



Robot Móvil con Protocolo de Autenticación Biométrica Dual

Visión por computadora

EMMANUEL BERMONT SALAZAR



Propuesta de Proyecto: Robot Móvil con Protocolo de Autenticación Biométrica Dual

1. Justificación

En el contexto de la Industria 4.0, la interacción humano-robot en líneas de producción autónomas demanda mecanismos de control que sean eficientes y, fundamentalmente, seguros. Los sistemas de operación robótica que dependen de comandos de voz simples son susceptibles a riesgos de seguridad críticos, como la activación accidental o maliciosa por parte de personal no autorizado.

Un riesgo particular es el **ataque de reproducción (replay attack)**, donde una grabación de la voz de un operador legítimo podría ser utilizada para suplantar su identidad y ejecutar comandos peligrosos. De igual manera, la autenticación facial simple es vulnerable a **ataques de suplantación (spoofing)** mediante el uso de fotografías o videos.

Este proyecto se justifica al desarrollar un sistema de control biométrico dual que mitiga estos riesgos. Al requerir la validación simultánea de la **identidad facial** del operador (autenticación) y el **movimiento de sus labios** (detección de vida o *liveness detection*), el sistema asegura que el comando es emitido tanto por la persona correcta como en tiempo real, previniendo la suplantación. La integración de este protocolo en un robot móvil demuestra una solución práctica y robusta para la operación segura en entornos industriales automatizados.



2. Objetivo General

Desarrollar e implementar un prototipo funcional de un robot móvil de 4 motores, cuyo sistema de control responda únicamente a comandos de voz de un operador pre-autorizado. La aceptación de dichos comandos estará supeditada a un protocolo de seguridad de doble validación, que consiste en el reconocimiento facial positivo del operador y la detección simultánea de movimiento labial (detección de vida), antes de procesar y ejecutar la instrucción de voz.

3. Alcances Específicos (Entregables)

El proyecto se divide en tres módulos principales: Software (Procesamiento), Hardware (Plataforma Móvil) e Integración.

Módulo de Software (Procesamiento Central)

1. **Registro de Operador:** Se desarrollará un *script* para registrar la "huella facial" de un (1) "**Operador Maestro**" autorizado, almacenándola como referencia.
2. **Identificación Facial:** El sistema implementará, mediante una cámara y OpenCV, un reconocimiento facial en tiempo real para verificar si el rostro detectado pertenece al Operador Maestro.
3. **Detección de Movimiento Labial (Anti-Spoofing):**
 - Se utilizará la librería dlib o Mediapipe para detectar puntos clave faciales (*facial landmarks*) en tiempo real.
 - Se implementará un algoritmo que mida la distancia vertical entre los puntos clave de los labios para determinar si el operador está "**hablando**" (movimiento detectado) o en silencio.
4. **Reconocimiento de Comandos de Voz:**
 - Se integrará la librería SpeechRecognition para capturar y transcribir el audio del micrófono.

- El sistema solo activará el micrófono **SI Y SOLO SI** las dos condiciones anteriores (rostro de Operador Maestro Y movimiento de labios) se cumplen simultáneamente.
5. **Lógica de Comandos:** Se definirá un diccionario de comandos de voz básicos (ej. "AVANZA", "DETENTE", "GIRA DERECHA", "GIRA IZQUIERDA").

Módulo de Hardware (Plataforma Móvil)

1. **Ensamblaje del Robot:** Se construirá un chasis de robot móvil simple.
2. **Actuadores:** Se integrarán **cuatro (4) motores DC** con sus respectivas ruedas.
3. **Control:** Se utilizará un **microcontrolador** (ej. Arduino UNO o ESP32) y un **controlador de motores** (ej. Puente H L298N) para gestionar la lógica de bajo nivel del movimiento (activación y dirección de los motores).

Módulo de Integración (Comunicación)

1. **Comunicación PC-Robot:** Se establecerá una comunicación serial (vía USB o Bluetooth) entre la computadora (que ejecuta el *script* de Python/OpenCV) y el microcontrolador del robot.
2. **Protocolo de Control:** El *script* de Python, tras validar exitosamente al operador y el comando, enviará una señal de control simple (ej. un carácter como 'F', 'S', 'R', 'L') al microcontrolador.
3. **Ejecución Física:** El microcontrolador recibirá la señal y ejecutará la rutina de movimiento correspondiente en los 4 motores.