นนธวัช โคตรศรีวงษ์ : การจัดการพลังงานที่เหมาะสมในไมโครกริด โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบเสริมกำลังหลายเอเจนต์ (OPTIMAL ENERGY MANAGEMENT IN MICROGRID USING MULTI-AGENT DEEP REINFORCEMENT LEARNING TECHNIQUES)
อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเรือง มะรังศรี, 227 หน้า.

คำสำคัญ : การเรียนรู้เชิงลึกแบบเสริมกำลังหลายเอเจนต์/ ไมโครกริด/ การจัดการพลังงาน

งานวิจัยวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการจัดการพลังงานที่เหมาะสำหรับไมโครกริด โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกแบบเสริมกำลังหลายเอเจนต์ด้วยอัลกอริทึม MAA2C, MAA3C, MADDPG, MATD3 และ MASAC โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วน ประกอบด้วย 1) การศึกษาเชิงเปรียบเทียบเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยใช้สมการทดสอบฟังก์ชันฐานนิยมแบบเดียว และฟังก์ชันฐานนิยมหลายตัว 2) การศึกษาการประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงลึกแบบเสริมกำลังหลายเอเจนต์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในไมโครกริด กลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการจัดการคือ การหาขนาด และตำแหน่งของพลังงานหมุนเวียน และระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ โดยพิจารณาการปรับปรุงแรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าสูญเสีย ต้นทุนของระบบพลังงานหมุนเวียน และระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ กรณีศึกษาของระบบไมโครกริดอยู่บนพื้นฐานของระบบทดสอบโครงข่าย IEEE 33 โนด โหลดพื้นฐานที่ใช้ในการจำลองคือโหลดที่พักอาศัย และโหลดแบบพื้นที่ธุรกิจ ซึ่งแบ่งการจำลองโหลดพื้นฐานเป็น 4 แบบคือ 1) โหลดพื้นที่พักอาศัยทั้งหมด 2) โหลดพื้นที่ธุรกิจทั้งหมด 3) โหลดพื้นที่พักอาศัยแบบผสมร่วมกับพื้นที่ธุรกิจที่โนด 23, 24 และโนดที่ 25 4) โหลดพื้นที่พักอาศัยแบบผสมร่วมกับพื้นที่ธุรกิจ โดยพื้นที่ธุรกิจคือโนด 23 ถึงโนดที่ 33 กลยุทธ์การวิเคราะห์ร่วมกับการใช้พลังงานหมุนเวียน และระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ที่ใช้ในการจำลองประกอบไปด้วย 1) การวิเคราะห์แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าสูญเสียโดยไม่พิจารณาสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า 2) การหาขนาด และตำแหน่งที่เหมาะสมของพลังงานหมุนเวียนในระบบไมโครกริด โดยไม่พิจารณาสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า 3) การวิเคราะห์แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าสูญเสีย โดยพิจารณาสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า 4) การหาขนาด และตำแหน่งที่เหมาะสมของพลังงานหมุนเวียนในระบบไมโครกริด โดยพิจารณาการใช้ระบบกักเก็บพลังงานแบบแบตเตอรี่ และสถานีอัดประจุยานยนต์ไฟฟ้า ผลการจำลองจากการศึกษาเชิงเปรียบเทียบในสมการทดสอบฟังก์ชันนิยมแบบเดียว และฟังก์ชันฐานนิยมหลายตัว โดยใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการเปรียบเทียบอัลกอริทึม และรอบการฝึกอบรมที่ 5000 พบว่า

อัลกอริทึม MADDPG และ MASAC ให้คำตอบของสมการที่เข้าใกล้คำตอบศูนย์ และมีประสิทธิภาพของค่ารางวัลที่มากที่สุด โดยใช้พารามิเตอร์แลมบ์ดา (Lambda) มีค่า 1.00 ซึ่งสัมพันธ์กับอัลกอริทึม MAA2C และ MAA3C พารามิเตอร์แกมมา (Gamma) มีค่า 0.01 ซึ่งสัมพันธ์กับ MADDPG, MATD3 และ MASAC ผลการจำลองในการประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงลึกแบบเสริมกำลังหลายเอเจนต์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในไมโครกริด โดยใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการเปรียบเทียบ และรอบฝึกอบรมที่ 150 รอบ พบว่าอัลกอริทึม MADDPG ที่ให้ผลทดสอบในฟังก์ชันนิยมแบบเดียว และฟังก์ชันฐานนิยมหลายตัวที่มีผลลัพธ์ และมีประสิทธิภาพที่ดีนั้นไม่สามารถหาค่าที่เหมาะสมในไมโครกริดได้ ซึ่งอัลกอริทึมที่สามารถแสดงประสิทธิภาพได้ดีคือ MAA2C และ MASAC จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าอัลกอริทึมที่สามารถแสดงประสิทธิภาพได้ดีในเงื่อนไขพารามิเตอร์ที่เหมือนกัน รอบการฝึกอบรมที่ 5,000 รอบ และ 150 รอบ คืออัลกอริทึม MASAC ที่สามารถหาค่าที่เหมาะสมของสมการทดสอบและการหาขนาด ตำแหน่งของพลังงานหมุนเวียน ร่วมกับระบบกักเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา .....

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

NONTHAWAT KHORTSRIWONG: OPTIMAL ENERGY MANAGEMENT IN MICROGRID USING MULTI-AGENT DEEP REINFORCEMENT LEARNING TECHNIQUES. THESIS ADVISOR: ASST.PROF. BOONRUANG MARUNGSRI, D. Eng., 227 PP.

Keyword: Multi Agent Deep Reinforcement Learning/ Microgrid/ Energy Management System

This thesis proposes an optimal energy management strategy for microgrids, employing multi-agent deep reinforcement learning techniques MAA2 C, MAA3 C, MADDPG, MATD3, and MASAC algorithms. The study is divided into two main parts: 1) A comparative analysis aimed at identifying the optimal parameters using both Unimodal test function as well as Multimodal test function, and 2) An investigation into the application of multi-agent deep reinforcement learning to determine optimal placement and sizing of renewable resources and energy storage systems within the microgrids considering voltage regulation improvements, power loss reductions, and the cost-effectiveness of renewable energy systems and battery energy storage solutions. IEEE- 33 bus test system is used for the implementation of proposed algorithm. This simulation considers both residential and commercial load and forms four scenarios: 1) fully residential area load. 2) all commercial area loads. 3) Mixed residential and commercial area loads with commercial loads at nodes 23, 24, and 25. 4) Mixed residential and commercial area loads, with commercial areas encompassing nodes 23 through 33. The analytical strategy is to determine the effect of the integration of renewable energy resources and battery energy storage system on microgrid on voltage regulation and power loss in four cases: 1) Base case: calculating voltage regulation and power loss without electric vehicle charging station. 2) optimal sizing and placement of renewable resources without electric vehicle charging stations. 3) optimal placement and sizing of renewable resources with electric vehicles charging stations. And 4) optimal placement and sizing of renewable resources and battery

energy storage system with electric vehicle charging stations in microgrid. The simulation results from the comparative study using Unimodal test function equation and Multimodal function definitions, with optimal parameters and 5000 training iterations, reveal that the MADDPG and MASAC algorithms provide solutions that closely approach zero and achieve the highest reward efficiency. The parameter lambda was set to 1.00 for the MAA2C and MAA3C algorithms, while the parameter gamma was set to 0.01 for the MADDPG, MATD3, and MASAC algorithms. When applying the multi-agent deep reinforcement learning methodology with appropriate parameters and 150 training iterations, MADDPG algorithm failed to find optimal values in the microgrid even performing well in Unimodal function and Multimodal function tests. The algorithms that demonstrated good performance were MAA2C and MASAC. The study concludes that the MASAC algorithm consistently performs better under the same parameter conditions, with 5000 and 150 training iterations. MASAC effectively identifies optimal solutions for test equations and determines the sizing and location of renewable energy sources in conjunction with battery energy storage systems.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering
ปีการศึกษา 2023

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