กิตติยศ ยะเจริญ : การพัฒนาระบบนำทางหุ่นยนต์อัตโนมัติสำหรับใช้งานภายในอาคารจากการจำลองสภาพแวดล้อมแบบ 3 มิติ (DEVELOPMENT OF AN INDOOR AUTONOMOUS MOBILE ROBOT NAVIGATION SYSTEM FROM 3D ENVIRONMENT SIMULATION) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพล รัตน์นิยมชัย, 140 หน้า.

คำสำคัญ : ระบบนำทางอัตโนมัติ/ระบบจำลองหุ่นยนต์/AMR/โปรแกรม Gazebo/ROS2

ปัจจุบันธุรกิจร้านอาหาร โรงงานอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมได้พยายามแก้ไขปัญหาด้านการขนส่งโดยมีเป้าหมาย คือ การนำหุ่นยนต์ (Autonomous Mobile Robots, AMRs) เข้ามามีบทบาทในการดำเนินกิจการ เนื่องจากความสามารถในการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงและยืดหยุ่นต่อการวางแผนเส้นทาง โดยอาศัยการตรวจจับระยะสิ่งกีดขวางแบบ 360 องศา ร่วมกับระบบติดตามเส้นทาง (Path tracking) ที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมกับจลนศาสตร์ของหุ่นยนต์ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการจัดการสภาพแวดล้อมในการทดสอบการทำงาน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการสร้างสภาพแวดล้อมจำลองหุ่นยนต์เพื่อปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ติดตามเส้นทาง (Regulated Pure Pursuit, RPP) ให้สามารถนำทางอัตโนมัติได้อย่างปลอดภัย ด้วยสภาพแวดล้อมจำลองในโปรแกรม Gazebo รวมถึงพัฒนาระบบที่สำคัญของหุ่นยนต์ คือ ระบบระบุตำแหน่งหุ่นยนต์ภายในอาคารโดยอาศัยวิธีการ ดังนี้ 1.) Dead Reckoning 2.) ตัวกรองคาลมานแบบขยาย และ 3.) Adaptive Monte Carlo Localization (AMCL) และนำมาทดสอบด้วยการเคลื่อนที่วงปิดสี่เหลี่ยมจัตุรัสระยะทาง 3.6 เมตร จากการศึกษาพบว่า พิกัดจาก AMCL มีค่าผิดพลาดสูงสุด 0.043 เมตร เป็นค่าที่สามารถระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่ผ่านเส้นทางที่มีความกว้างน้อยที่สุด 52 เซนติเมตร ให้ไปถึงจุดหมาย นอกจากนี้การจำลองพารามิเตอร์ด้วยโปรแกรม Gazebo สำหรับการควบคุมแบบ RPP ที่เหมาะสม ประกอบด้วยระยะมองไปข้างหน้า (Look-ahead Distance) เท่ากับ 0.24 เมตร และระยะควบคุมรัศมีขั้นต่ำเท่ากับ 0.8 เมตร เป็นพารามิเตอร์ที่ทำให้หุ่นยนต์จริงเคลื่อนที่ออกนอกเส้นทางสูงสุดเท่ากับ 0.0163 เมตร

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

KITTIYOS YACHARERN : DEVELOPMENT OF AN INDOOR AUTONOMOUS MOBILE ROBOT NAVIGATION SYSTEM FROM 3D ENVIRONMENT SIMULATION.
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. TOSAPHOL RATNIYOMCHAI, Ph.D., 140 PP.

Keywords: Navigation System/Robot Simulation/AMR/Gazebo/ROS2

Nowadays, industrial and agricultural factories, as well as restaurants, are attempting to use autonomous mobile robots (AMRs) to handle transportation-related issues. Since the robot has variable path planning and may work in hazardous environments by 360-degree range detection combined with a path tracking system that can adjust parameters to suit the robot's kinematics model, which is necessary to manage the test environment. This research proposes the development of a robot simulation environment to alter route tracking parameters (Regulated Pure Pursuit, RPP) to prove safe automatic navigation by Gazebo simulation program, including developing important robot systems such as a system for Indoor localization with algorithms that work together as follows; 1.) Dead Reckoning 2.) Extended Kalman Filter (EKF) and, 3.) Adaptive Monte Carlo and Localization (AMCL). In addition, all three algorithms have been tested by moving a square closed loop over 3.6 meters. The results found that the coordinates from the AMCL have a Root Mean Square Error (RMSE) of 0.043 meters, a value that can localize the robot to move through a minimum path width of 52 centimeters to reach the destination. Furthermore, the Gazebo simulation parameters for RPP control include a look-ahead distance of 0.24 meters and a minimum control radius of 0.8 meters, which are the maximum averaged tracking errors of a real robot for 0.0163 meters.

School of Mechatronics Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature.....
Advisor's Signature.....Tosapho/ Ratniyomchai