

THỰC NGHIỆM HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ TRONG MÔI TRƯỜNG PHỨC TẠP

EXPERIMENT ON THE NAVIGATION SYSTEM IN THE COMPLICATED ENVIRONMENT

Nguyễn Minh Giảng^{1,2}, Ngô Hà Quang Thịnh^{1,2}

¹Sinh viên Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

²Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Nghiên cứu này đề cập đến việc sử dụng thuật toán định vị trong môi trường không biết trước. Điều này hoàn toàn phù hợp với thực tiễn vì trong các tình huống đột xuất hay nguy hiểm, môi trường xung quanh luôn thay đổi và biến động. Phương pháp tính toán được trình bày từ khái niệm cho đến ứng dụng, giúp người đọc dễ dàng nắm bắt. Để chứng minh tính đúng đắn cũng như hiệu quả của thiết kế, một số thực nghiệm được ghi nhận. Từ đó, khả năng ứng dụng của nghiên cứu vào thực tế trong các lĩnh vực như robot, tự động hoá hay cứu hộ cứu nạn.

Từ khóa: *Lập trình hướng đối tượng; Tính toán thông minh; Thiết kế phần mềm; Robot.*

ABSTRACT

This study deals with the use of a positioning algorithm in an unknown environment. This is completely consistent with practice because in unexpected or dangerous situations, the surrounding environment is always changing and fluctuating. Calculation methods are presented from concept to application, making it easy for readers to grasp. To prove the correctness and effectiveness of the design, several experiments are recorded. Since then, the applicability of the research to practice in fields such as robotics, automation or rescue.

Keywords: *Oriented programming; Intelligent computation; Software design; Robot.*

1. PHẦN GIỚI THIỆU

Tại mỗi lần đến bệnh viện hoặc trung tâm lâm sàng, chúng ta thường cố gắng bỏ lại mọi thứ, nếu có thể. Điều này là do sự nguy hiểm của các vi khuẩn, virus lây bệnh. Nó có thể là MRSA (Methicillin-resistant Staphylococcus aureus), C. diff. (Clostridium difficile), VRE (Vancomycin-resistant enterococci) và cũng có

thể là SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 gây ra bệnh viêm đường hô hấp cấp và đã trở thành một đại dịch toàn cầu [1]). Những vi sinh vật này có khả năng kháng kháng sinh, và thường được gọi là siêu vi khuẩn. Do hậu quả của việc nhiễm các mầm bệnh này thường gây ra những hậu quả nghiêm trọng về sức khỏe, thậm chí là tử vong. Những vi khuẩn, virus này là vấn đề lớn và làm

tổn kém đáng kể chi phí của ngành y tế hiện đại. Làm sạch và khử trùng là tốn kém và không đủ hiệu quả do các khu vực không thể tiếp cận. Có nhiều cách truyền bệnh, vì các nghiên cứu đã chỉ ra rằng các bề mặt tiếp xúc như: giường bệnh, tay nắm cửa hoặc tủ, nút để gọi trợ giúp, là những vật dụng tưởng như vô hại nhưng thực tế nó là đối tượng trung gian gây lây bệnh giữa người với người vì các vi khuẩn, virus có thể bám vào những vật này từ những người bị bệnh rồi vô tình lây nhiễm tới những người khác mà không hề hay biết.

Thực tiễn trên đặt ra yêu cầu cấp bách về việc chế tạo robot có khả năng tự động diệt khuẩn, không chỉ để bảo vệ đội ngũ cán bộ y tế; giúp họ tránh và giảm thiểu đến mức tốt nhất (có thể) việc tiếp xúc trực tiếp với môi trường truyền nhiễm; mà còn giảm thiểu sự thiếu hụt nguồn nhân lực trong công tác diệt khuẩn tại các môi trường nhiều khả năng truyền nhiễm như khu cách ly và bệnh viện điều trị người nhiễm khuẩn.

Trong đó, robot khử trùng UV-C cung cấp một biện pháp hiệu quả và kinh tế trong việc hạn chế sự lây lan của vi khuẩn, virus. Hiệu quả ở đây được thể hiện ở chỗ là khả năng diệt khuẩn của tia UV đã được kiểm định và thử nghiệm bởi nhiều chuyên gia trong lĩnh vực và được ứng dụng nhiều trong thực tế [2], [3], [4]. Kinh tế được thể hiện ở chỗ, với một robot khử khuẩn bằng tia UV có thể di chuyển tới được nhiều phòng, địa điểm để diệt khuẩn thay vì sử dụng các phương pháp truyền thống là tất cả các phòng đều phải lắp đặt hệ thống diệt khuẩn bằng tia UV, do đó việc sử dụng robot diệt khuẩn bằng tia UV thì chi phí sẽ giảm đi rất nhiều.

2. GIỚI THIỆU VỀ TIA UV ĐỂ KHỬ KHUẨN

Tia cực tím là bức xạ điện từ có bước sóng ngắn hơn ánh sáng nhìn thấy được. Tia

UV có thể được chia thành các phạm vi khác nhau, với các tia cực tím có bước sóng ngắn (UVC) được coi là "germicidal UV" (tia UV diệt trùng). Ở bước sóng nhất định, UV gây đột biến vi khuẩn, virus và các vi sinh vật khác. Đặc biệt, ở các bước sóng khoảng 260 nm 270 nm, UV phá vỡ liên kết trong phân tử DNA vi sinh vật, tạo ra dimer thymine có thể giết chết hoặc vô hiệu hóa các vi sinh vật. Quá trình này tương tự như việc các bước sóng dài hơn (UVB) làm cháy nắng ở người. Vi sinh vật có ít sự bảo vệ khỏi tia cực tím và không thể tồn tại kéo dài tiếp xúc với nó.

Khử trùng bằng tia cực tím (UVGI) là một phương pháp khử trùng sử dụng tia cực tím (UV-C) để giết hoặc làm bất hoạt các vi sinh vật bằng cách phá hủy các acid nucleic và phá hoại DNA của chúng, khiến chúng không thể thực hiện chức năng tế bào quan trọng. UVGI được sử dụng trong một loạt các ứng dụng, chẳng hạn như thực phẩm, không khí và lọc nước.

3. MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC

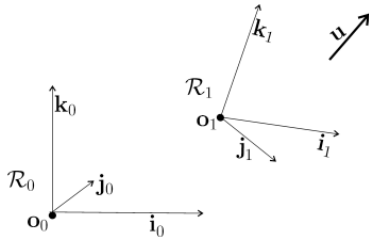
Có nhiều phương pháp để ước lượng tọa độ của robot. Trong đó, phương pháp đơn giản nhất là ước lượng tọa độ từ giá trị hồi tiếp của encoder và có thể kết hợp thêm cảm biến quán tính (inertial measurement unit). Ngoài ra, ROS còn hỗ trợ việc ước lượng tọa độ bằng thị giác - visual odometry. Đây là phương pháp xử lý ảnh màu point cloud RGBXYZ để tìm các điểm đặc trưng trong tương ứng trong các khung ảnh và ước lượng độ dịch chuyển của robot dựa vào thông số không gian của các điểm đó. Phương pháp này có độ chính xác phụ thuộc vào môi trường, ví dụ như một căn phòng có nhiều vật dụng sẽ tìm được nhiều điểm đặc trưng hơn một hành lang, ngoài ra, khối lượng tính toán từ phương pháp này rất lớn.

Gọi $R_0(O_0, i_0, j_0, k_0)$ và $R_1(O_1, i_1, j_1, k_1)$ là 

hai hệ trục tọa độ và u là vectơ được mô tả như hình dưới mà ta có mối quan hệ:

$$u = x_0 i_0 + y_0 j_0 + z_0 k_0 = x_1 i_1 + y_1 j_1 + z_1 k_1 \quad (1)$$

Trong đó, (x_0, y_0, z_0) và (x_1, y_1, z_1) là tọa độ của vectơ u trong R_0 và R_1 .



Hình 1. Hệ tọa độ của vectơ u trong R_0 và R_1 .

Với bất kì một vectơ v nào, ta luôn có:

$$\langle x_0 i_0 + y_0 j_0 + z_0 k_0, v \rangle = \langle x_1 i_1 + y_1 j_1 + z_1 k_1, v \rangle \quad (2)$$

Với $v = (i_0, j_0, k_0)$, ta có:

$$\begin{cases} \langle x_0 i_0 + y_0 j_0 + z_0 k_0, i_0 \rangle = \langle x_1 i_1 + y_1 j_1 + z_1 k_1, i_0 \rangle \\ \langle x_0 i_0 + y_0 j_0 + z_0 k_0, j_0 \rangle = \langle x_1 i_1 + y_1 j_1 + z_1 k_1, j_0 \rangle \\ \langle x_0 i_0 + y_0 j_0 + z_0 k_0, k_0 \rangle = \langle x_1 i_1 + y_1 j_1 + z_1 k_1, k_0 \rangle \end{cases} \quad (3)$$

Vì vectơ đơn vị (i_0, j_0, k_0) của hệ tọa độ R_0 đôi một trực giao nên $\langle i_0, i_0 \rangle = \langle j_0, j_0 \rangle = \langle k_0, k_0 \rangle = 1$ và $\langle i_0, j_0 \rangle = \langle j_0, k_0 \rangle = \langle i_0, k_0 \rangle = 0$, vì vậy ta được:

$$\begin{cases} x_0 = x_1 \cdot \langle i_1, i_0 \rangle + y_1 \cdot \langle j_1, i_0 \rangle + z_1 \cdot \langle k_1, i_0 \rangle \\ y_0 = x_1 \cdot \langle i_1, j_0 \rangle + y_1 \cdot \langle j_1, j_0 \rangle + z_1 \cdot \langle k_1, j_0 \rangle \\ z_0 = x_1 \cdot \langle i_1, k_0 \rangle + y_1 \cdot \langle j_1, k_0 \rangle + z_1 \cdot \langle k_1, k_0 \rangle \end{cases} \quad (4)$$

Hoặc ở dạng ma trận:

$$\begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \langle i_1, i_0 \rangle & \langle j_1, i_0 \rangle & \langle k_1, i_0 \rangle \\ \langle i_1, j_0 \rangle & \langle j_1, j_0 \rangle & \langle k_1, j_0 \rangle \\ \langle i_1, k_0 \rangle & \langle j_1, k_0 \rangle & \langle k_1, k_0 \rangle \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Theo đó, ta có:

$$\begin{pmatrix} x_{k+1} \\ y_{k+1} \\ z_{k+1} \end{pmatrix} = R(\varphi, \theta, \psi) \begin{pmatrix} \Delta^m x_k \\ \Delta^m y_k \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_k \\ y_k \\ z_k \end{pmatrix}$$

Trong đó, $R(\varphi, \theta, \psi)$ là ma trận xoay lần lượt theo ba trục x, y, z theo ba góc φ, θ, ψ .

$$R(\varphi, \theta, \psi) = \begin{pmatrix} \cos \psi & -\sin \psi & 0 \\ \sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & -\sin \varphi \\ 0 & \sin \varphi & \cos \varphi \end{pmatrix}$$

Một ma trận $S_{n \times n}$ gọi là ma trận đối xứng nếu $S + S^T = 0$, khi đó ta có $s_{ij} + s_{ji} = 0$, $i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$.

$$\Rightarrow s_{ii} = 0 \text{ và } s_{ij} = -s_{ji} \text{ với } i \neq j.$$

Với ma trận 3×3 , ta có:

$$S = \begin{pmatrix} 0 & -s_3 & s_2 \\ s_3 & 0 & -s_1 \\ -s_2 & s_1 & 0 \end{pmatrix}$$

Với vectơ $\omega = (\omega_x, \omega_y, \omega_z)$, ta có:

$$S_\omega = \begin{pmatrix} 0 & -\omega_z & \omega_y \\ \omega_z & 0 & -\omega_x \\ -\omega_y & \omega_x & 0 \end{pmatrix}$$

Với một ma trận xoay, ta có $R \cdot R^T = I$, ta được:

$$\dot{R} \cdot R^T + R \cdot \dot{R}^T = 0 \quad (6)$$

Vì vậy, $\dot{R} \cdot R^T$ là một ma trận đối xứng (thỏa mãn $S^T = -S$ nên các phần tử trên đường chéo chính bằng 0 và có $s_{ij} = s_{ji}$), vì vậy chúng ta có thể viết với R là ma trận 3×3 .

$$\dot{R} \cdot R^T = \begin{pmatrix} 0 & -\omega_z & \omega_y \\ \omega_z & 0 & -\omega_x \\ -\omega_y & \omega_x & 0 \end{pmatrix}$$

Ta có:

$$\dot{R} \cdot R^T = \frac{d}{dt} (R_\psi \cdot R_\theta \cdot R_\varphi) \cdot R_\varphi^T \cdot R_\theta^T \cdot R_\psi^T$$

Trong đó, $R_\varphi, R_\theta, R_\psi$ lần lượt là ba ma trận xoay lần lượt theo ba trục x, y, z theo ba góc φ, θ, ψ .

4. GIẢI THUẬT ĐỊNH VỊ

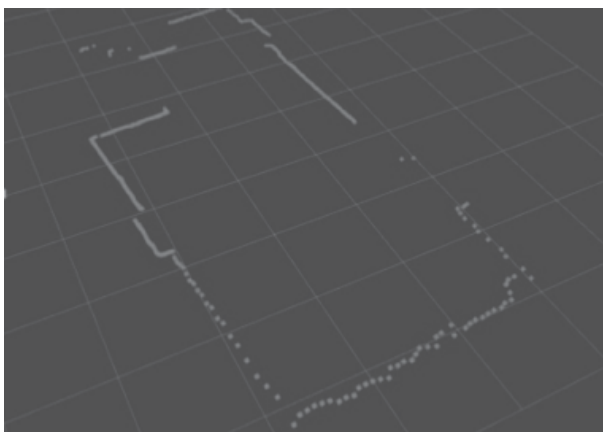
Để có thể xây dựng được bản đồ 2D nhằm cung cấp một bản đồ tĩnh để cung cấp cho mục đích điều hướng thì có một package Gmapping được hỗ trợ trên nền tảng ROS. Đối với gmapping thì nó yêu cầu một dữ liệu odometry (dữ liệu vị trí của robot) và một cảm biến laser rangefinder (dữ liệu về vật cản). Với yêu cầu này, dữ liệu odometry lấy từ encoder và dữ liệu laser rangefinder được lấy từ cảm biến Hokuyo URG-04LX-UG01 như đã trình bày ở phần trên. Sau đây là các bước để xây dựng bản đồ. Hãng HOKUYO đã phát hành package urg_node để giao tiếp cảm biến laser với ROS nên ta chỉ cần cấu hình một vài thông số để giao tiếp như sau:

```
<node name="urg_node" pkg="urg_node"
type="urg_node" output="screen">
<param name="serial_port" value="/dev/
ttyACM0"/>
<param name="serial_baud" value="115200"/>
```

Trong đó:

Node urg_node sẽ chứa các thông tin khai báo để đọc dữ liệu từ cảm biến laser.

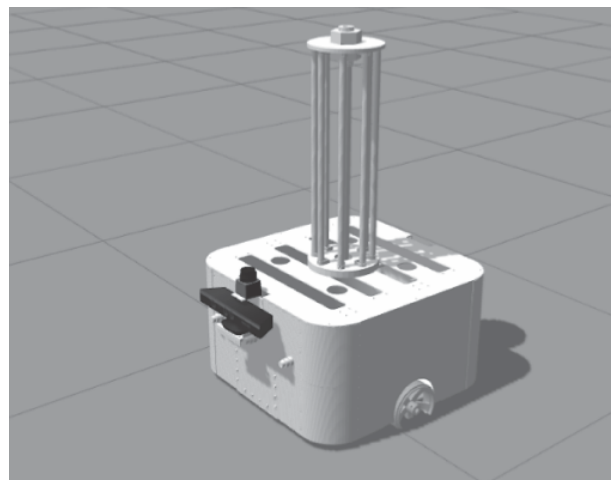
Serial_port khai báo cổng serial dùng để giao tiếp với laptop.



Hình 2. Bản đồ được xây dựng bằng thuật toán

5. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XÁC MINH

Quá trình thực nghiệm thực hiện thử nghiệm trong không gian nghiên cứu phát triển và chuyển giao công nghệ tại Xưởng C1, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh. Trong không gian gồm 06 phòng tất cả, nhưng vì do không mượn được tất cả các phòng nên khu vực thực nghiệm chỉ thực nghiệm trong 02 phòng. Bên cạnh đó, nhóm còn bố trí các bàn ghế làm thêm vật cản. Robot UV diệt khuẩn như Hình 3 sẽ được kiểm tra khả năng vẽ bản đồ 2D, khả năng tránh vật cản và tìm đường đi đến đích, cách hoạt động của đèn UV.



Hình 3. Thử nghiệm phương pháp để xuất



Hình 4. Kết quả định vị



Sau khi điều khiển robot di chuyển khắp phòng thì nhóm thu được bản đồ như Hình 4. Vật cản gồm tường, bàn, ghế là những đường viền màu đen. Vùng màu trắng là vùng robot có thể tự do di chuyển.

6. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, thiết kế thuật toán định vị trong môi trường không biết trước là cấp thiết và phù hợp trong bối cảnh hệ thống robot và tự động hoá được phổ biến. Phát triển phần mềm bao gồm mô hình động học, thuật toán định vị sử dụng lidar giúp cho độ phân giải và tính chính xác của phương pháp được cải thiện. Một số thử nghiệm trong phòng thí nghiệm được thực hiện để kiểm chứng lại tính ứng dụng trong thế giới thực. Qua đó, thiết kế được đề xuất đã chứng tỏ tính hiệu quả và khả thi.

Lời cảm ơn:

Nghiên cứu này, do Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh tài trợ theo mã số đề tài SVKSTN-2021-CK-37. Chúng tôi cảm ơn sự hỗ trợ về thời gian và cơ sở vật chất của Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh cho nghiên cứu này. ❖

Ngày nhận bài: **01/3/2022**

Ngày phản biện: **15/3/2022**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Velavan, T. P., & Meyer, C. G. (2020). *The COVID-19 epidemic*. Tropical medicine & international health, 25(3), 278.
- [2]. Linden, K. G., Shin, G. A., Faubert, G., Cairns, W., & Sobsey, M. D. (2002). *UV disinfection of Giardia lamblia cysts in water*. Environmental science & technology, 36(11), 2519-2522.
- [3]. Hassen, A., Mahrouk, M., Ouzari, H., Cherif, M., Boudabous, A., & Damelincourt, J. J. (2000). *UV disinfection of treated wastewater in a large-scale pilot plant and inactivation of selected bacteria in a laboratory UV device*. Bioresource Technology, 74(2), 141-150.
- [4]. Jolis, D., Lam, C., & Pitt, P. (2001). *Particle effects on ultraviolet disinfection of coliform bacteria in recycled water*. Water Environment Research, 73(2), 233-236.