

**Purpose: Điều khiển động cơ servo trong mô hình bãi giữ xe thông minh**

## **I. Constraint Issues**

**Giới hạn về tài nguyên phần cứng:**

- **Công suất xử lý:** Vi điều khiển có thể không đủ mạnh để xử lý nhiều cảm biến, điều khiển nhiều động cơ, thực hiện các thuật toán phức tạp cùng lúc, đặc biệt khi số lượng chỗ đỗ xe và xe tăng lên.
- **Bộ nhớ:** Hạn chế về RAM và bộ nhớ flash có thể giới hạn khả năng lưu trữ nhật ký sự kiện, dữ liệu lịch sử hoặc các tính năng phức tạp hơn.
- **Số lượng chân GPIO:** Có thể không đủ để kết nối với số lượng lớn cảm biến, đèn LED, màn hình và động cơ nếu mở rộng quy mô.

**Giới hạn của cảm biến:**

- **Phạm vi và độ chính xác của cảm biến siêu âm:** Cảm biến siêu âm có thể có phạm vi giới hạn, dễ bị nhiễu bởi các vật cản không mong muốn, nhiệt độ, độ ẩm, hoặc không phát hiện được các loại xe có hình dạng đặc biệt.
- **Điều kiện môi trường:** Các cảm biến có thể bị ảnh hưởng bởi mưa, bụi, ánh sáng mặt trời trực tiếp sương mù, làm giảm độ chính xác hoặc gây ra lỗi.

**Giới hạn của bộ truyền động:**

- **Tốc độ đóng/mở:** Thanh chắn có thể đóng/mở quá chậm, gây tắc nghẽn giao thông hoặc không kịp phản ứng với xe đi qua nhanh.
- **Độ bền:** Động cơ servo hoặc động cơ DC điều khiển thanh chắn có thể không đủ mạnh hoặc không bền bỉ để hoạt động liên tục trong môi trường thực tế, dễ bị hỏng hóc do va chạm hoặc sử dụng quá mức.

**Giới hạn về nguồn điện:**

- **Công suất tiêu thụ:** Hệ thống có thể tiêu thụ nhiều điện năng, đòi hỏi nguồn điện ổn định và đủ lớn, đặc biệt nếu có nhiều đèn LED, màn hình và động cơ.
- **Dự phòng điện:** Thiếu nguồn điện dự phòng (pin, UPS) có thể khiến hệ thống ngừng hoạt động hoàn toàn khi mất điện.

## **II. Functional Issues**

**Hiện thị trạng thái sai:**

- Hệ thống hiển thị "Chỗ trống" khi bãi đã đầy hoặc "Đầy" khi còn chỗ trống.

- Đếm sai số lượng xe ra/vào, dẫn đến thông tin không chính xác về số chỗ trống.

#### **Thanh chắn hoạt động không chính xác:**

- **Không mở:** Thanh chắn không mở khi xe đến (hoặc đã trả phí, nếu có).
- **Mở không đúng lúc:** Thanh chắn mở khi không có xe hoặc mở cho xe không được phép.
- **Không đóng/Đóng sớm:** Thanh chắn không đóng sau khi xe qua hoặc đóng quá sớm, va vào xe.
- **Kẹt/Lỗi cơ học:** Thanh chắn bị kẹt ở vị trí mở hoặc đóng do lỗi cơ học hoặc động cơ.

#### **Lỗi cảm biến:**

- **Không phát hiện xe:** Cảm biến không phát hiện được xe đang đến hoặc đang ở trong chỗ đỗ.
- **Phát hiện sai:** Cảm biến phát hiện "bóng ma" (không có xe nhưng báo có) hoặc nhầm lẫn vật thể khác với xe.
- **Đếm lặp:** Cảm biến phát hiện một xe nhiều lần khi xe di chuyển chậm hoặc dừng lại, gây sai lệch số liệu.

### **III. Real-time Issues**

#### **Độ trễ phản hồi của thanh chắn:**

- Thời gian từ khi cảm biến phát hiện xe đến khi thanh chắn bắt đầu mở hoặc đóng quá lâu, khiến tài xế phải chờ đợi, gây ùn tắc hoặc thậm chí va chạm với thanh chắn.

#### **Tốc độ lấy mẫu cảm biến:**

- Nếu cảm biến lấy mẫu quá chậm, hệ thống có thể bỏ lỡ một xe di chuyển nhanh qua điểm phát hiện.
- Nếu lấy mẫu quá nhanh, có thể tiêu tốn tài nguyên xử lý không cần thiết.

#### **Độ trễ cập nhật trạng thái:**

- Màn hình LCD hiển thị thông tin về số chỗ trống bị chậm so với trạng thái thực tế, gây nhầm lẫn cho người lái.

#### **Quá tải hệ thống:**

- Khi có quá nhiều sự kiện xảy ra cùng lúc (nhiều xe ra vào nhanh chóng), vi điều khiển có thể không xử lý kịp, dẫn đến bỏ lỡ dữ liệu, phản hồi chậm hoặc đóng băng hệ thống.

#### **IV. Concurrent Issues:**

##### **Xung đột tại lối vào/ra:**

- Hai xe cùng lúc: Hai xe cố gắng vào hoặc ra cùng một lối (nếu chỉ có một lối duy nhất) hoặc hai xe ở hai lối khác nhau nhưng hệ thống chỉ xử lý được một.
- Xe vào và xe ra: Một xe muốn vào trong khi một xe khác muốn ra (qua cùng một thanh chắn), gây ra tình trạng khó xử lý hoặc lỗi logic.

##### **Tranh chấp tài nguyên:**

- Cảm biến: Hai hoặc nhiều tác vụ cố gắng đọc dữ liệu từ cùng một cảm biến tại cùng một thời điểm, có thể gây ra dữ liệu không nhất quán.
- Thanh chắn: Nhiều yêu cầu điều khiển thanh chắn từ các tác vụ khác nhau có thể gây ra lỗi (ví dụ: một yêu cầu mở, một yêu cầu đóng).
- Màn hình LCD: Hai tác vụ cố gắng ghi thông tin lên màn hình LCD cùng lúc, dẫn đến hiển thị lỗi hoặc thông tin bị ghi đè.

#### **V. Reactive Issues:**

##### **Phản ứng với lỗi cảm biến:**

- Khi cảm biến siêu âm bị hỏng, bị che khuất hoặc đưa ra các giá trị không hợp lệ liên tục, hệ thống có phản ứng gì? Nó có chuyển sang chế độ an toàn, thông báo lỗi, hay ngừng hoạt động?

##### **Phản ứng với mất điện:**

- Khi mất nguồn điện, hệ thống có bị reset hoàn toàn không? Có lưu trạng thái cuối cùng không? Thanh chắn có ở trạng thái an toàn (ví dụ: tự động mở) hay bị khóa cứng?
- Khi có điện trở lại, hệ thống có tự khởi động lại và khôi phục trạng thái đúng không?

##### **Phản ứng với điều kiện môi trường bất thường:**

- Ví dụ: mưa lớn, gió mạnh (ảnh hưởng thanh chắn), nhiệt độ quá cao/thấp. Hệ thống có cơ chế bảo vệ hoặc điều chỉnh để duy trì hoạt động không?

**Phản ứng với sự cố phần mềm:**

- Nếu phần mềm bị lỗi, vòng lặp vô hạn, hoặc hệ thống bị treo, có cơ chế watchdog timer để reset hoặc phục hồi không ?