ภูวนาถ เผือกทอง : อากาศยานไร้คนขับสี่ใบพัดนำทางอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมที่ไม่รู้จักด้วยการเรียนรู้แบบเสริมกำลังเชิงลึก (AN AUTONOMOUS NAVIGATION QUADROTOR IN UNKNOWN ENVIRONMENT USING DEEP REINFORCEMENT LEARNING) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.จิตติมา วระกุล, 128 หน้า.

คำสำคัญ: อากาศยานหลายใบพัดอัตโนมัติ/การเรียนรู้เสริมกำลังเชิงลึก/โดรนในอาคาร

งานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็กที่สามารถนำทางตนเองได้โดยใช้การเรียนรู้แบบเสริมกำลังเชิงลึกแบบไม่ต้องใช้แผนที่ เนื่องจากในบางภารกิจอากาศยานไร้คนขับต้องทำงานในสภาพแวดล้อมที่ไม่รู้จักมาก่อนหรือไม่มีแผนที่ ซึ่งการเรียนรู้เสริมกำลังเชิงลึกเป็นปัญญาประดิษฐ์ที่เหมาะกับการนำมาใช้งานร่วมด้วยกับภารกิจดังกล่าว โดยอากาศยานไร้คนขับที่ถูกใช้สำหรับการวิจัยเป็นอากาศยานไร้คนขับขนาดเล็ก 4 ใบพัดมีน้ำหนักรวมสูงสุด 1,883 กรัม บินทดสอบในพื้นที่ในอาคารที่มีขนาดสูงสุดเป็นกว้าง 7.96 ยาว 12.07 และสูง 2.5 เมตร อากาศยานไร้คนขับจะถูกฝึกโมเดลการเรียนรู้ในโปรแกรมจำลองก่อนโดยใช้ระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์เป็นกรอบการพัฒนาโปรแกรมทั้งหมด อัลกอริทึมที่เลือกใช้คือ Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG) เซนเซอร์หลักที่ใช้ในการรับรู้สภาวะของตัวแทน (agent) เป็น LiDAR (Light Detection and Ranging) แบบ 2 มิติ การฝึกโมเดลใช้เวลาทั้งหมด 172 ชั่วโมง ใช้รอบการคำนวณ 5,324 รอบ ใช้จำนวนขั้นการฝึกฝนทั้งหมด 1,794,206 ขั้นเมื่อนำไปทดสอบในสภาพแวดล้อมจำลองที่ไม่เคยเห็นมาก่อน 4 แบบ ตัวแทนสามารถตัดสินใจหาเส้นทางไปจุดหมายได้ และเมื่อนำไปทดสอบกับอากาศยานในสภาพแวดล้อมจริง อากาศยานสามารถระบุตำแหน่งในอาคารได้ด้วยการรวมข้อมูลของไลดาร์ และ IMU ด้วยอัลกอริทึม RF2O และตัวกรองคาลมานแบบขยาย โมเดลสามารถทำงานได้สภาพแวดล้อมจริงที่แตกต่างกัน 2 แบบ โดยเส้นทางที่อากาศยานสร้างขึ้นสามารถพาอากาศยานหลบหลักสิ่งกีดขวางได้ไปจนถึงเป้าหมาย โดยที่เมื่อเทียบกับเส้นทางที่สร้างโดยตัววางแผน A* (A star) แล้วเส้นทางมีความใกล้เคียงกัน ระยะห่างระหว่างขอบใบพัดถึงสิ่งกีดขวางต่ำสุดในสภาพแวดล้อมจริงแบบที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 0.13 และ 0.19 เมตรตามลำดับ

สาขาวิชา วิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

PHUWANAT PHUEAKTHONG : AN AUTONOMOUS NAVIGATION QUADROTOR IN UNKNOWN ENVIRONMENT USING DEEP REINFORCEMENT LEARNING.
THESIS ADVISOR : JITTIMA VARAGUL, Ph.D., 128 PP.

Keywords: Autonomous Copter/Deep Reinforcement Learning/Indoor Drone

This research aims to develop a small aerial vehicle capable of autonomous navigation using deep reinforcement learning in an unknown environment. Since in some missions, the unmanned aircraft must operate in unfamiliar or unmapped environments, Deep reinforcement learning is suitable for tasks. The UAVs used for the research is a quadcopter which has a maximum weight of 1,883 grams. It operated within an indoor area with maximum dimensions of 7.96 meters wide, 12.07 meters long, and 2.5 meters high. The UAVs is trained using deep reinforcement learning models in a simulation program by using a Robot Operating System as framework. The selected algorithm is Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG). The primary sensor used for agent perception is a 2D LiDAR. The training process took a total of 172 hours, with 5,324 episodes and 1,794,206 steps. When tested in previously unseen simulated environments, the agent was able to make decisions to find a path to the destination. In real-world environments, the aircraft could determine its position within the building by LiDAR and IMU sensor fusion using the RF2O algorithm and an Extended Kalman Filter (EKF). The model demonstrated effectiveness in two different real-world environments, successfully navigating and avoiding obstacles to reach the target. The generated paths were closely to the path generated by A* Path Planner. The minimum clearance between the rotor edges and obstacles in the actual environments for type 1 and type 2 scenarios were 0.13 meters and 0.19 meters.

School of Mechatronics Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....