



SENSO LINK - SISTEMA INTEGRADO DE BASTÓN CON SENsoRES Y APLICACIÓN PARA PERSONA CON SÍNDROME DE CHARGE CON PROBLEMAS SENSORIALES

Daniel Rodriguez, Leonardo Ramirez, Oliver Rimapa y Gabriel Rodriguez Marujo

¹Fundamentos de Biodiseño 2025-2, Ingeniería Biomedica, Facultad de Ciencias e Ingeniería



Analisis del caso/problematica

Paciente:

Piero Franco Zapata, varón de 23 años, diagnosticado con **Síndrome CHARGE**, una enfermedad genética multisistémica de baja prevalencia ($\approx 1:10000$ nacidos vivos), asociada principalmente a mutaciones del gen **CHD7** localizado en el cromosoma 8q12.2. [1]

Diagnóstico:

- Síndrome CHARGE:** colobomas oculares bilaterales, ceguera total (OI) y baja visión (OD).
- Hipoacusia neurosensorial bilateral:** (moderada OD, severa OI).
- Cirugía de escoliosis dorsolumbar (D3-L4):** rigidez postural y fatiga.
- Déficit vestibular:** dificultad de equilibrio.
- Estado actual: clínicamente estable, pero con dependencia sensorial y emocional al desplazarse solo.

Principal frustración: "No puedo ver correctamente".

Objetivos

Necesidad identificada: "Falta de capacidad sensorial para realizar actividades cotidianas fuera de casa, especialmente derivada de su discapacidad visual y auditiva combinada."

Objetivo: Diseñar un prototipo que se adapte a las herramientas que ya usa (bastón) para que se sienta más seguro al momento de desplazarse por la calle y su universidad.

Requerimientos de diseño

Funcionales (F):

- Detección de obstáculos en rango cercano** (0.2 m a 3 m).
- Retroalimentación haptica direccional** según proximidad/dirección del obstáculo.
- Sincronización bastón-sistema integrado - App:** mediante comunicación inalámbrica (p. ej. Bluetooth).
- Modo bajo consumo de energía** para prolongar autonomía.
- Calibración del usuario** (ajuste de sensibilidad, zonas de vibración).

No funcionales (NF):

- Peso máximo:** < 500 g adicionales (bastón + sistema integrado).
- Tiempo de respuesta:** latencia < 100 ms.
- Durabilidad:** resistente a impactos leves, uso diario.
- Facilidad de uso:** interfaz mínima, intuitiva.
- Costo objetivo:** menor que tecnologías altas (e.g. < US\$ 500).

Diseño/Prototipado

Solución: SENSO-LINK

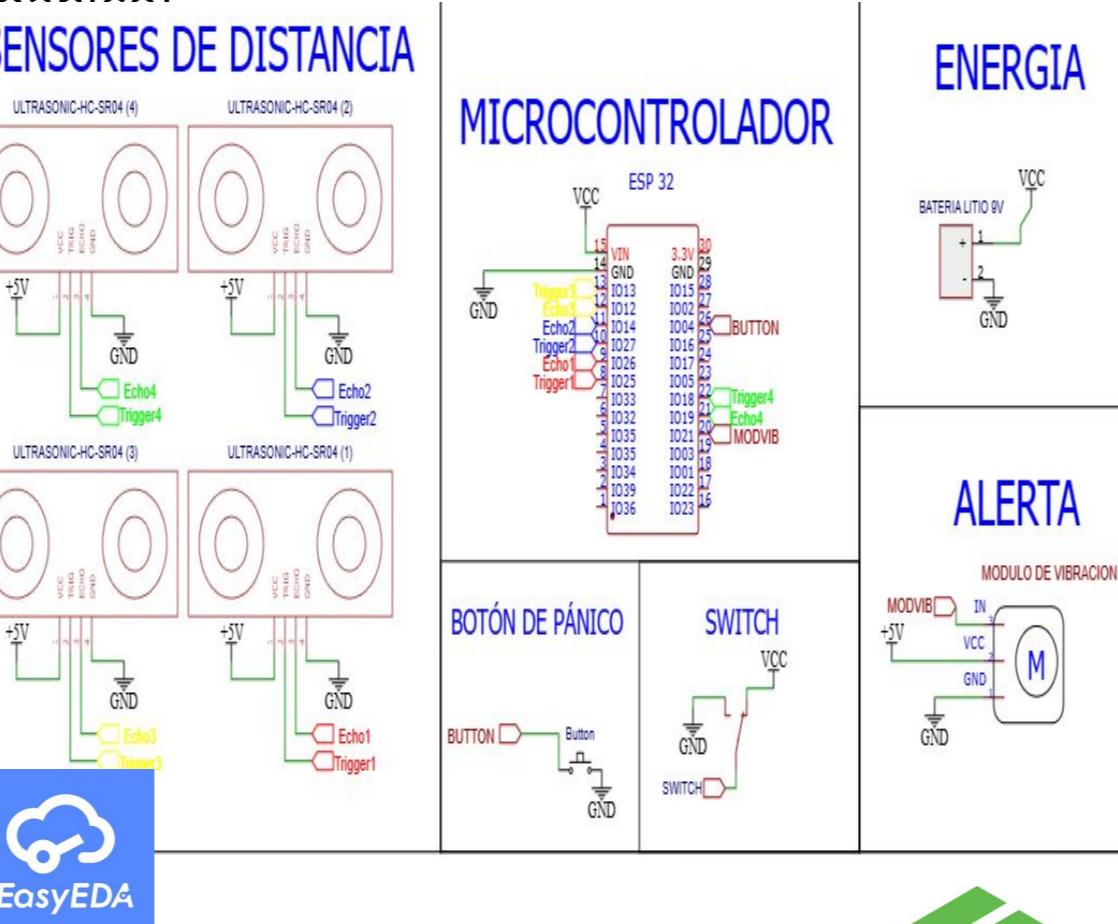
Sistema de navegación táctil con sensores ultrasónicos integrados al bastón.

¿Cómo funciona?

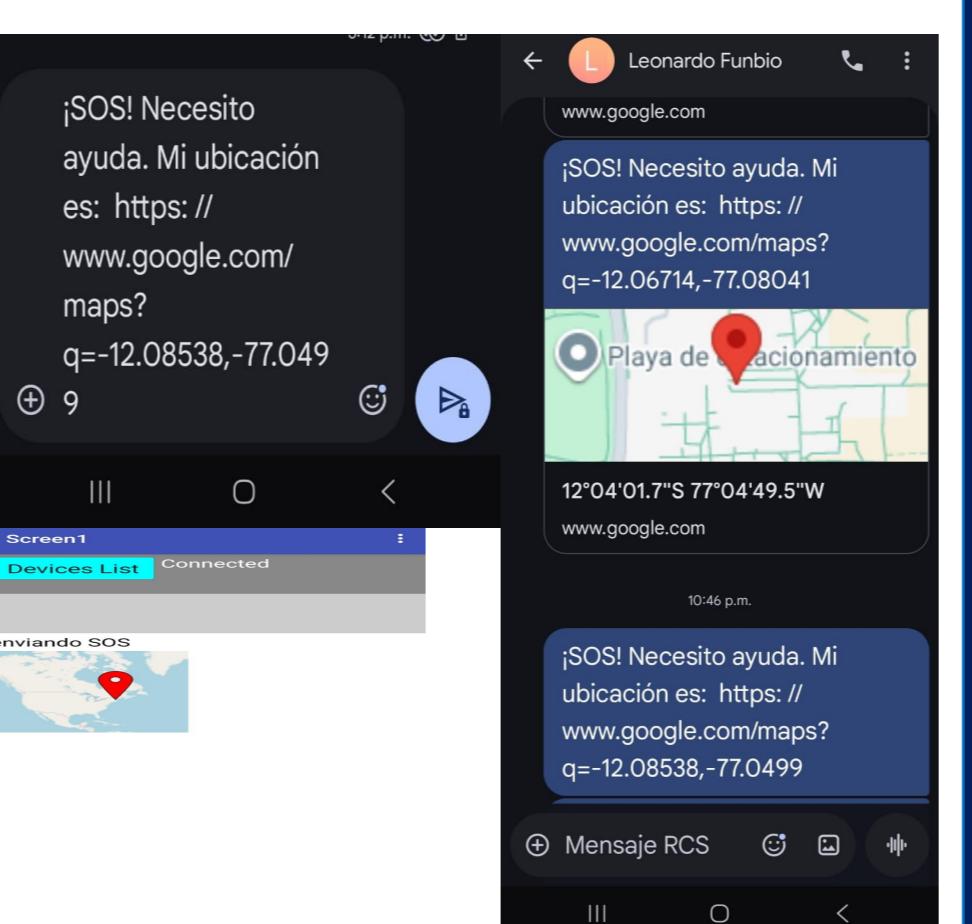
- Usa 4 sensores, el primera con dirección hacia abajo el cual mide la distancia de SENSO-LINK al suelo y esta medida, activa a los otros sensores(1 frontal,2 laterales) para que detecten los obstáculos)
- La información se procesa en tiempo real con un microcontrolador.
- Un módulo vibrador alerta a Piero con patrones táctiles intuitivos según la dirección del obstáculo.

Pasos:

1.- Hardware: (Componentes electrónicos)



2.- Software: (Aplicación - Botón de SOS)



3.- Manufactura Digital: (Case)



Resultados y Discusión

Limitaciones:

Duración de la batería	Entre 2 a 3h vibrando constantemente y unas 4 si no llega a detectar nada por grandes períodos de tiempo
Visión limitada	Por el mismo planteamiento solo compara el terreno en 3 direcciones, a futuro con sensores de mayor rango se espera poder abarcar un mayor rango
El botón de emergencia aún requiere participación del paciente	El SMS aún no se envía automáticamente
Aún ocupa mucho espacio	Por el planteamiento actual del proyecto no es posible reducir su tamaño pero se espera volverlo un aditamento discreto para cualquier bastón

Posibles Mejoras:

- Sensores de mayor área
- Case adaptable a diferentes tamaños
- Mayor duración de la batería
- Aplicación sin restricción a la hora de enviar SMS
- Botón de mayor presencia
- Case más compacto y estético

Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, nuestro prototipo tiene bien definido el objetivo de ser un sistema integrado que se pueda adaptar a cualquier tipo de bastón para personas con problemas sensoriales similares a nuestro caso clínico debido a su bajo peso, poco espacio y que aprovecha las herramientas de los pacientes para cumplir su función. Sin embargo, aún tiene fuertes limitaciones que pueden ser resueltas que comprometen a los objetivos principales con un poco más de presupuesto y tiempo para que pueda llegar a ser totalmente funcional.

[1] National Eye Institute (NEI). "Coloboma," National Institutes of Health, Bethesda, MD, 2025. [Online]. Available: <https://www.nei.nih.gov/espanol/aprenda-sobre-la-salud-ocular/enfermedades-y-afecciones-de-los-ojos/coloboma>.

[2] Google Images. "Hipoacusia neurosensorial bilateral." Google LLC, Mountain View, CA, 2025. [Online]. Available: <https://www.google.com/search?q=hipoacusia+neurosensorial+bilateral+imagen>.

[3] Top Doctors. "Déficit vestibular - Reducción vestibular." Top Doctors SL, Spain, 2025. [Online]. Available: <https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/reducion-vestibular-veringo-e-inestabilidad/>.

[4] World Health Organization (WHO). "Blindness and Visual Impairment – Fact Sheet." World Health Organization, Geneva, 2024. [Online]. Available: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

[5] Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad (CONADIS). "Se registran 801 mil personas con discapacidad visual en todo el Perú." Gobierno del Perú, 2024. [Online]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/conadis/noticias/22052-se-registran-801-mil-personas-con-discapacidad-visual-en-todo-el-peru>