

RANCANG BANGUN ROBOT PENGHISAP DEBU MENGUNAKAN NAVIGASI FUZZY DAN PEMETAAN PERGERAKAN HOLONOMIK

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di era 4.0 ini mendorong terciptanya berbagai perangkat cerdas yang mampu meringankan pekerjaan rumah tangga, termasuk di bidang kebersihan. Inovasi pesat ini membawa perubahan yang signifikan seperti robot penghisap debu. Robot penghisap debu adalah sebuah rancangan inovatif untuk memecahkan kebersihan secara otomatis. Pada penelitian ini bertujuan merancang robot penghisap debu menggunakan navigasi fuzzy Takagi-Sugeno dan pemetaan pergerakan holonomik. Inovasi ini dalam bidang otomasi yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pembersihan. Sistem ini mengintegrasikan beberapa komponen utama: Arduino Mega 2560 sebagai pengendali pusat, sensor debu DSM501A untuk mendeteksi tingkat debu dengan rentang 20-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk penghindaran rintangan pada jarak 5-60 cm. Sistem penggerak menggunakan motor driver L298N untuk mengontrol roda mecanum dengan nilai PWM 150-250, memungkinkan gerakan holonomik yang presisi dengan galat posisi 1.2% hingga 4.1%. Robot dapat bergerak dengan kecepatan 0.5 m/s pada kondisi tanpa rintangan dan menyesuaikan menjadi 0.3 m/s saat mendeteksi rintangan, dengan waktu respons sistem 1.5 detik. Hasil pengujian menunjukkan performa yang konsisten, dengan kecepatan maksimal mencapai 873.2 RPM tanpa beban dan 714.4 RPM dengan beban pada nilai PWM 250, sementara dalam pengujian gerakan holonomik, robot mendemonstrasikan akurasi tinggi dalam gerakan diagonal dan rotasi 360° dengan standar deviasi posisi hanya 0.7-1.5 cm. Sistem fuzzy Takagi-Sugeno berhasil mengklasifikasikan jarak rintangan menjadi tiga kategori (dekat, sedang, jauh) dan mengatur kecepatan motor antara 350-1100 RPM sesuai kondisi lingkungan, membuktikan bahwa integrasi antara algoritma fuzzy Takagi-Sugeno dan desain holonomik menghasilkan sistem robot penghisap debu yang efisien dan adaptif, mampu melakukan navigasi dan pembersihan secara efektif sambil mempertahankan presisi tinggi dalam menghindari rintangan.

Kata Kunci : *Robot Penghisap Debu, Navigasi Fuzzy, Pergerakan Holonomik, Roda Mecanum, Sensor DSM501A*

DESIGN OF A VACUUM CLEANER ROBOT USING FUZZY NAVIGATION AND HOLONOMIC MOVEMENT MAPPING

ABSTRACT

The development of technology in the 4.0 era has encouraged the creation of various smart devices that can lighten household chores, including in the field of cleaning. This rapid innovation brings significant changes such as vacuum cleaner robots. Vacuum cleaner robots are an innovative design to solve cleanliness automatically. This study aims to design a vacuum cleaner robot using Takagi-Sugeno fuzzy navigation and holonomic movement mapping. This innovation is in the field of automation designed to increase efficiency and accuracy in the cleaning process. This system integrates several main components: Arduino Mega 2560 as a central controller, DSM501A dust sensor to detect dust levels with a range of 20-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and HC-SR04 ultrasonic sensor for obstacle avoidance at a distance of 5-60 cm. The drive system uses an L298N motor driver to control the mecanum wheel with a PWM value of 150-250, enabling precise holonomic movement with a position error of 1.2% to 4.1%. The robot can move at a speed of 0.5 m/s in the absence of obstacles and adjusts to 0.3 m/s when detecting obstacles, with a system response time of 1.5 seconds. The test results showed consistent performance, with a maximum speed of 873.2 RPM without load and 714.4 RPM with load at PWM 250, while in the holonomic motion test, the robot demonstrated high accuracy in diagonal movement and 360° rotation with a position standard deviation of only 0.7-1.5 cm. The Takagi-Sugeno fuzzy system successfully classified the obstacle distance into three categories (near, medium, far) and adjusted the motor speed between 350-1100 RPM according to environmental conditions, proving that the integration of the Takagi-Sugeno fuzzy algorithm and holonomic design produces an efficient and adaptive vacuum cleaner robot system, capable of effective navigation and cleaning while maintaining high precision in avoiding obstacles.

Keywords : *Vacuum Cleaner Robot, Fuzzy Navigation, Holonomic Motion, Mecanum Wheels, DSM501A Sensor*

