถึงวิธีการนำทางทั้งหมดที่ไม่จำเป็นต้องมีความรู้จากสภาพแวดล้อมในการวิ่ง การเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่พบในสภาพแวดล้อม

สองวิธีหลักที่ควรจะได้รับการอ้างถึง: optical-flow- based and appearance-based navigation โซลูชั่น optical-flow- based ไหลตามประมาณการเคลื่อนที่ของวัตถุหรือคุณลักษณะภายในลำดับของภาพนักวิจัยคำนวณการไหลของแสงส่วนใหญ่ใช้ (หรือปรับปรุง) ผู้บุกเบิกเทคนิคจากฮอร์น และลูคัสและ Kanade วิธีที่น่าสนใจพัฒนาโดย Santos-Victor จำลองพฤติกรรมที่บินผึ้ง ระบบการเคลื่อนที่ในทางเดินโดยใช้กล้องสองตัวในการรับรู้สภาพแวดล้อมอย่างใดอย่างหนึ่งของกล้องในแต่ละด้านของหุ่นยนต์ชี้ไปที่ผนัง โดยหลักการคือผึ้งจะบินรักษาระดับที่จุดศูยน์กลางเพื่อหาความแตกต่างระหว่างผนังทั้งสอง

2.2 Outdoor Navigation

2.2.1 Outdoor navigation in structured environments

โครงสร้างระบบนำทางภายนอกหมายถึง ถนน ต่อไปนี้เป็นความสามารถในการค้นหาเส้นบนถนนและการนำทางที่สม่ำเสมอ Pioneer เทคนิคเหล่านี้คือ Tsugawa ที่ใช้การจับคู่กล้องเพื่อใช้ในการค้นหาอุปสรรคที่ใช้ในการเคลื่อนที่

2.2.2 Outdoor navigation in unstructured environments

ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีโครงสร้าง และไม่มีคุณสมบัติของการนำทางในกรณีทั้งสองนี้หุ่นยนต์มีโอกาสที่จะพบได้หุ่นยนต์จะทำการแก้ปัญหาต่อไปนี้

หุ่นยนต์จะทำการสำรวจบริเวณใกล่เคียงแบบสุ่มเช่นยานพาหนะในการสำรวจดาวเคราะห์เป็นต้น

หุ่นยนต์จะทำการรันภาระกิจเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย ในกรณีนี้หุ่นยนต์จะทำการเคลื่อนที่ไปแล้วทำการสร้างแผนที่บริเวณนั่นและทำการแปลเป็นอัลกอริทึม

Robot mapping

การทำแผนที่หุ่นยนต์เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่สำคัญสำหรับ vision-based ที่ใช้ระบบหุ่นยนต์นำทางอัตโนมัติเพราะมันให้ข้อมูลเชิงพื้นที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่หุ่นยนต์ทำงาน การทำแผนที่หุ่นยนต์และหุ่นยนต์พื้นที่เป็นสองแนวคิดที่สัมพันธ์กัน

ขั้นตอนแรกในการสร้างแผนที่ คือการสร้างพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูลแผนที่ทั่วไปจนกระทั้งสิ้นสุดโดยใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ได้รับจากกล้องที่ติดอยู่กับตัวหุ่นและระยะของเซ็นเซอร์ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ปฏิบัติตามปกติของหุ่นยนต์สำรวจ

ฐานข้อมูลแผนที่นี้จะถูกใช้สภาพแวดล้อมที่ถูกจัดเก็บไว้ ความคิดเห็นจากการทำแผนที่ของหุ่นยนต์ที่ผู้เขียนชี้ให้เห็นความท้าทายหลักในการทำแผนที่ของหุ่นยนต์

Measurement noise (errors): ขึ้นอยู่กับสถิติที่ทำการรัน

High dimensionality of the environment: เป็นตัวเลขหนึ่งในพันของการวางแผน 2D และหนึ่งในล้านสำหรับพื้นที่ที่เป็น 3D

Data association: วิธีการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุหนึ่งไปยังข้อมูลที่ได้จากภาพที่แตกต่างกันเนื่องจากการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

Environment change over time: การเปลี่ยนแปลงของวัตถุแบบไดนามิกทำให้หุ่นยนต์ไม่รู้จัก

Choose their way during mapping : ควรจะเลือกเส้นทางระหว่างที่ทำแผนที่

Odometry error เป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญสำหรับการทำแผนที่ของหุ่นยนต์ทและท้องถิ่นสถานที่จริงและการวางแนวอยู่เสมอแตกต่างจากที่ต้องการอย่างใดอย่างหนึ่งความแตกต่างนี้เรียกว่าข odometry error และนี่คือหลีกเลี่ยงไม่ได้ odometry error สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ systematic and non-systematic

สำหรับสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในอาคาร เราสามารถสรุปภาพรวมของความน่าจะเป็นในการสร้างแผนที่หุ่นยนต์ดับนี้

เทคนิค	Advantage	limitation
Kalman Filter Approaches:	-ใช้การคาดคะเนในระบบออนไลน์	การตรวจสอบของการวัดจะต้องมีอิสระต่อกัน
Expectation Maximization algorithms	สามารถแก้ไขปัญหาการติดต่อสื่อสารในขณะที่กำลังสร้างแผนที่	นี้เป็นอัลกอริทึมแบบออฟไลน์และเวลาที่สมมติว่า
Hybrid	-	-
Occupancy Grid Maps	-	-

และยังมีวิธีการบางอย่างสำหรับวัตถุที่อยู่ในการทำแผนที่และการทำแผนที่สภาพแวดล้อมแบบไดนามิกซึ่งจะอธิบายไว้ในบทความนี้

สำหรับสิ่งแวดล้อมที่อยู่ภายนอก

การทำแผนที่หุ่นยนต์บางครั้งหมายถึงปัญหาที่พบบนถนนเนื่องจากสถานที่ตั้งของหุ่นยนต์และเนื่องจากสถานที่ของหุ่นยนต์จะสามารถเปรียบเทียบได้กับตำแหน่งของ GPS ใน Miranda ได้เสนอวิธีการในการตรวจสอบพื้นที่โดยการแยกระดับความเข้มของสีเทา

โดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธี Thresholding เพื่อแยกออกเป็นสองส่วนคือ พื้นที่ที่ใช้ในการนำทางและอุปสรรค

Path planning

หลังจากที่การแก้ปัญหาของการทำแผนที่หุ่นยนต์และสถานที่ตั้งแล้วบางครั้งการวางแผนเส้นทางก็เป็นการช่วยลดปัญหาอีกทั้งยัง

ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพอีกด้วย :เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากตำแหน่งเดิมไปยังปลายทาง การวางแผนเส้นทางมีการใช้อยู่สองวิธี คือ การตั้งค่าพื้นที่และวิธีการเพิ่มศักยภาพตามพื้นที่ โดยส่วนใหญ่จะสมมุติว่าหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปบริเวณกลางห้องโถง(เพื่อหลบหลีกอุปสรรค) โดยขั้นตอนแรกมีการสร้างภาพ bitmap ของพื้นขึ้นมาโดยจะเป็นลักษณะของโครงสร้างคล้ายอโครงกระดูกสีขาว โดยการเชื่อมต่อจะเริ่มจากจุดเริ่มต้นไปยังหมายตามที่เราได้สร้างเอาไว้

โดยจุดประสงค์ของกระบวนการนี้จะเป็นกระบวนการที่หาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุดสองจุดสำหรับระบบนำทางภาคพื้นดิน

การเปรียบเทียบ Genetic, ANN and A* Algorithms

เราได้เห็นการทำงานของอัลกอริทึม และได้เห็นขั้นตอนวิธีการทำงานเหล่านี้ทั้งหมด และแนวทางในในการใช้อัลกอริทึมทีแต่ต่างกัน แต่วัตถุประสงค์เหมือนกันคือการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและการหลบหลีกอุปสรรคที่ดีที่สุด จากจุดเริ่มต้นไปจนจุดสิ้นสุด

หลักเกณฑ์ที่สำคัญที่ใช้ในการเปรียบเทียบที่ในแต่ละอัลกอริทึมมีดังต่อไปนี้

เงื่อนไขของเวลาในการประมวลผลของ Genetic กับ Artificial Neural Network and A*.

ภาพรวมของการเดินของที่หุ่นยนต์ใช้น้อกว่าเมื่อมีการเปรียบเทียบกับ Artificial Neural Networks

การล้มเหลวของ The Artificial Neural Network อัลกอริทึมเมื่ออยู่สภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน เช่น สภาพแวดล้อมที่อยู่ในเขาวงกต

ข้อจำกัดของหน่วยความจำของ Genetic มีมากว่า ANN

A*.มีขนาดเล็กกว่าและมีความเร็วมากกว่า Genetic และ ANN

การทดลอง[14]

สำหรับการทดสอบการกระจายของอัลกอริทึม. เราได้ทำให้โปรแกรมโดยใช้จาวาที่สร้าง n แทนจำนวนของอุปสรรค อุปสรรคเหล่านี้ได้ย้ายได้อย่างสมบูรณ์แบบสุ่มเป็นอิสระจากกัน. เหล่านี้ได้ถูกย้ายไปยังบนเส้นของการปะทะกันในการเคลื่อนไหว. อีกด้ายเริ่มต้นที่ย้ายหุ่นยนต์ของเราจากแรกเริ่มเพื่อตำแหน่งสุดท้าย. นี้ด้ายที่ใช้อัลกอริทึม กล่าวถึงการเคลื่อนย้ายหุ่นยนต์ในเส้นทางของมัน

อุปสรรคทั้งหมดและหุ่นยนต์ของเรามีการแสดงผลมา applets. เส้นทางที่ถูกแสดงขึ้นมาเป็นนำทางชี้ไปในทิศทาง. เปิดหมายถึงอุปสรรคและหุ่นยนต์ที่ปิดซึก. แอปเพล็ยังเก็บเสร็จสมบูรณ์ตามเส้นทางที่หุ่นยนต์ไปให้เส้นทางที่ร่องรอยของหุ่นยนต์

ขั้นตอนวิธีการทดสอบโดยใช้เทคนิคนี้. ในทุกการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ในแต่ละขั้นตอนคือบันทึกโดยใช้ทั้งหมดสามขั้นตอนวิธี. จากผลที่ได้ที่ให้ไว้ในส่วนถัดไป[14]

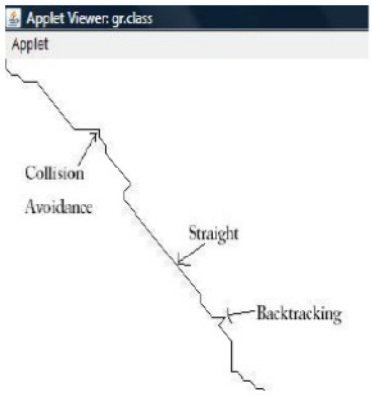

Figure 5: The various types of paths in the motion of robot

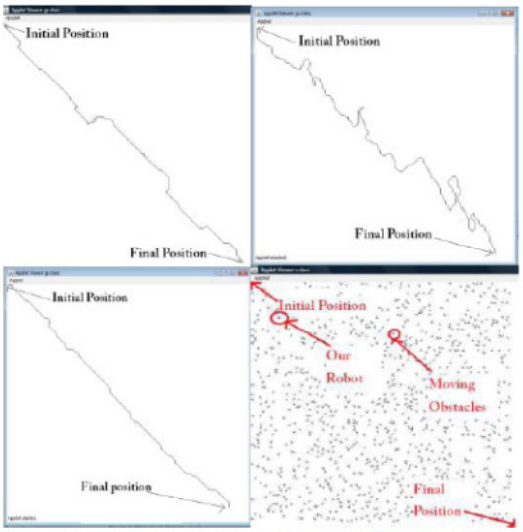

Figure 4(a-d): Path traced by robot using Genetic, ANN and A*algorithm and condition of board at any general time

Obstacles avoidance

การหลีกเลี่ยงอุปสรรคเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับหุ่นยนต์นำทางเนื่องจากระบบทั้งหมดจะไร้ประโยชน์ถ้าหากหุ่นยนต์ความสามารถในการหลีกเลี่ยงอุปสรรคได้

โดยปกตินี้ปัญหาจะรวมเข้าไว้ด้วยกันกับการสร้างแผนที่หุ่นยนต์และสถานที่ตั้งและยิ่งทำให้การทำงานซับซ้อนมากยิ่งขึ้น เพราะฉะนั่นข้อมูลภาพที่แสดงอยู่บนมุมมองของหุ่นยนต์จะถือว่าเป็นอุปสรรค ข้อจำกัดของกระบวนการนี้ที่พบมากที่สุดคือ การยอมรับประสิทธิภาพของการทำงานในสภาพแวดล้อมที่คงที่และข้อจำกัดบางอย่า

แต่สำหรับสภาพแวดล้อมที่มีความไดนามิกสูง การหลบหลีกอุปสรรคยังคงที่ที่น่าศึกษาอยู่มาก ถึงแม้ว่าวิธีการหลบหลีกอุปสรรคจะได้ข้อมูลสภาพแวดล้อมที่มากจากกล้องก็ตาม อินฟาเรดเซ็นเซอร์ โซนาเซ็นเซ็อร์ ระบบนำทางผ่านทาง vision มันสามารถช่วยนำทางและสามารถหลบหลีกอุปสรรคของหุ่นยนต์อัตโนมัติเป็นอย่างดี ช่องการไหลของoptical และมุมกลับกันเป็นงานเพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรค การไหลของออฟติคอลเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อตรวจสอบเชิงลึก ,โครงสร้างและการเคลื่อนไหวของวัตถุ หุ่นยนต์มักถูกสันนิษฐานว่าในช่วงกลางของเส้นทางของมัน ถ้าการไหลของแสงระหว่างสองซีกของเขตข้อมูลภาพเป็นที่สมดุล หุ่นยนต์ก็เชื่อ "ในการเคลื่อนที่ชนกันฟรีในช่วงกลางของการกำหนดค่าอุปสรรค

ตารางเปรียบเทียบ

Authos	Indoor-Outdoor	Category	Method
[1]	Outdoor	Map- base	A* algorithm
[2]	indoor	Map building	Vision navigation
[3]	indoor	-	-
[4]	outdoor	Mapbuiding	Vision navigation
[5]	indoor	Map base	A* algorithm
[6]	indoor	Map-buiding	Vision navigation
[7]	indoor	Map-base	Vision navigation
[8]	indoor	Map-buiding	Vision navigation
[9]	none	none	none
[10]	outdoor	GPS	none
[11]	outdoor	Map-buiding	3d
[12]	none	none	none
[13]	indoor	none	Genetic Algorithm
[14]	none	None	A* algorithm Genetic Algorithm
[15]	indoor	Map-buiding	VFH algorithm
[16]	indoor	Map-buiding	Vision navigation

สรุป

เราได้รับสามารถที่จะย้ายหุ่นยนต์จากเริ่มต้นที่ตำแหน่งสุดท้ายในสภาพแวดล้อมของแบบไดนามิกย้ายสิ่งกีดขวางได้โดยไม่ต้องปะทะกัน. เส้นทางที่เลือกคือ ที่เหมาะสม. เทคนิคนี้สามารถนำมาใช้เพื่อเปิดใช้งานการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์จำนวนมากร่วมกันในสถานที่เดียวกัน

ในครั้งแรกที่เราใช้ อัลกอริทึมทั้งสามแบบในการแก้ไขปัญหาในการนำทางของหุ่นยนต์ จะใช้เวลานานในการรันครั้งแรก แต่เมื่อมีการทำซ้ำไปเรื่อยๆ ผลที่ออกมาจะดีขึ้นตามลำดับ

จะเห็นได้ว่า ANN มีความเหมาะสมในการหลบหลีกอุปสรรค

จะเห็นได้ว่า A* algorithm เป็นกระบวนการในการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุดไม่ว่าจะเจอสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะอย่างไร

Reference.

[1] An-Min Zou, Zeng-Guang Hou, Si-Yao Fu, and Min Tan," Neural Networks for Mobile Robot Navigation," J. Wang et al. (Eds.): ISNN 2006, LNCS 3972, 2006.pp. 1218–1226

[2]. Afroza Begum, Minkyoung Lee, Young J. Kim; A Simple ,"Visual Servoing and Navigation Algorithm

for an Omni directional Robot," Human-Centric Computing (HumanCom), 2010 3rd International Conference on , 2010 pp : 1 – 5

[3] Marco Barbosa, Alexandre Bernardino, Dario Figueira,Jos´e Gaspar, Nelson Gonc¸alves, Pedro U. Lima,

Plinio Moreno, Abdolkarim Pahliani, Jos´e Santos-Victor, Matthijs T. J. Spaan, Jo˜ao Sequeira," A Testbed for Sensor and Robot Network Systems," Intelligent Robots and Systems October 11-15, 2009 pp: 2827 - 2833

[4] Yong Zhu; Changguo Sun; Zhixin Han; Chaofa Yu ," A visual navigation algorithm for mobile robot in semi-structured environment," Computer Science and Automation Engineering (CSAE), 2011 , Page(s): 716 – 721

[5] Zhiguang Xu, Kyung-Sik Choi, Yoon-Gu Kim, Jinung An, and Suk-Gyu Lee," An Enhanced Formation of Multi-robot Based on A*Algorithm for Data Relay Transmission," ICSI 2011, Part II, LNCS 6729 ,2011,pp. 91–98

[6] Fairul Azni Jafar, Member, IEEE, Yasunori Suzuki, Yuki Tateno, Toshitaka Tabata, Kazutaka Yokota," An Environmental Visual Features Based Navigation for Mobile Robot in a Corridor Environment," International Conference on Robotics and Biomimetics December 14-18, 2010 pp: 1612 – 1617

[7] Wen-Chung Chang, Ping-Rung Chu," An Intelligent Space for Mobile Robot Navigation with On-Line Calibrated Vision Sensors," 2010 11th Int. Conf. Control, Automation, Robotics and Vision, 7-10th December 2010,pp: 1452 – 1457

[8] D Santosh*, Supreeth Achar, C V Jawahar," Autonomous Image-based Exploration for Mobile Robot Navigation," Robotics and Automation, 2008. ICRA 2008. IEEE International Conference on, 2008 , Page(s): 2717 – 2722

[9] Christian Hernández, Raciel Poot, Lizzie Narváez, Erika Llanes and Victor Chi," Design and Implementation of a System for Wireless Control of a Robot," IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 7, Issue 5, September 2010,pp:7135-7138

[10] Isaac Skog and Peter Händel," In-Car Positioning and Navigation Technologies," IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 10, NO. 1, MARCH 2009,pp:4-21

[11] Chunrong Yuan and Hanspeter A. Mallot," Visual Motion Analysis for 3D Robot Navigation in Dynamic Environments," Computer Vision, 1995. Proceedings., International Symposium on, 21-23 Nov 1995,pp: 347 - 352

[12] Heni Ben Amor, Shuhei Ikemoto, Takashi Minato and Hiroshi Ishiguro," Learning Android Control using Growing Neural Networks,"science link Japan," VOL.2006;PP:1P1-E07(2006)

[13] TEFAN ADRIAN DUMITRU, DAN BUCUR, DOINA MARIN," Methods and algorithms for motion control of walking mobile robot with obstacle avoidance," Proceedings of the European Computing Conference,"2011,PP

[14] Rahul Kala, Dr. Anupam Shukla And Dr. Ritu Tiwari," Mobile Robot Navigation Control in Moving Obstacle Environment using Genetic Algorithm, Artificial Neural Networks and A* Algorithm," 2009 World Congress on Computer Science and Information Engineering",2009,pp:705-713

[15] Maxim A. Batalin and Gaurav S. Sukhatme," Mobile Robot Navigation using a Sensor Network," In IEEE International Conference on Robotics and Automation,April 26 - May 1, 2004, pp. 636-642

[16] Mehmet Serdar Guzel," Mobile Robot Navigation using a Vision Based Approach", http://www.ncl.ac.uk/mech/study/postgrad/conference/documents/Guzel.pdf,"2009

[17] Gene Eu Jan, Ki Yin Chang, and Ian Parberry," Optimal Path Planning for Mobile Robot Navigation," IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, VOL. 13, NO. 4, AUGUST 2008,pp:451-460

[18] Seung-Hun Kim , Chi-Won Roh , Sung-Chul Kang and Min-Yong Park," Outdoor Navigation of a Mobile Robot

Using Differential GPS and Curb Detection," 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation

Roma, Italy, 10-14 April 2007,pp:3414-3419

[19] Patrick Y. Shinzato, Denis F. Wolf," Path Recognition for Outdoor Navigation," Robotics Symposium (LARS), 2009 , PP: 1 – 5

[20] Ionut Dinulescu, Dorin Popescu, Alice Predescu," Remote Learning Environment For Visual based Robot Navigation,"EAEEIE Annual Conference,19th 2008 , PP: 26 – 30

[21] Qijun Chen, Haixia Geng and Peng-Yung Woo," Research on and Pure Java Realization of A Web-Based Mobile Robot System," Proceedmgs d Ihe American Conlroi Conlerence Denver, Colorado June 4-6.2003,PP:615-620

[22] Dr. Anupam Shukla, Dr. Ritu Tiwari and Rahul Kala," MOBILE ROBOT NAVIGATION CONTROL IN MOVING OBSTACLE ENVIRONMENT USING A* ALGORITHM," Computer Science and Information Engineering, 2009 WRI World Congress on , 2009,PP: 705 – 713

[23] Annett Chilian and Heiko Hirschm¨uller," Stereo Camera Based Navigation of Mobile Robots on Rough Terrain," The 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2009 ,PP:4571-4576

[24] Ralf Möller ,Martin Krzykawski and Lorenz Gerstmayr," Three 2D-warping schemes for visual robot navigation," Auton Robot,2010, PP:253–291

[25] Feng Wen, Kui Yuan, Wei Zou, Xiaojie Chai and Rui Zheng," Visual Navigation of an Indoor Mobile Robot Based on

a Novel Artificial Landmark System," Proceedings ofthe 2009 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation,2009,PP:3775-3780

[26] J.B. Hayet, , F. Lerasle and M. Devy," A visual landmark framework for mobile robot navigation," Image and Vision Computing 25,2007,PP: 1341–1351

[27] M. Popa, M. Marcu and A. S. Popa," Wireless Sensory Control for Mobile Robot Navigation," Intelligent Systems and Informatics, 2009. SISY '09. 7th International Symposium on ,2009,PP:197-201