

# Sistemas Mecatrónicos para la Asistencia de Personas con Discapacidad Física

**Dr. Ramiro Velázquez**

*Prof. en Mecatrónica y Control*  
*Vicerrector*

## **1.- Universidad Panamericana**

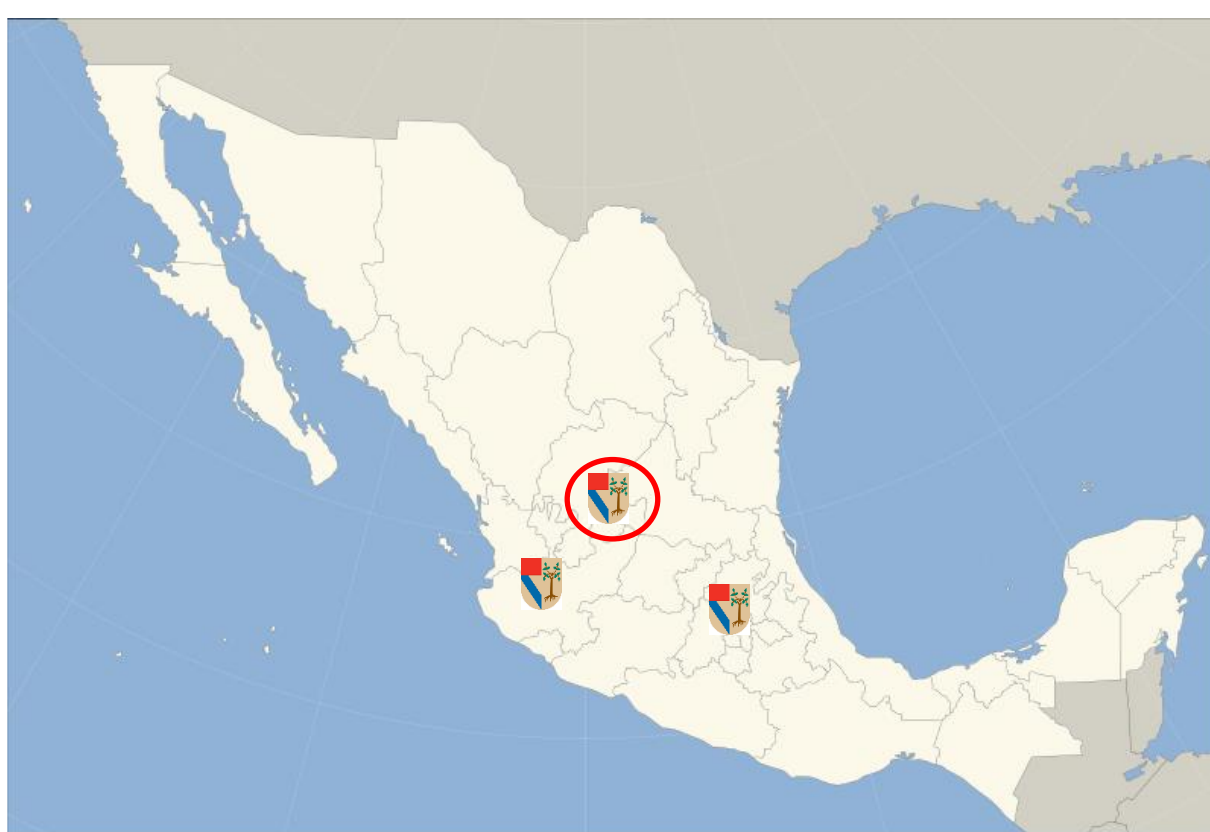
Breve presentación y datos clave.

## **2.- Laboratorio MCS**

Líneas de investigación y proyectos relevantes.

## **3.- Tecnologías de Asistencia (AT)**

Cifras importantes, retos principales, nuestros proyectos en AT.

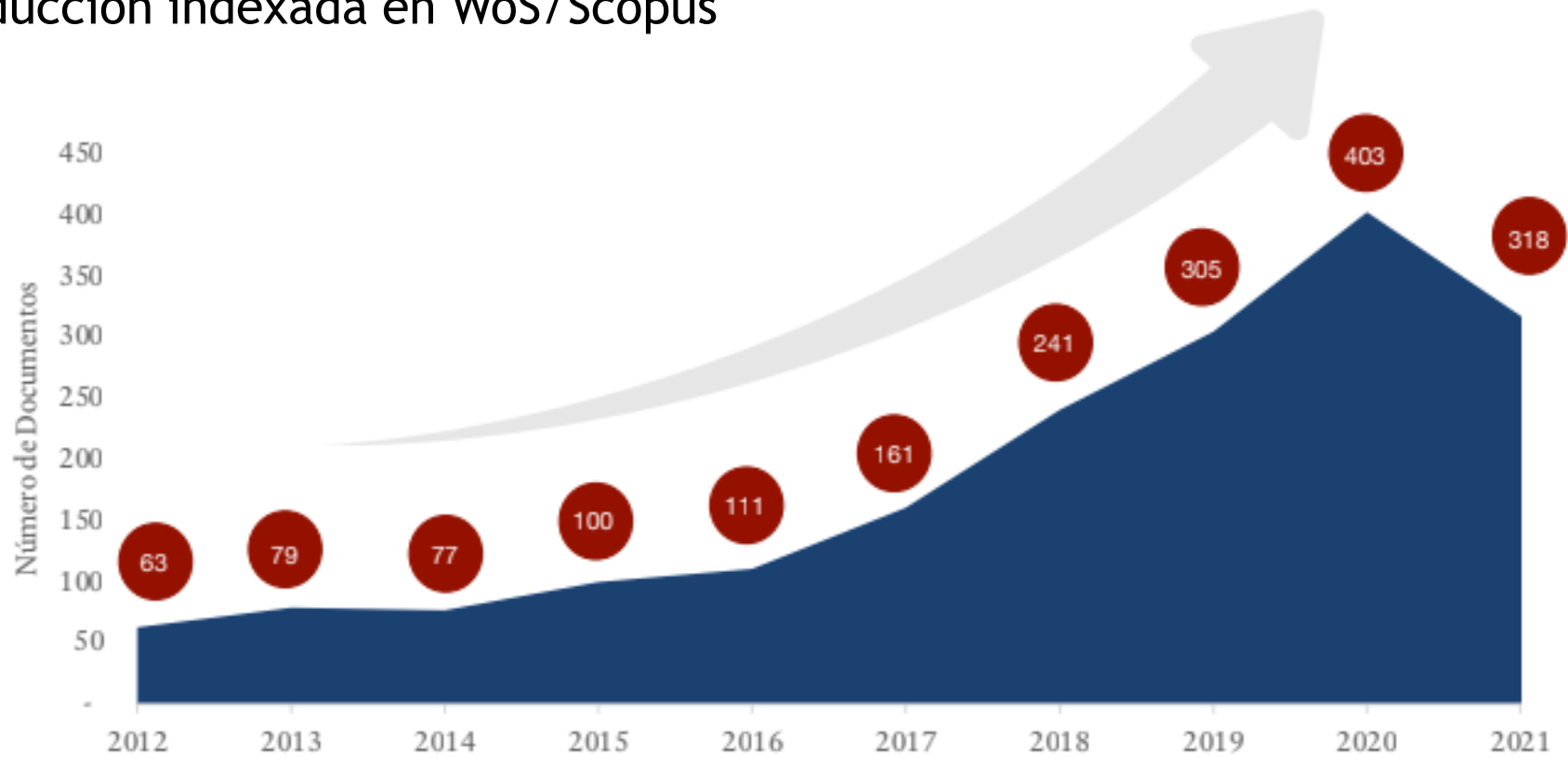


- UP (fundada en 1967), 3 campus en México (población 18,000)
- Tres pilares: docencia, investigación y divulgación de la cultura
- Constantemente en el top 5 en México (Ranking **QS 2022**: 3°)

## Aguascalientes

- El corazón de México
- Población: 1 M
- Mucho sol y buen tequila

## Producción indexada en WoS/Scopus



## Datos importantes

1) Crecimiento exponencial en artículos indexados (últimos 5 años)

Investigación  $\neq$  papers

*A partir del 2020:*

2) Propiedad Intelectual: 2 patentes obtenidas, 5 en trámite

3) Creación de la Oficina de Transferencia Tecnológica

4) Participación en 10 proyectos con la industria regional

5) Participación en 4 proyectos dentro de consorcios internacionales con financiamiento del NSF y la Comisión Europea



## *Programas de pregrado*

1. Ing. Bioelectrónica
2. Ing. Mecatrónica
3. Ing. Inteligencia Artificial
4. Ing. Tecnologías Energéticas
5. Ing. Industrial
6. Ing. Diseño
7. Ing. Civil

## *Programas de posgrado*

1. Maestría en Ciencias
  - Robótica y Sistemas Inteligentes
  - Dirección de Operaciones
  - Proyectos Energéticos
  - Ingeniería de Software
  - Ingeniería de Producto
2. Doctorado en Ingeniería

- 1.- Robótica móvil
- 2.- Sistemas de navegación autónoma y tele operación
- 3.- Procesamiento de imágenes y visión por computadora
- 4.- Sistemas Micro-Electro-Mecánicos (MEMS)
- 5.- Tecnologías de Asistencia (AT)







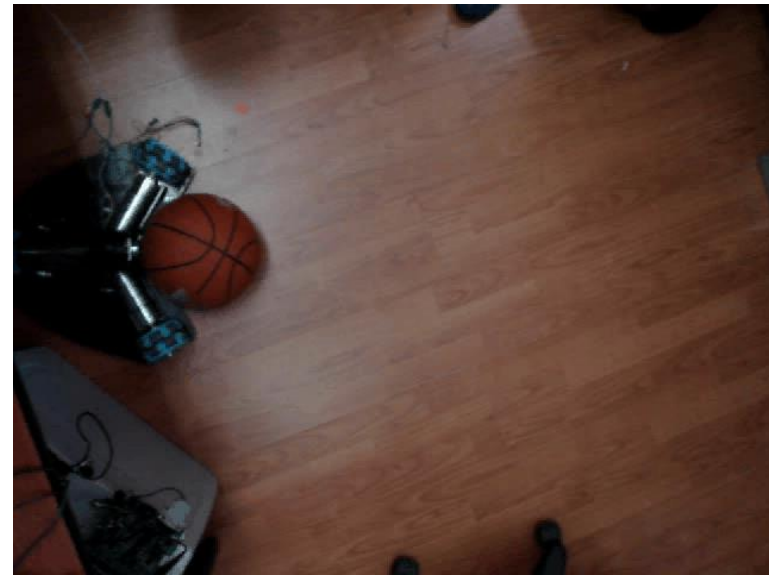


# EXCELSIOR

## Este robot ayudó a sacar vivas de entre escombros a 11 personas

*El prototipo creado por estudiantes de la Universidad Panamericana campus Aguascalientes apoyó al perro 'Humo' en el rescate de personas en edificios colapsados por el sismo en la colonia Del Valle de la Ciudad de México*



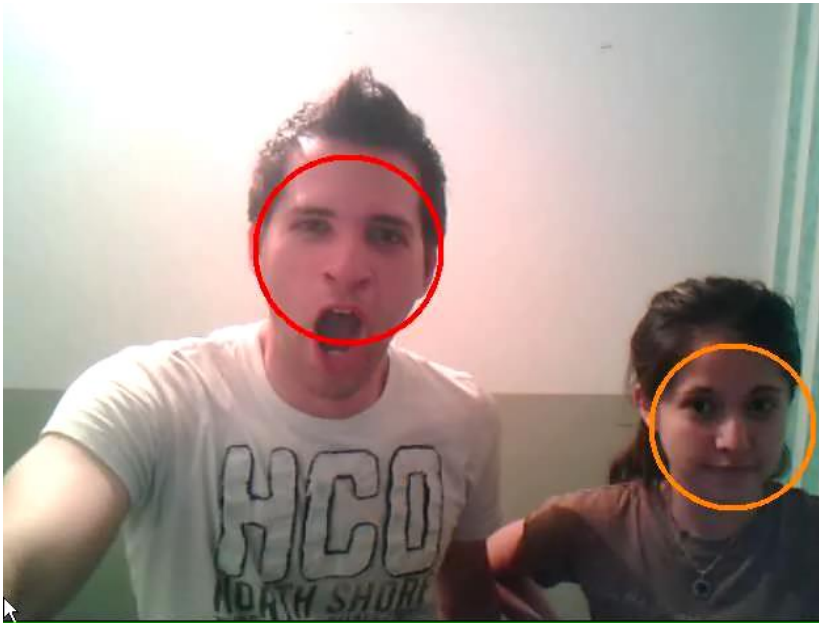




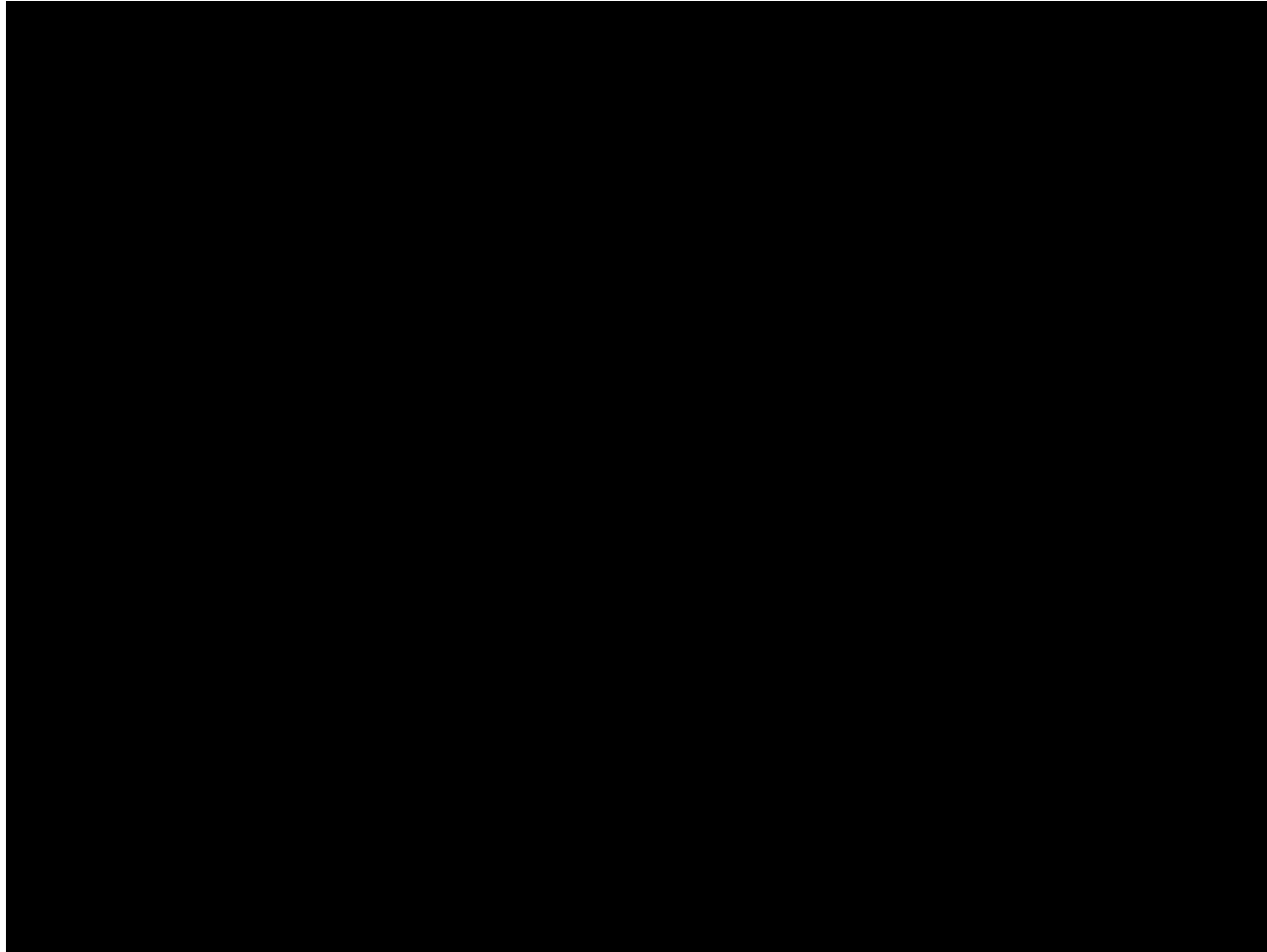


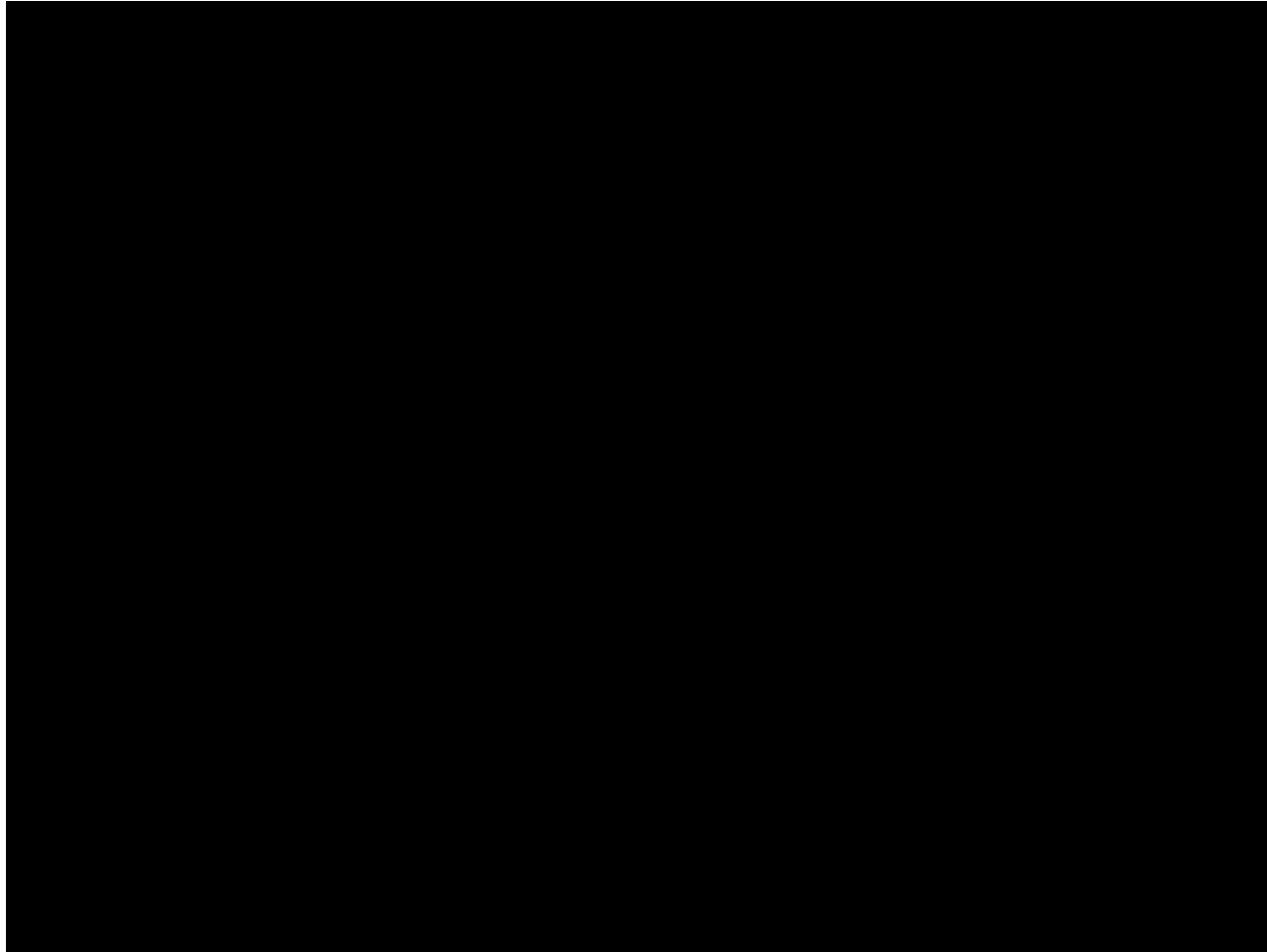




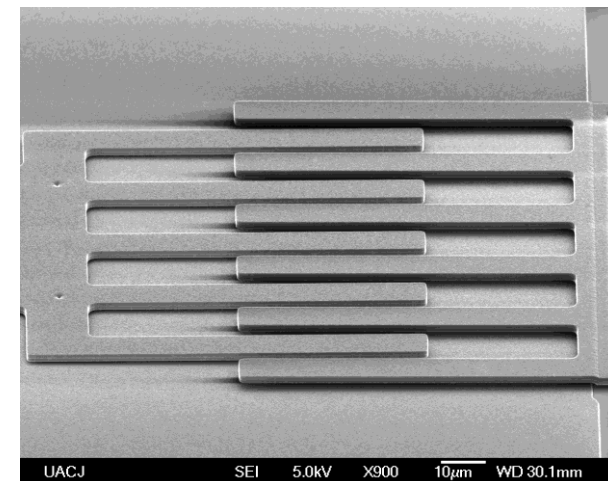
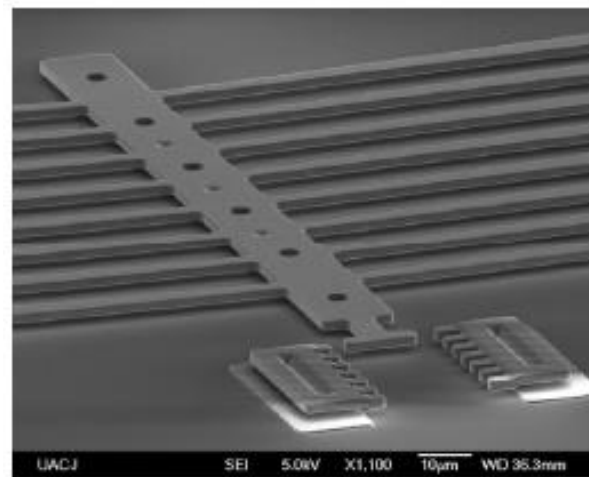
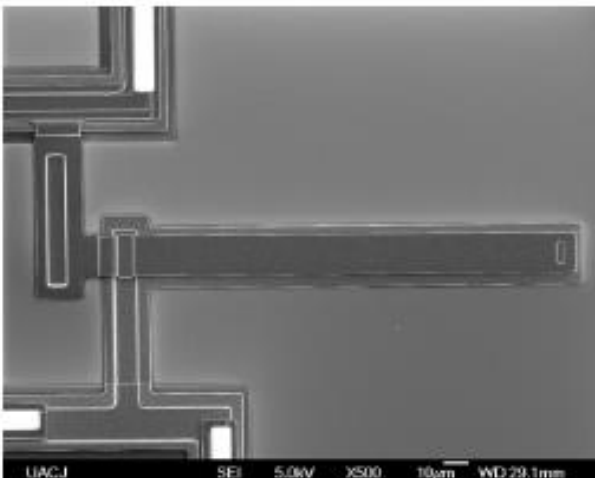
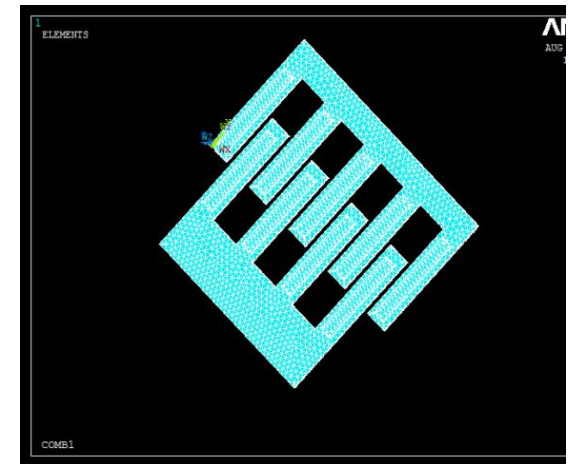
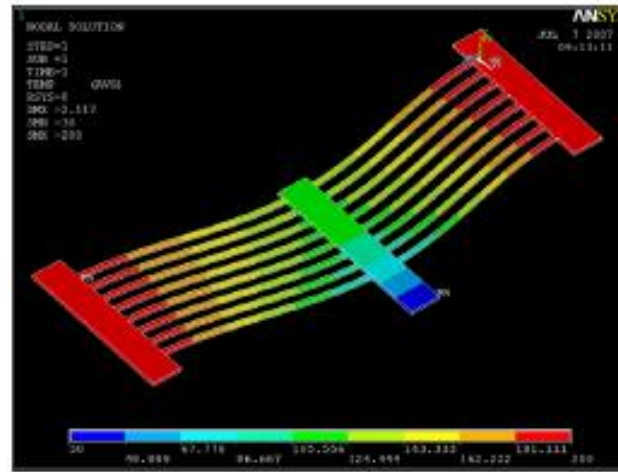
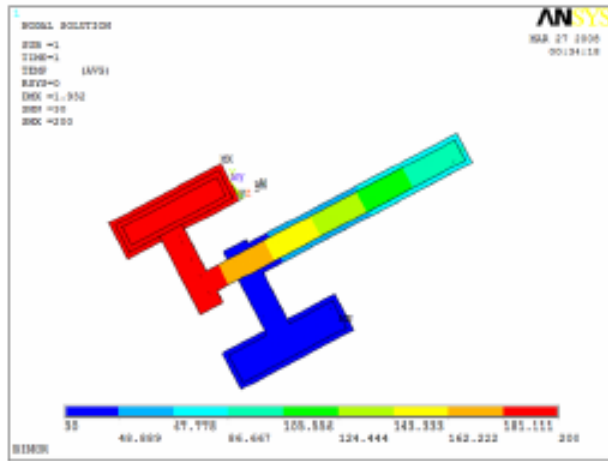


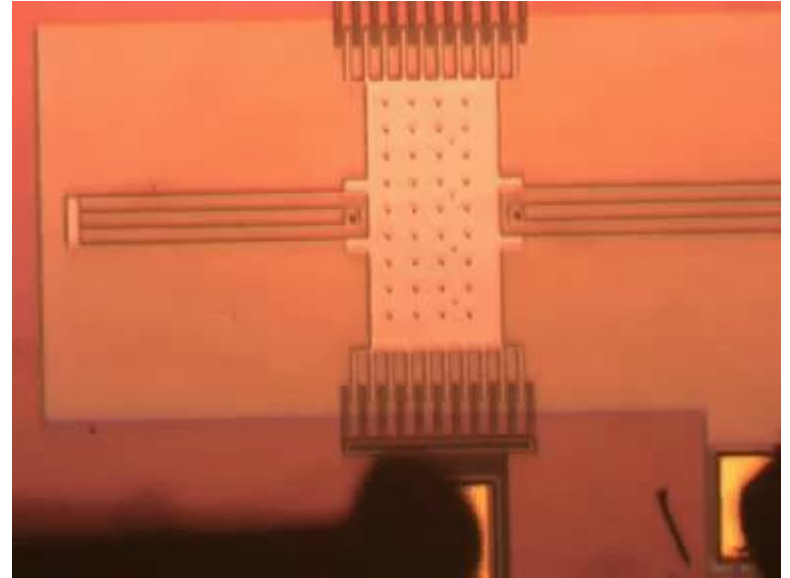
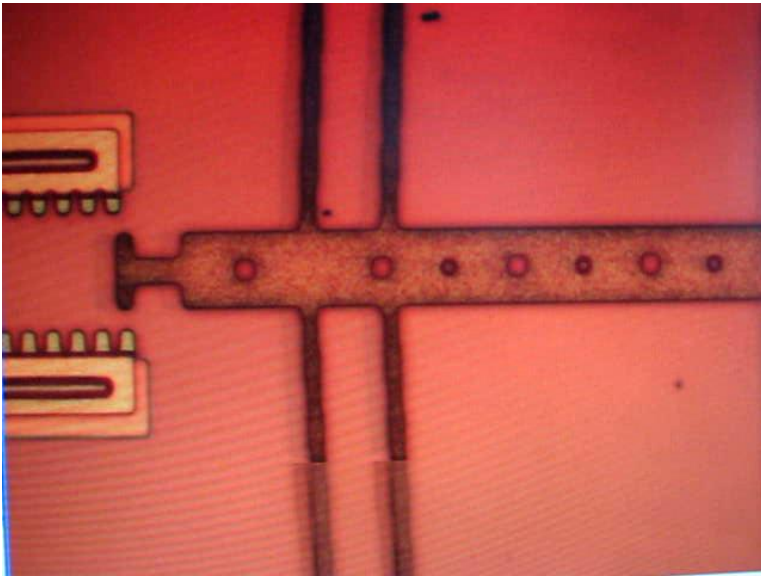
```
1 - clc
2 - clear all
3 - close all
4
5
6 - vid = videoinput('winvideo',1,'
7 - flushdata(vid)
8 - set(vid,'TriggerRepeat',Inf);
9 - vid.FrameGrabInterval = 4;
10 - start(vid)
11
12 - try
13 -     conteo=1;
14 -     %variables de luz
15 -     inten_luz= 80;
```













➤ Se estima que entre el 7 y el 10% de la población mundial sufre de alguna discapacidad física (470-677 millones de personas)\*

1. Motora
2. Ceguera
3. Sordera
4. Intelectual
5. Lenguaje

➤ Numero a duplicarse en los próximos 20 años debido al incremento en la esperanza de vida.

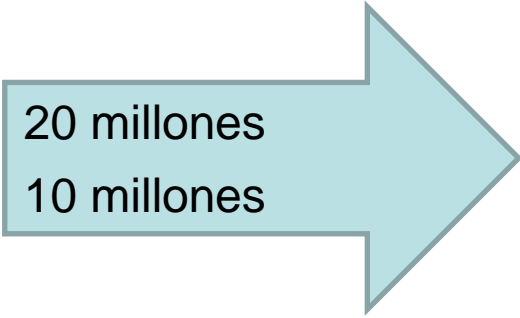
\*OMS



10% de la población → Problema importante

1. Motora
2. Ceguera
3. Sordera
4. Intelectual
5. Lenguaje

20 millones  
10 millones



75% de la población con  
discapacidad en América Latina

Diseñar y desarrollar sistemas que:

- Asistan la interacción con otras personas y con el entorno.
- Permitan mejorar la calidad de vida (ser productivos, independientes y... felices).



Estructura principal

Ruedas traseras

Rueda castor



## Versiones:

- Estándar

Para aquellos con fuerza suficiente en los brazos

- Eléctrica

-Sobrepeso  
-Salud frágil  
-Brazos débiles  
-Discapacidad permanente

- Robóticas

-Problemas de coordinación y destreza física  
-Espasticidad cerebral  
-Tetraplejia / paraplejia  
-Temblores / espasmos  
-Traumas en la cabeza

## Objetivo:

Desarrollar una silla de ruedas que cumpla dos criterios:

1. Uso flexible:
  - a) **Robótica** para los severamente discapacitados
  - b) **Eléctrica** para aquellos que puedan operarla
  - c) **Estándar** en todo momento
  
2. Realmente asequible para los estándares Latinoamericanos



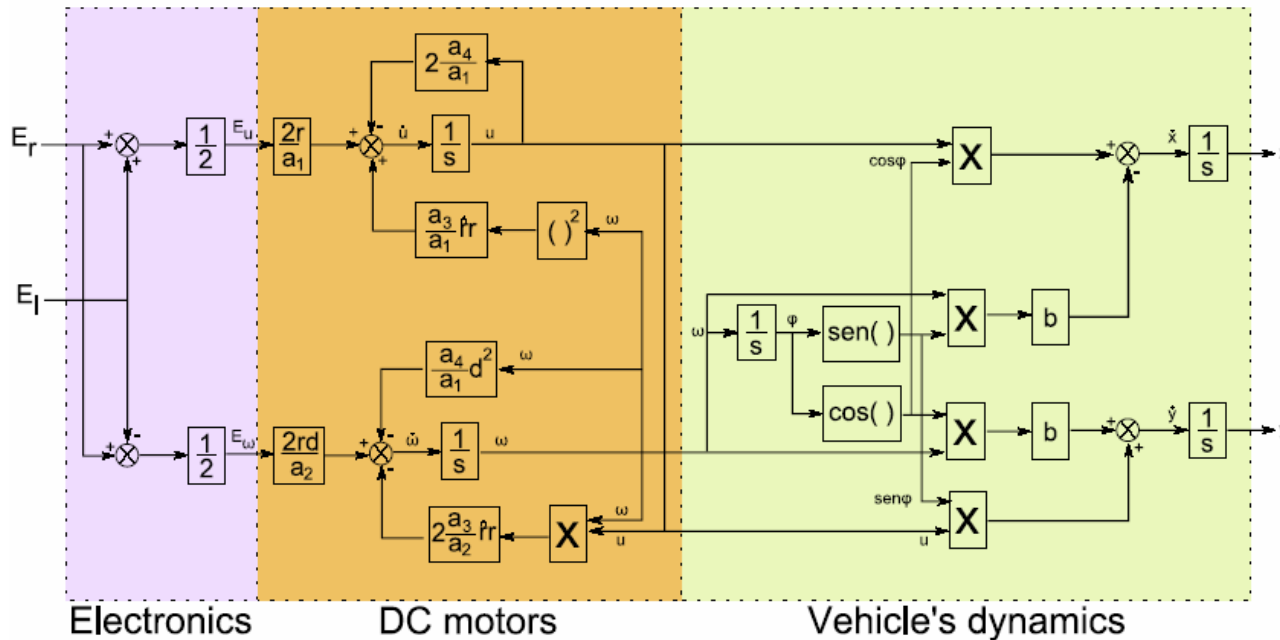
## Bajo costo:

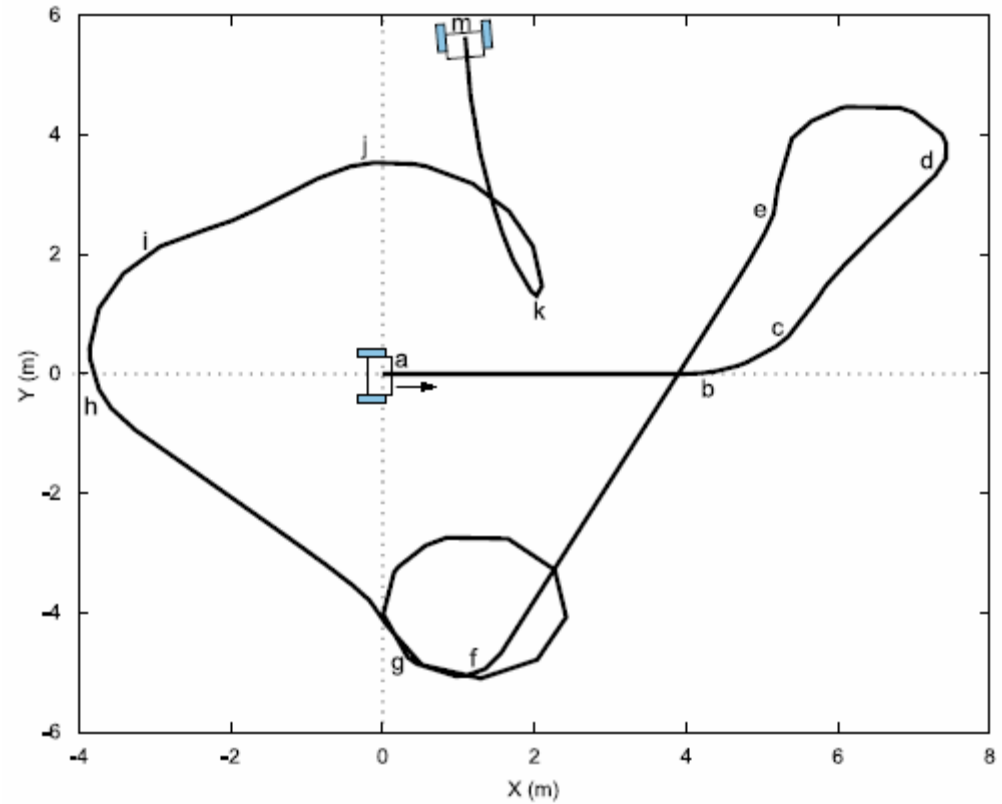
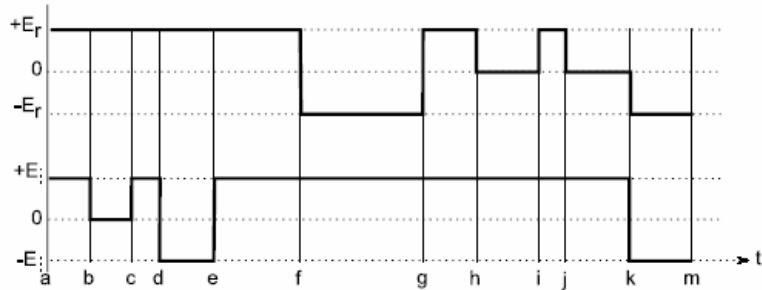
- Estándar: 180 USD
- Eléctrica: 1,000 USD
- Robótica: 2,500 USD

Orientación y  
velocidad de  
la silla

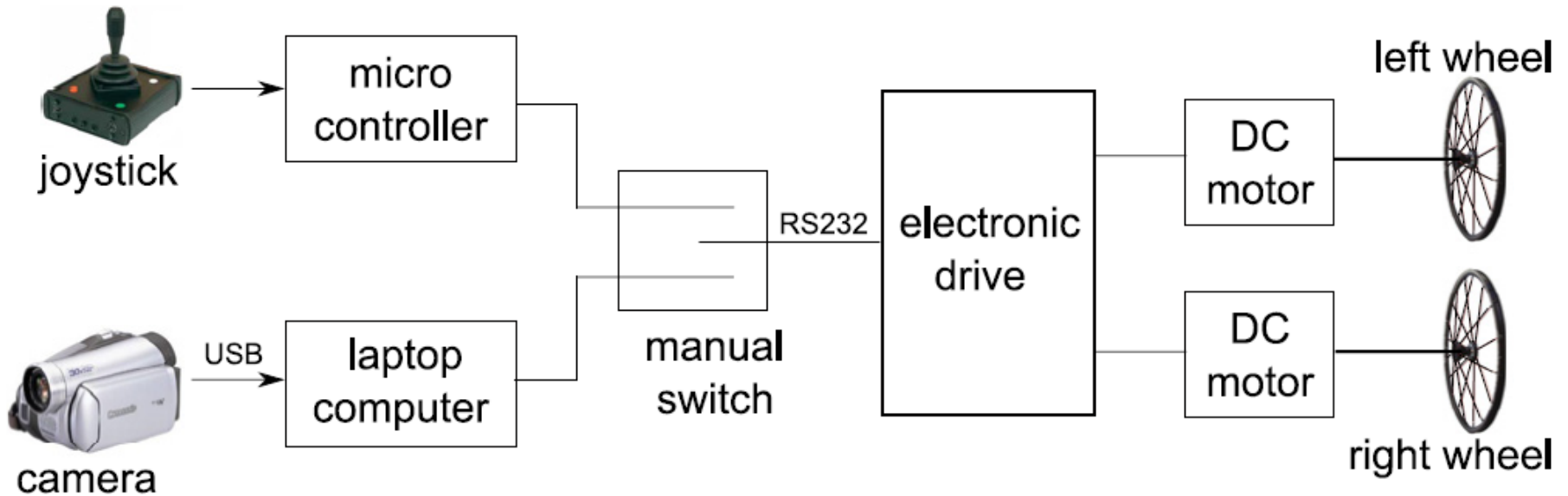
Velocidad  
de la rueda

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\varphi} \\ \dot{u} \\ \dot{\omega} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u \cos \varphi - b \omega \sin \varphi \\ u \sin \varphi + b \omega \cos \varphi \\ \omega \\ \frac{a_3}{a_1} \hat{r} r \omega^2 - 2 \frac{a_4}{a_1} u \\ -2 \frac{a_3}{a_2} \hat{r} r u \omega - \frac{a_4}{a_2} d^2 \omega \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \frac{2r}{a_1} & 0 \\ 0 & \frac{2rd}{a_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{E_r + E_l}{2} \\ \frac{E_r - E_l}{2} \end{bmatrix}$$















- Lectura
  - Libros impresos en Braille
  - Audio libros
- Información digital
  - Sintetizadores de voz
  - Magnificadores de pantalla
  - Interfaces táctiles
- Percepción del espacio
  - Comprensión del espacio
  - Reconocimiento de objetos
- Navegación
  - Detección de obstáculos
  - Orientación
    - Interiores
    - Exteriores

- Lectura
- Libros impresos en Braille
  - Audio libros

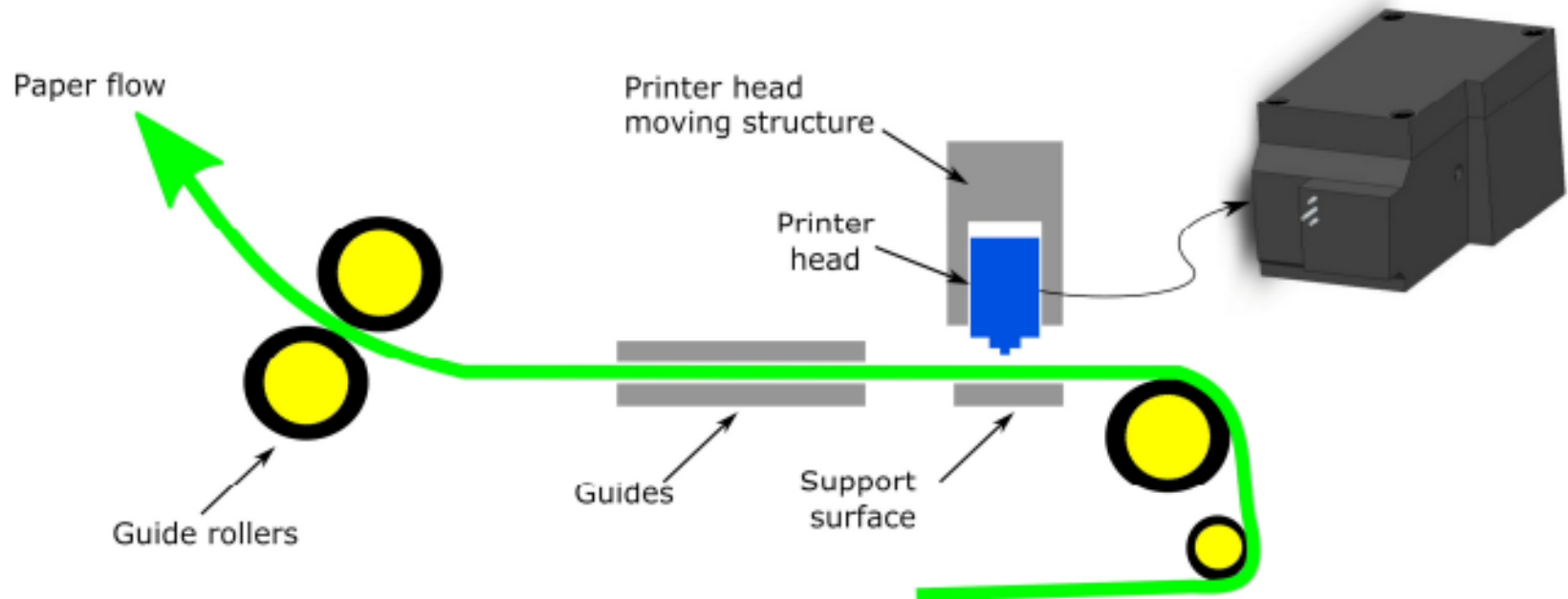


**Método tradicional:** impresoras Braille

- 140 caracteres Braille /s
- 500 páginas A4 /h
- Costo: 40-80K USD

**Reto:** ¿Como hacerlas más asequibles de tal forma que los usuarios puedan comprar una y usarla en casa?

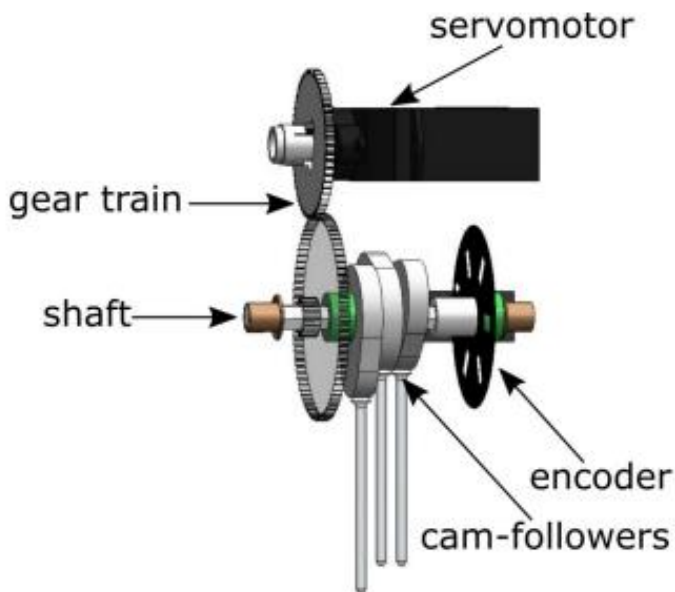
**Tendencia:** Diseñar impresoras Braille pequeñas pero eficientes.



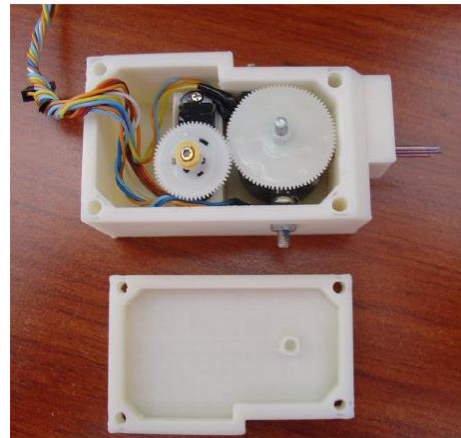


**Tendencia:** Diseñar impresoras Braille pequeñas pero eficientes.

Mecanismo



Prototipo



Resultados preliminares

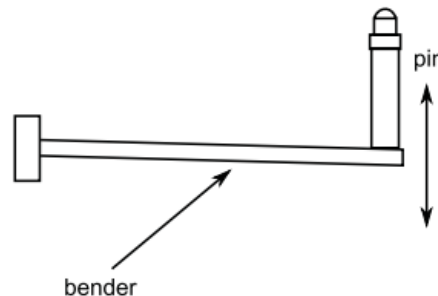


## Desempeño

- 2 caracteres Braille /s
- 6 páginas A4 /h
- Costo: 40 USD

- Información digital
- Sintetizadores de voz
  - Magnificadores de pantalla
  - Interfaces táctiles

## Terminal Braille



### Método tradicional:

Terminales piezoeléctricas con actuadores de flexión

- Cumplen los estándares Braille
- Costo: 3.5-15K USD
- En el límite de la portabilidad

### Reto:

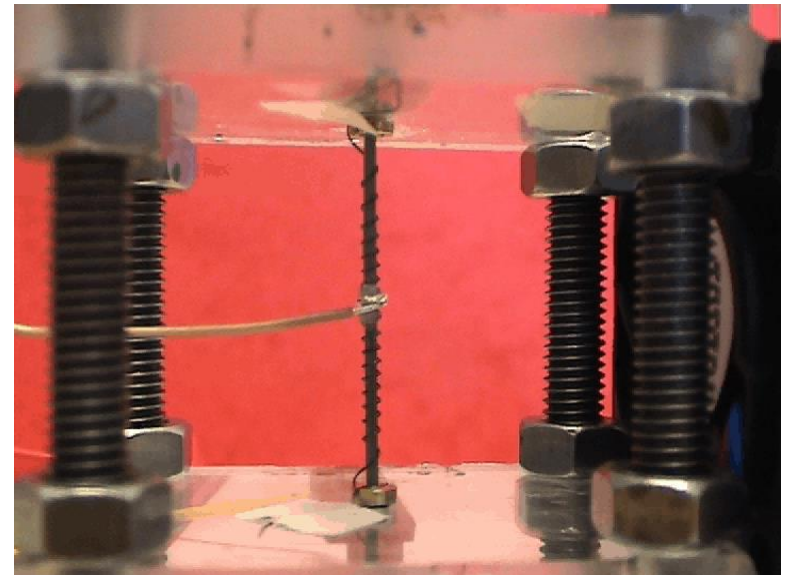
- Hacerlas (realmente) portátiles
- Matrices de gran tamaño para gráficos

**Tendencia:** Nuevas tecnologías de actuadores.



**Idea 1- Gráficos:** Actuadores lineales con SMAs (shape memory alloys)

Actuador

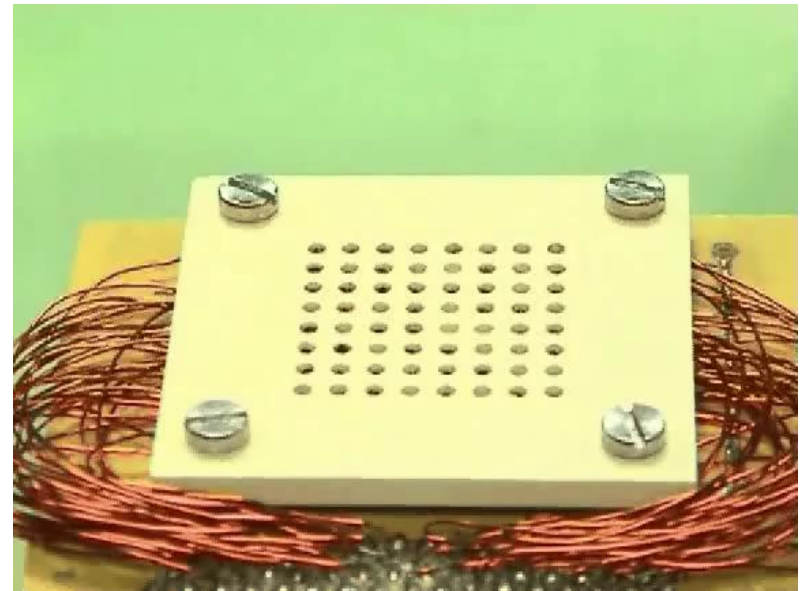
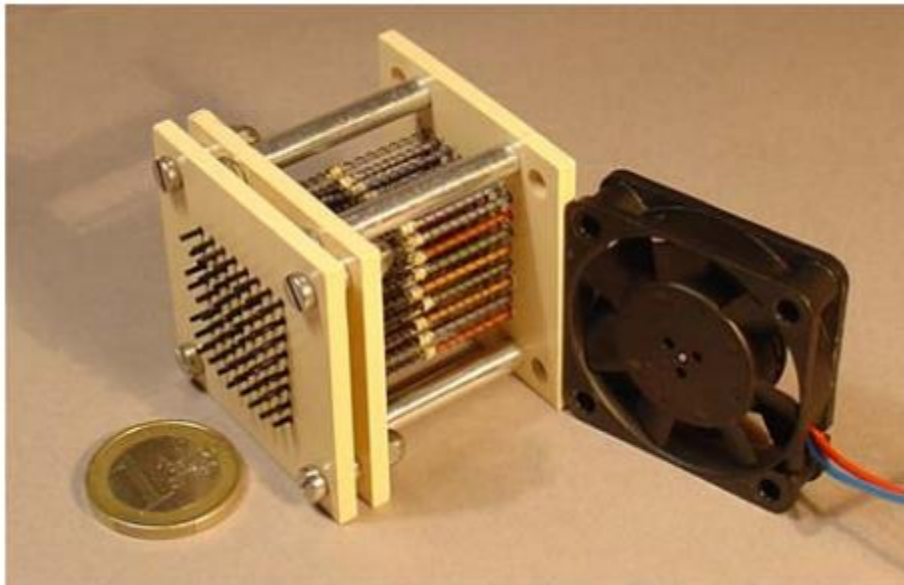


**Tendencia:** Nuevas tecnologías de actuadores.



**Idea 1- Gráficos:** Actuadores lineales con SMAs (shape memory alloys)

Matriz de 8 x 8

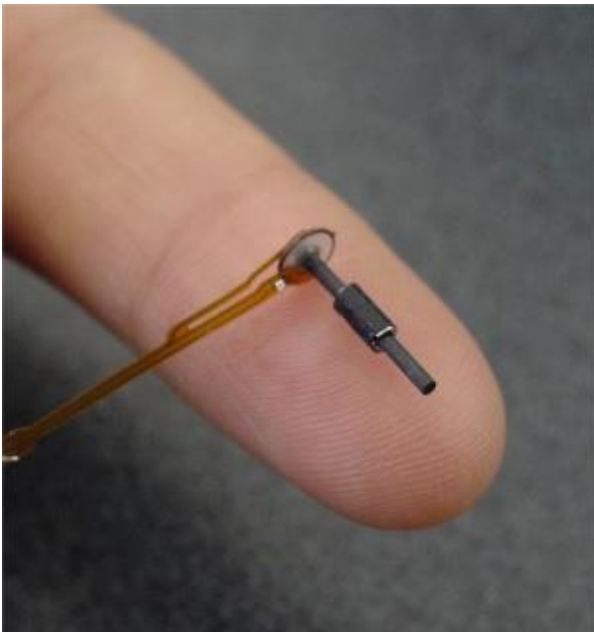


**Tendencia:** Nuevas tecnologías de actuadores.

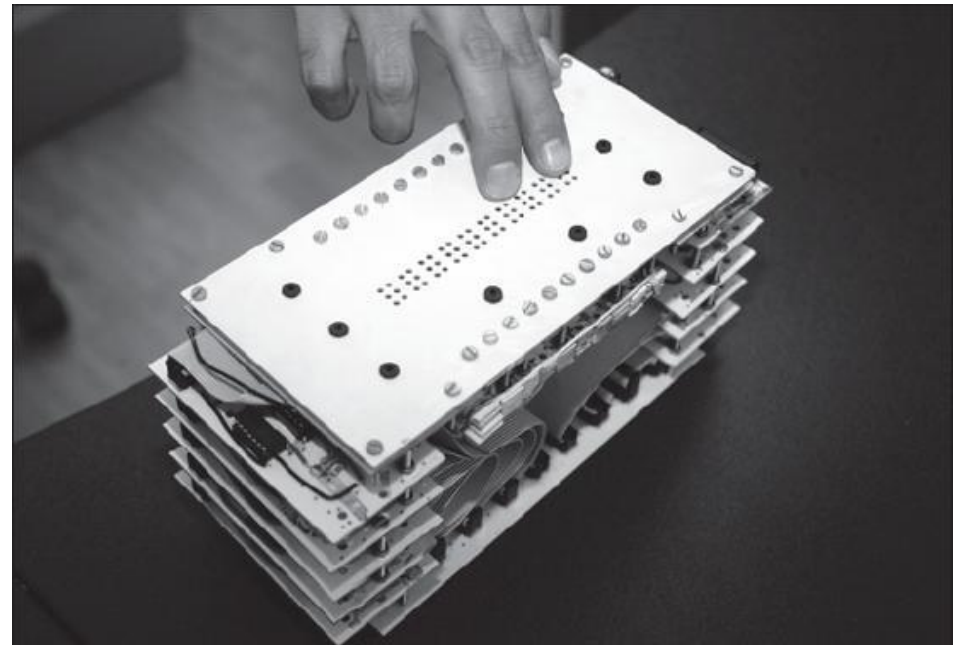


**Idea 2- Braille portátil:** Actuadores lineales piezoeléctricos en miniatura

Actuador



Terminal Braille portátil



**Tendencia:** Nuevas tecnologías de actuadores.



**Idea 2- Braille portátil:** Actuadores lineales piezoeléctricos en miniatura



**Tendencia:** Nuevas tecnologías de actuadores.



**Idea 2- Braille portátil:** Actuadores lineales piezoeléctricos miniatura







Universidad  
del Cauca

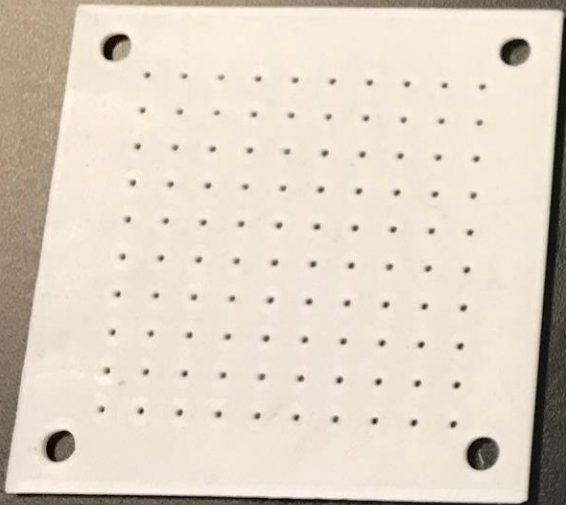


UNIVERSIDAD  
Panamericana

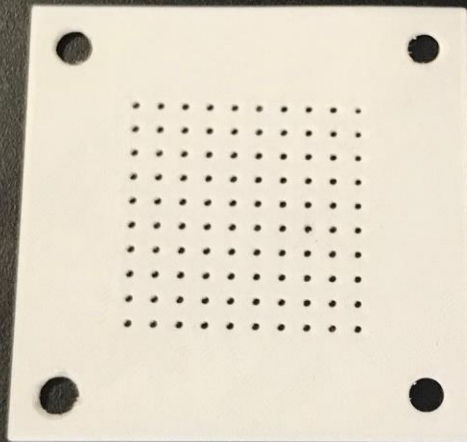
# Interfaces táctiles

**Objetivo:** Estudio de los diferentes parámetros psicofísicos que influyen en la percepción táctil. (Alumna: **Ana Isabel Yáñez Muñoz**)

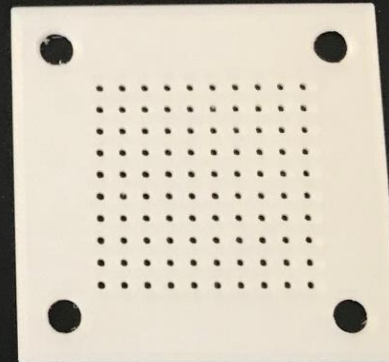
5 mm



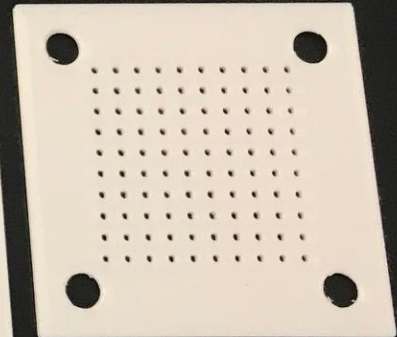
2.54 mm (Braille)



2 mm



1 mm



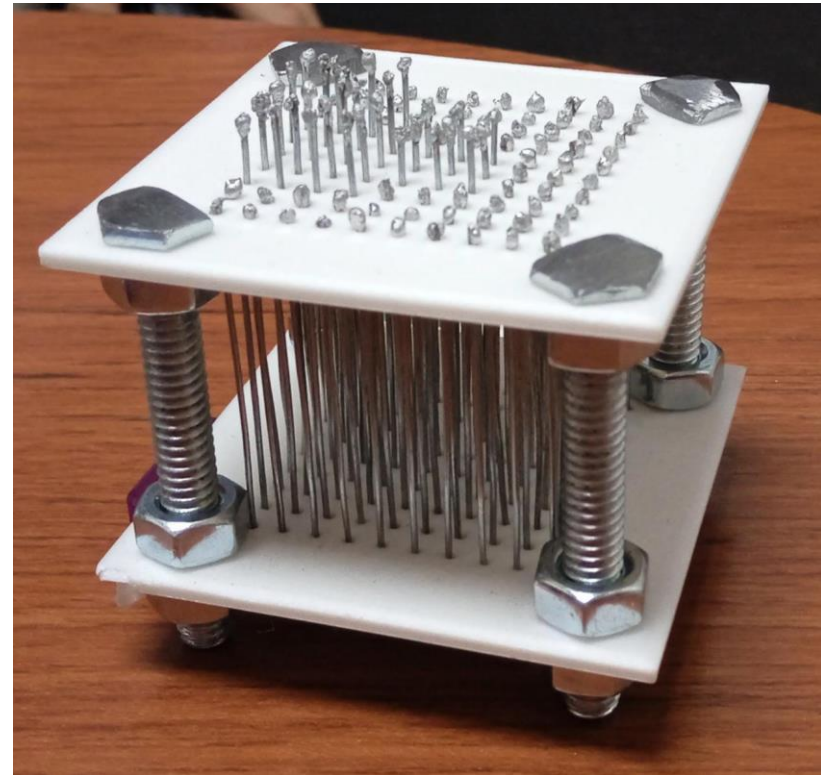
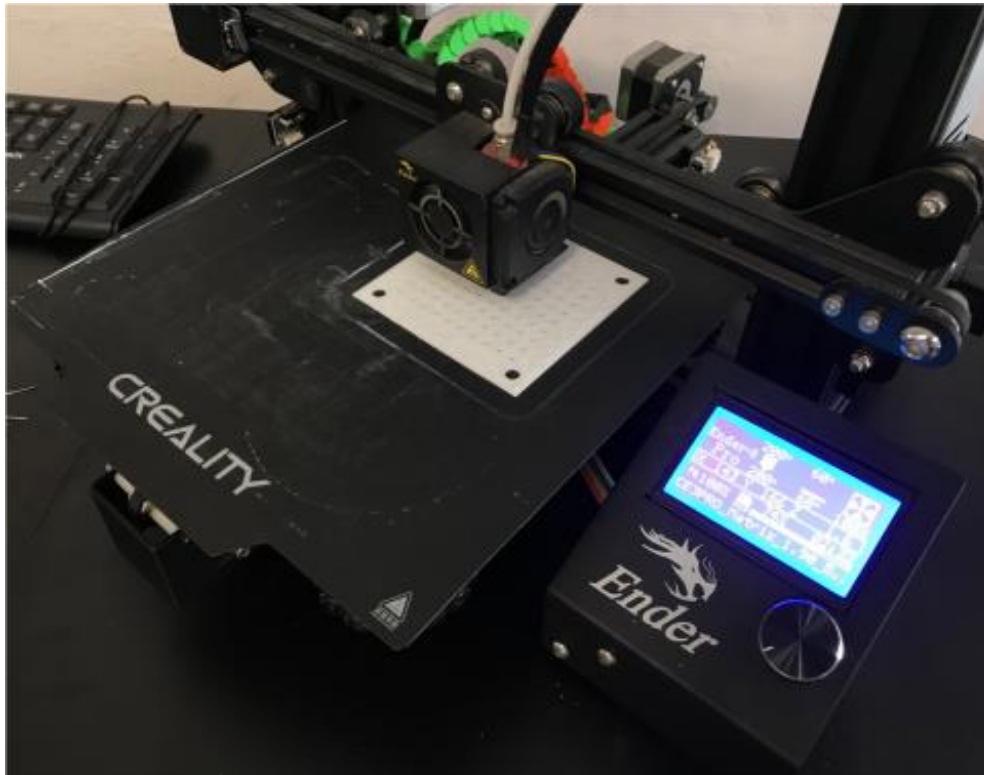


Universidad  
del Cauca



UNIVERSIDAD  
Panamericana

# Interfaces táctiles



- Percepción del espacio
  - Comprensión del espacio
  - Reconocimiento de objetos



## Método tradicional:

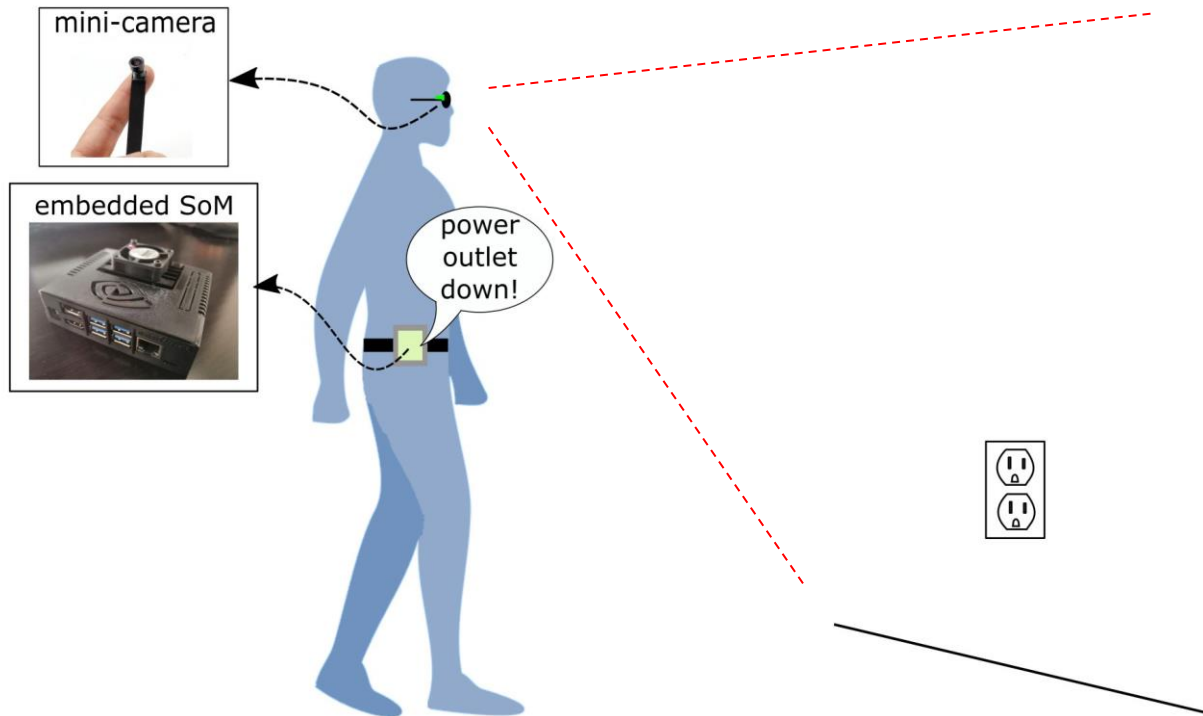
El tacto...

- Saber que objetos se encuentran a nuestro alrededor incrementa la calidad de vida y la seguridad
- No saber puede causar frustración, ansiedad e implicar situaciones de riesgo

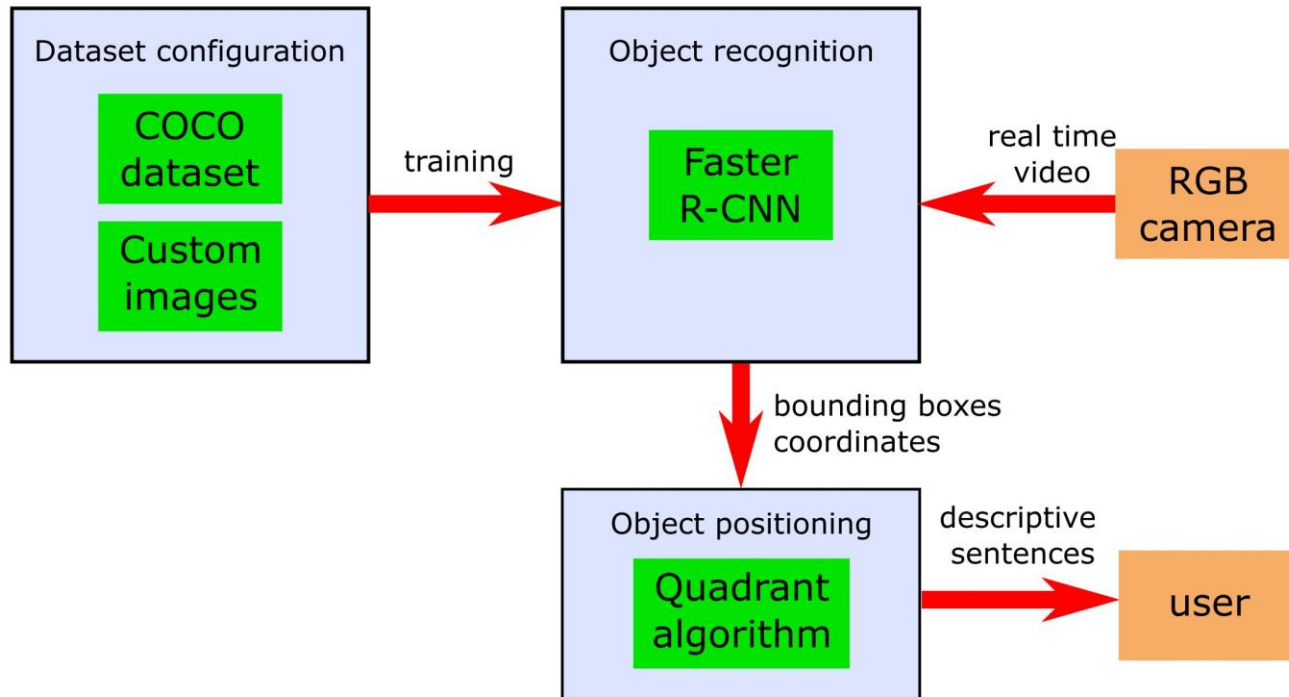
## Reto:

Encontrar objetos automáticamente

**Tendencia:** Aprendizaje profundo y visión por computadora.



**Tendencia:** Aprendizaje profundo y visión por computadora.



**Tendencia:** Aprendizaje profundo y visión por computadora.

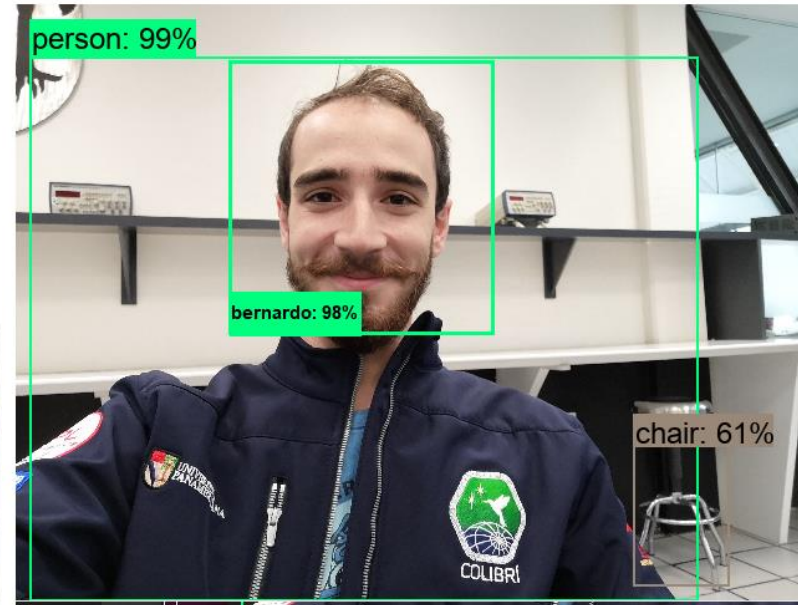
Switch: 99%



Power outlet: 99%



person: 99%

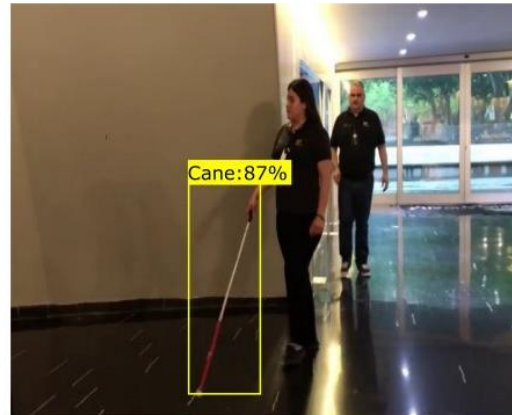


bernardo: 98%

Doorknob: 99%

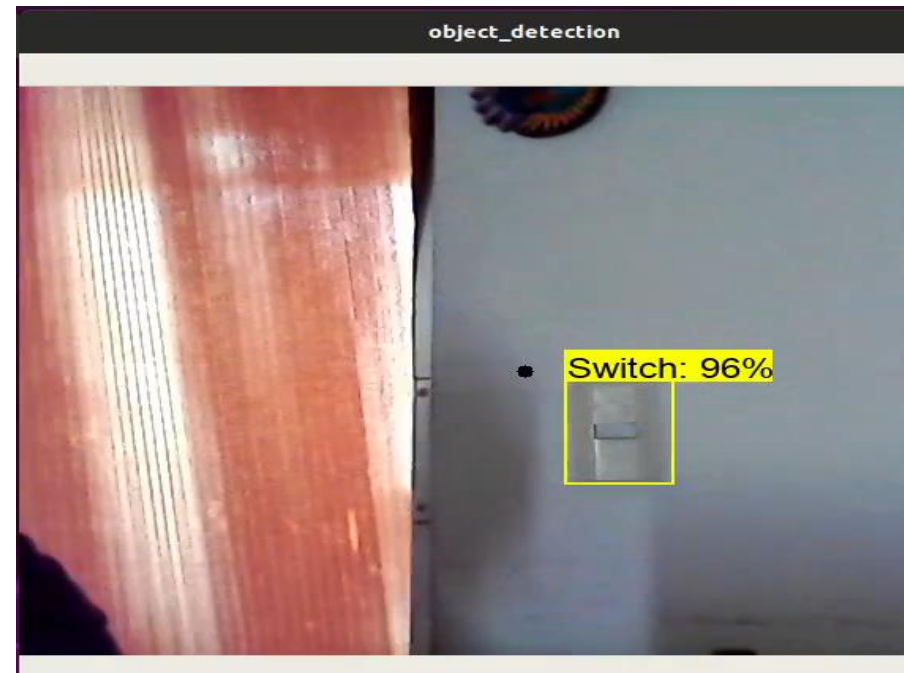
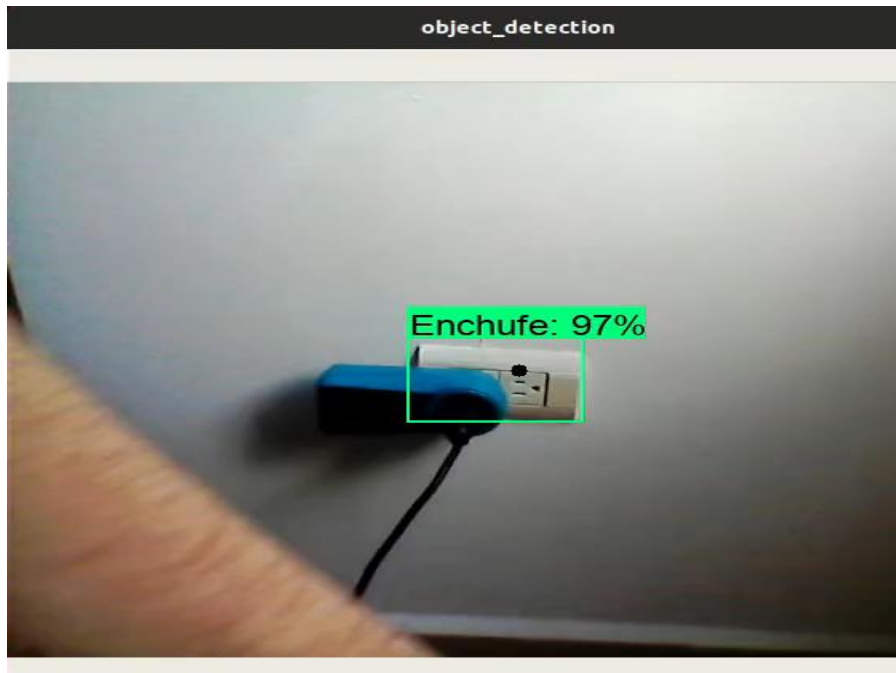


Cane: 87%



chair: 61%

**Tendencia:** Aprendizaje profundo y visión por computadora.





- Navegación
- Detección de obstáculos
  - **Orientación**
    - Interiores
    - **Exteriores**



Detección de obstáculos ↔ Orientación



## Métodos tradicionales:

### a) *Detección de obstáculos*

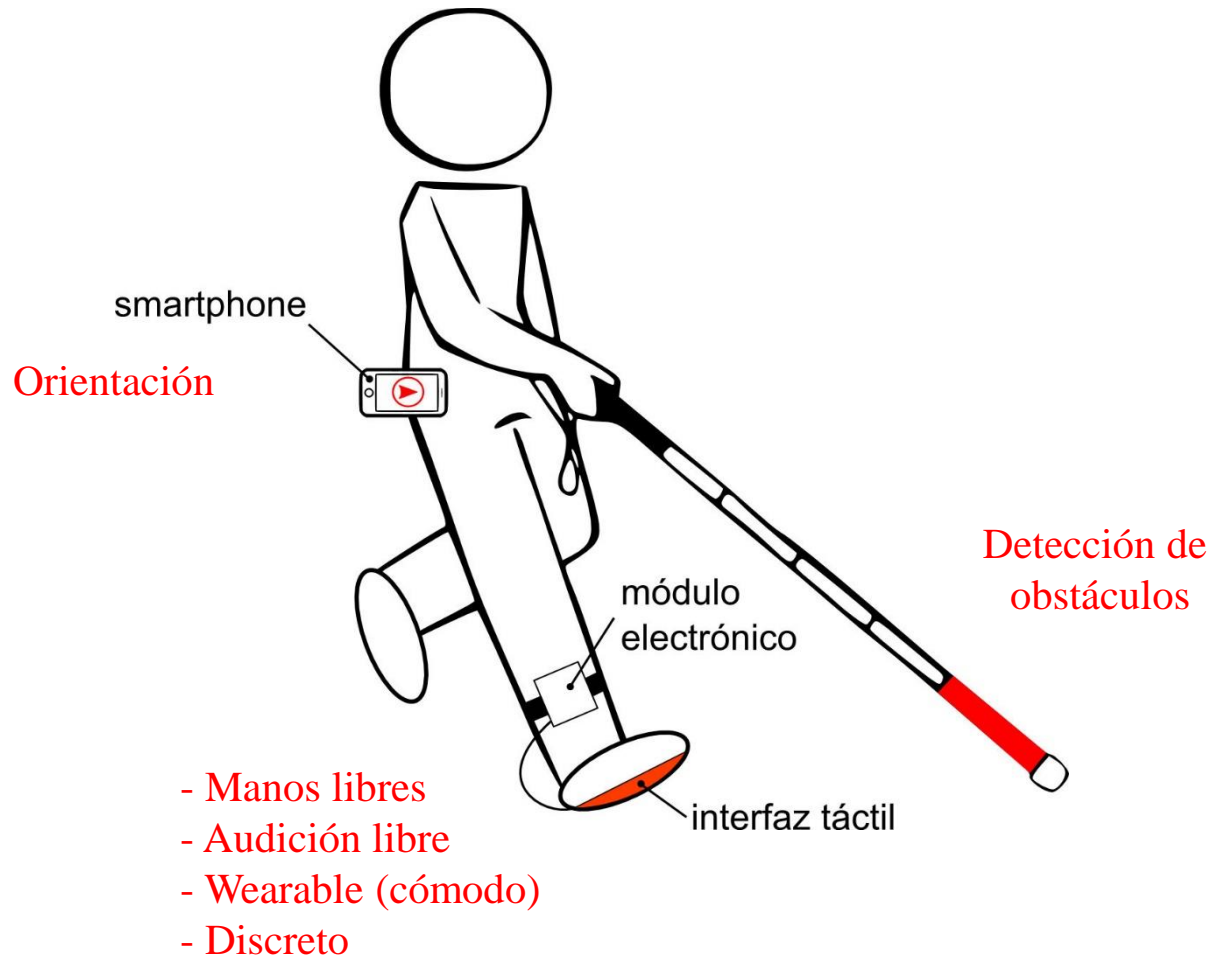
- Bastón
- Perro guía

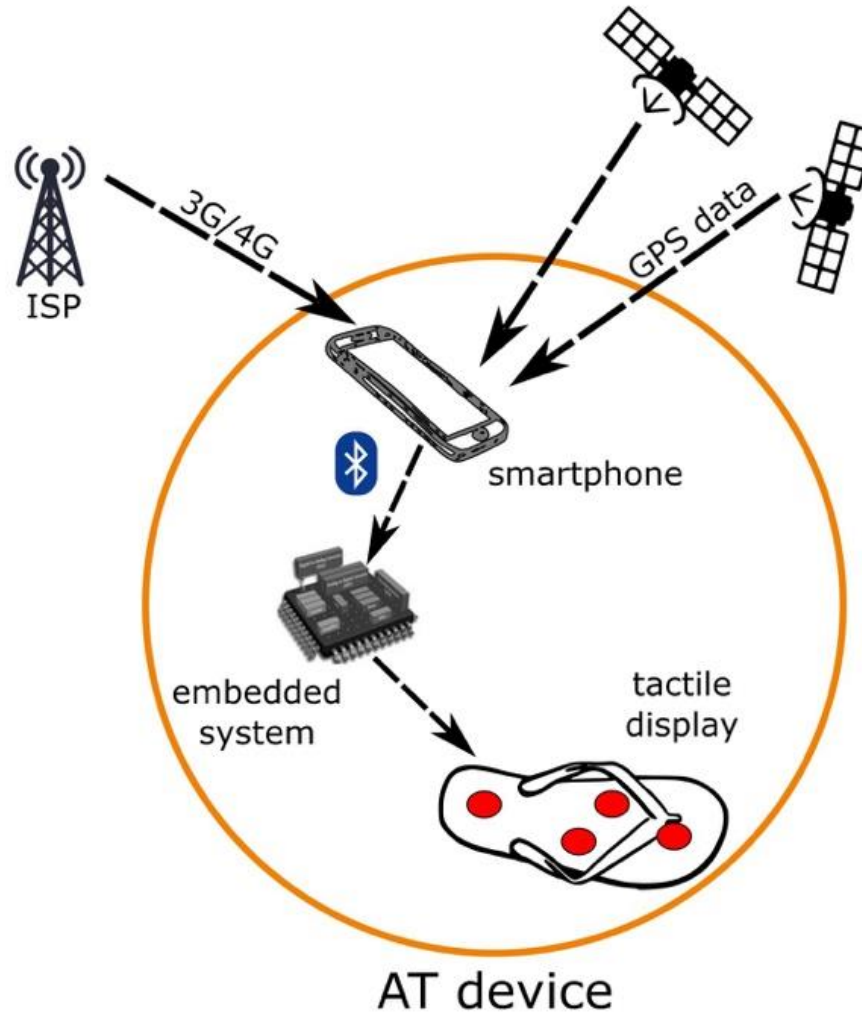
### b) *Orientación*

- Smartphones
- GPS incluido
- Portátil/vestible (wearable)
- Retroalimentación acústica

## Retos y tendencias

1. Posibilitar la movilidad urbana de forma segura, eficiente e independiente
2. Dispositivos preferentemente discretos y visualmente imperceptibles
3. Sin interacción con las manos (¡manos libres!)
4. Sin retroalimentación acústica pues distrae al usuario del ambiente





# ¿Interfaz táctil para el pie?

---

## Lo que sabemos del pie

Responsable de:

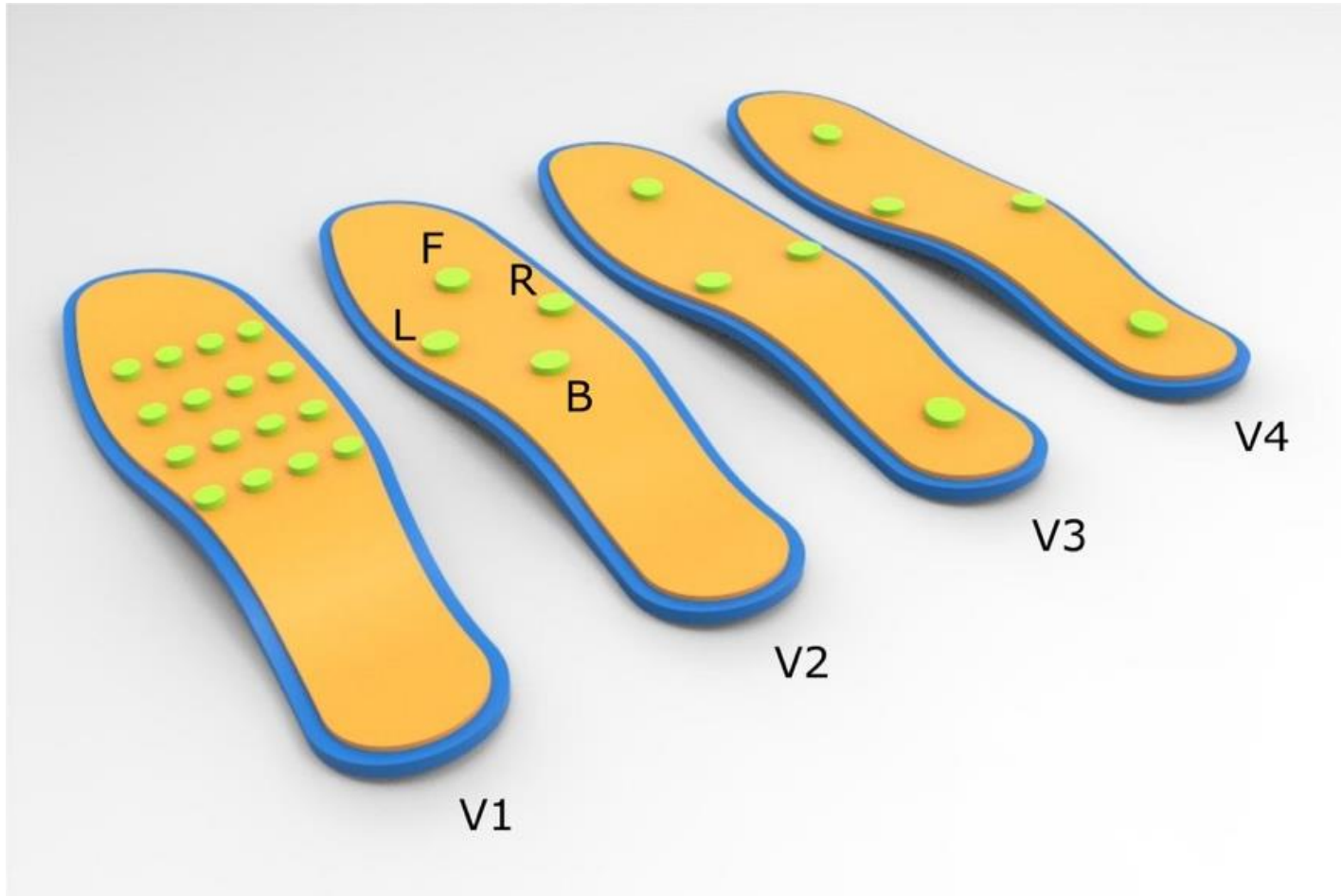
- Postura
- Balance
- Caminado

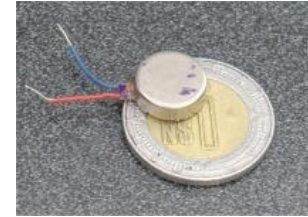


## Lo que no sabemos

- ¿Podrá ser un medio efectivo de comunicación?

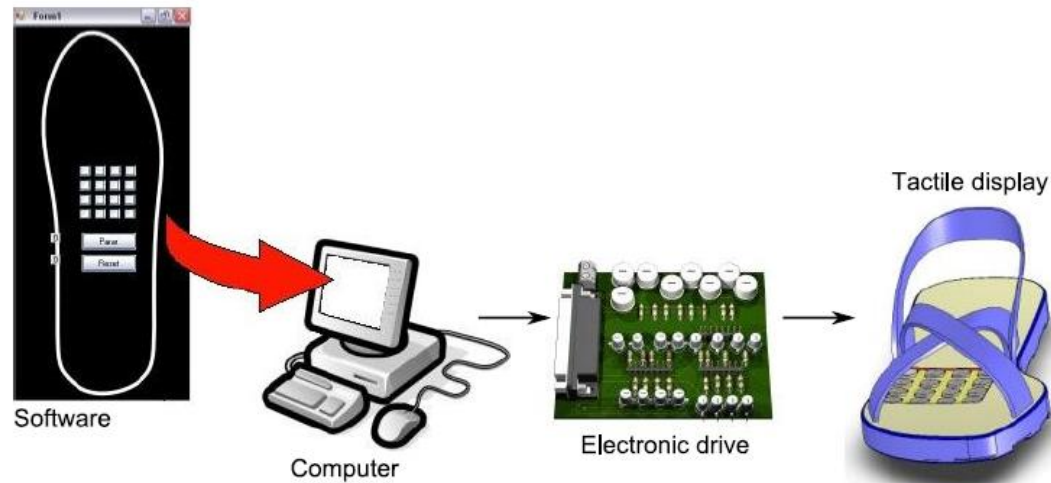
# Versiones en el tiempo



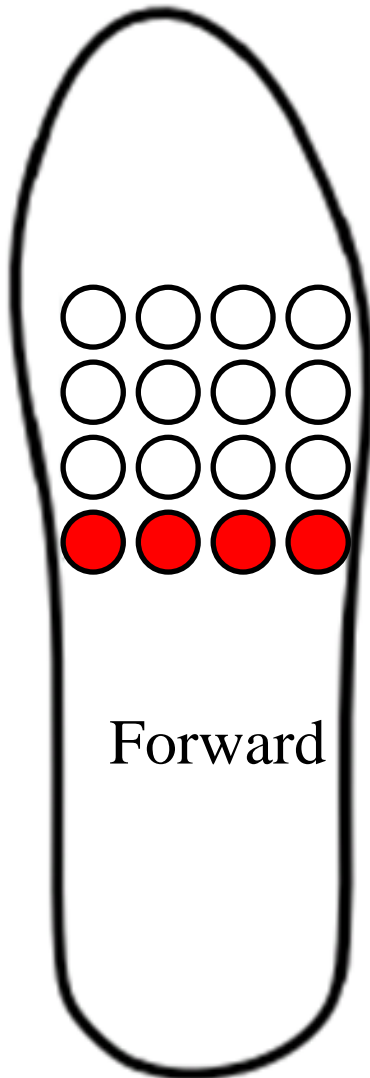


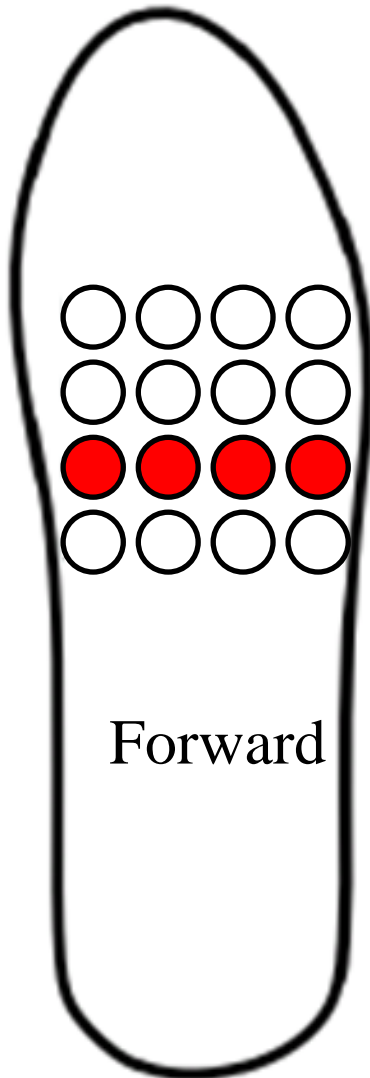
## Especificaciones técnicas

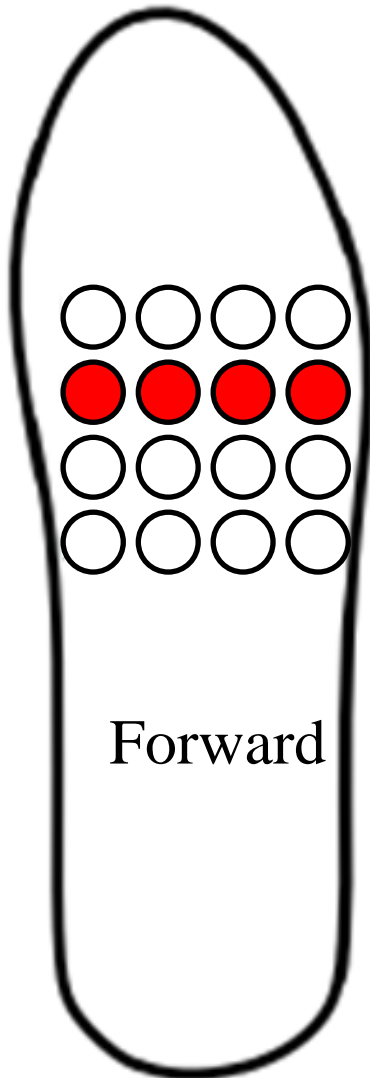
- a) Matriz de 16 actuadores vibradores
- b) Frec. de vibración: 10-55 Hz
- c) Costo prototipo: 200 USD

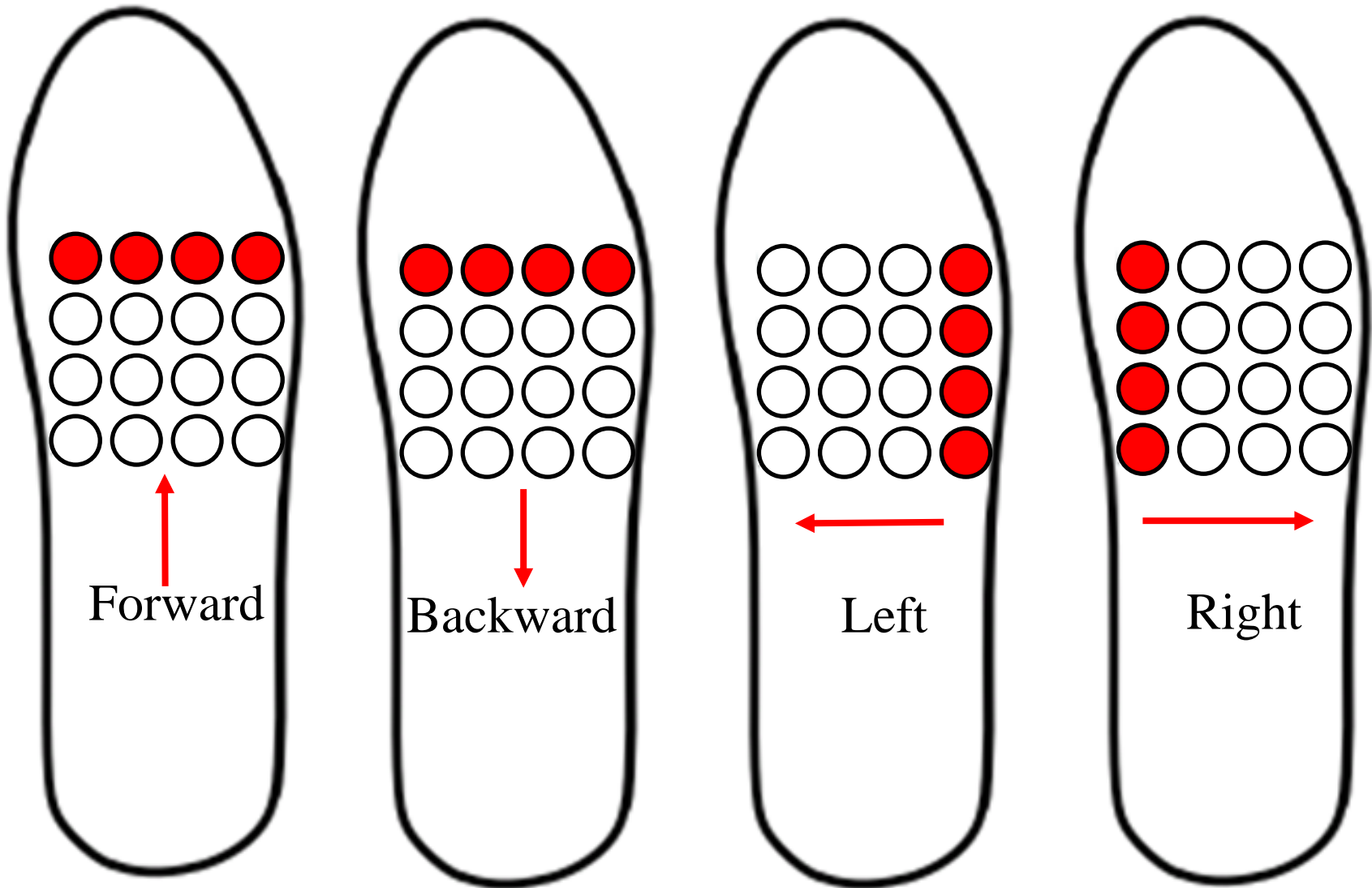


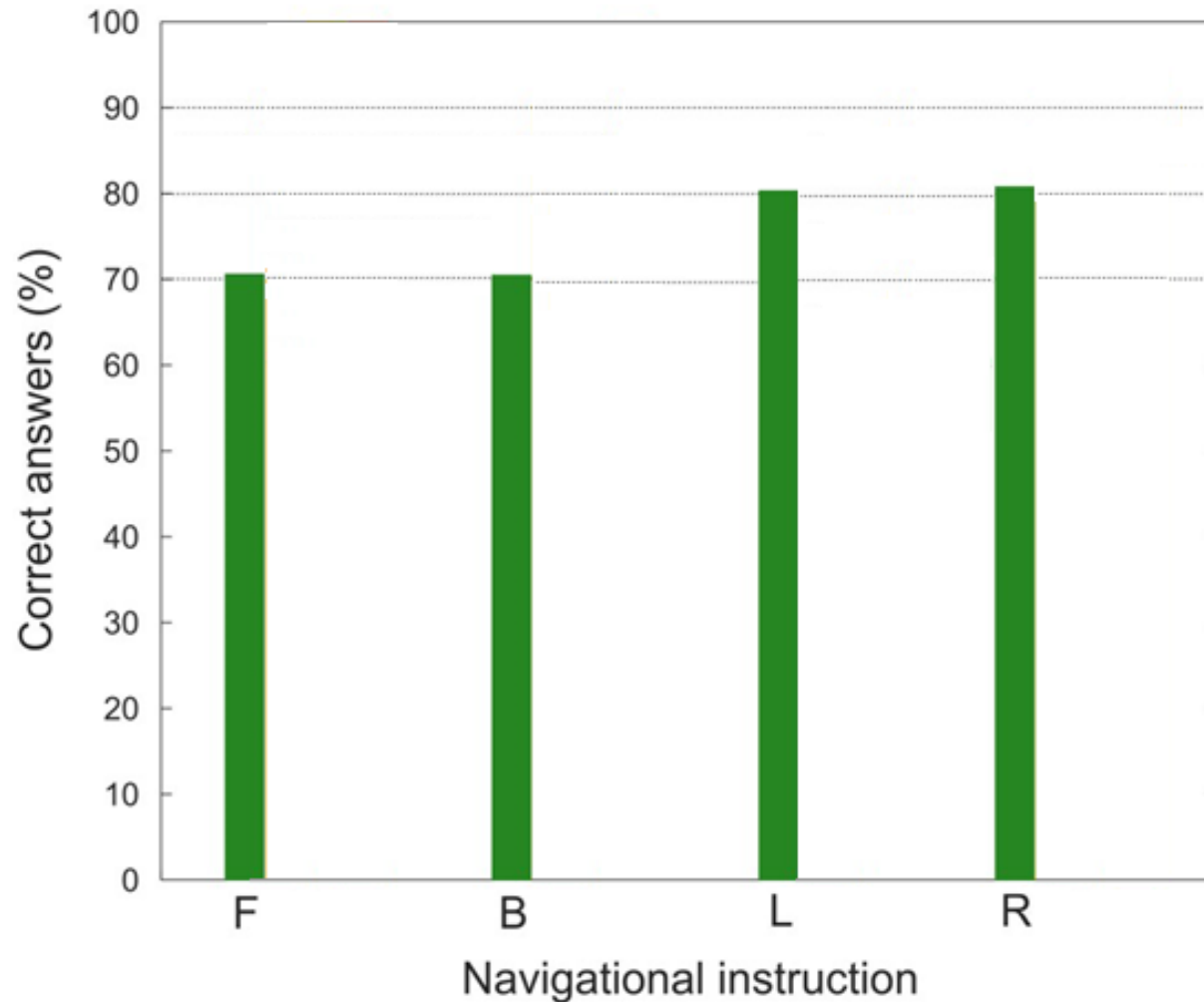


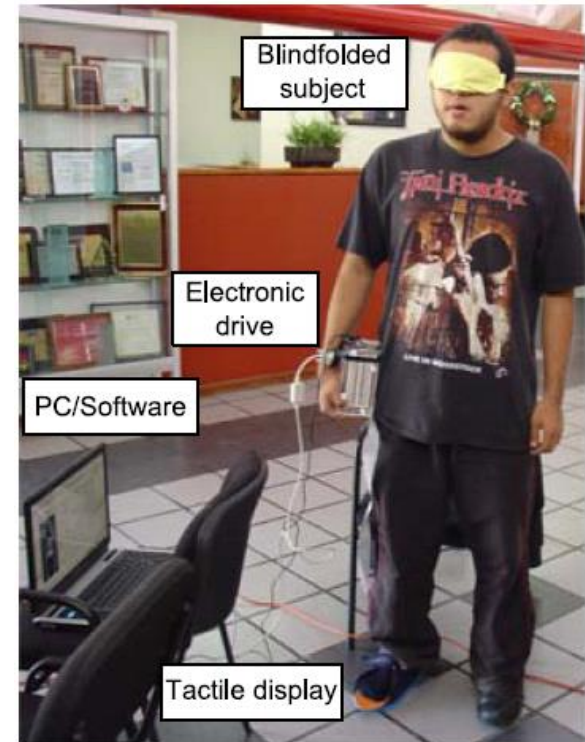
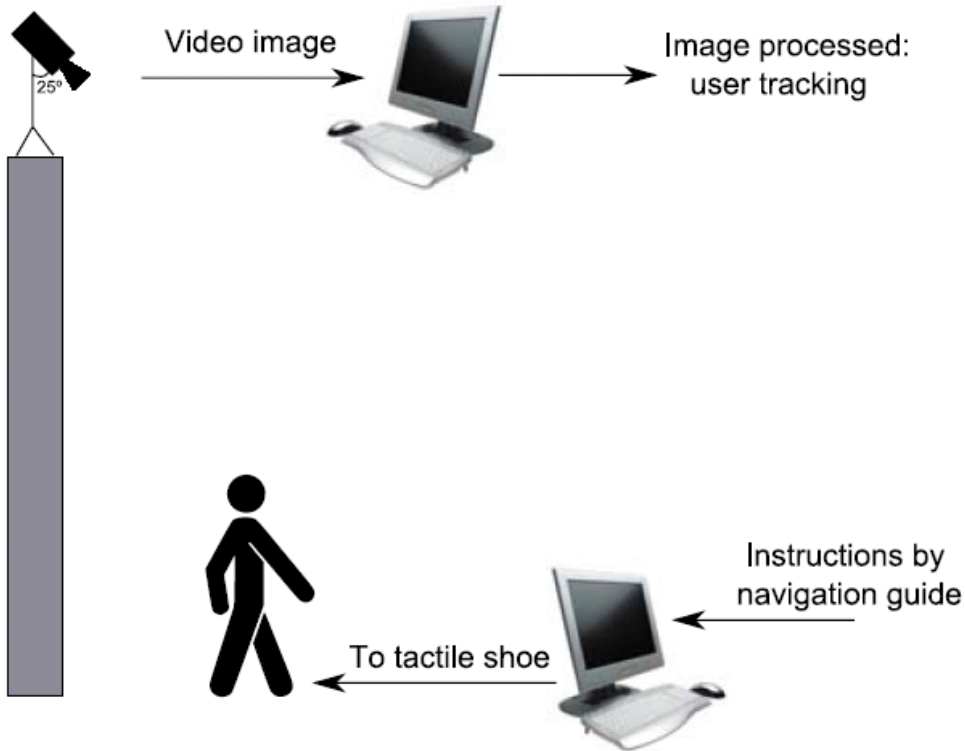








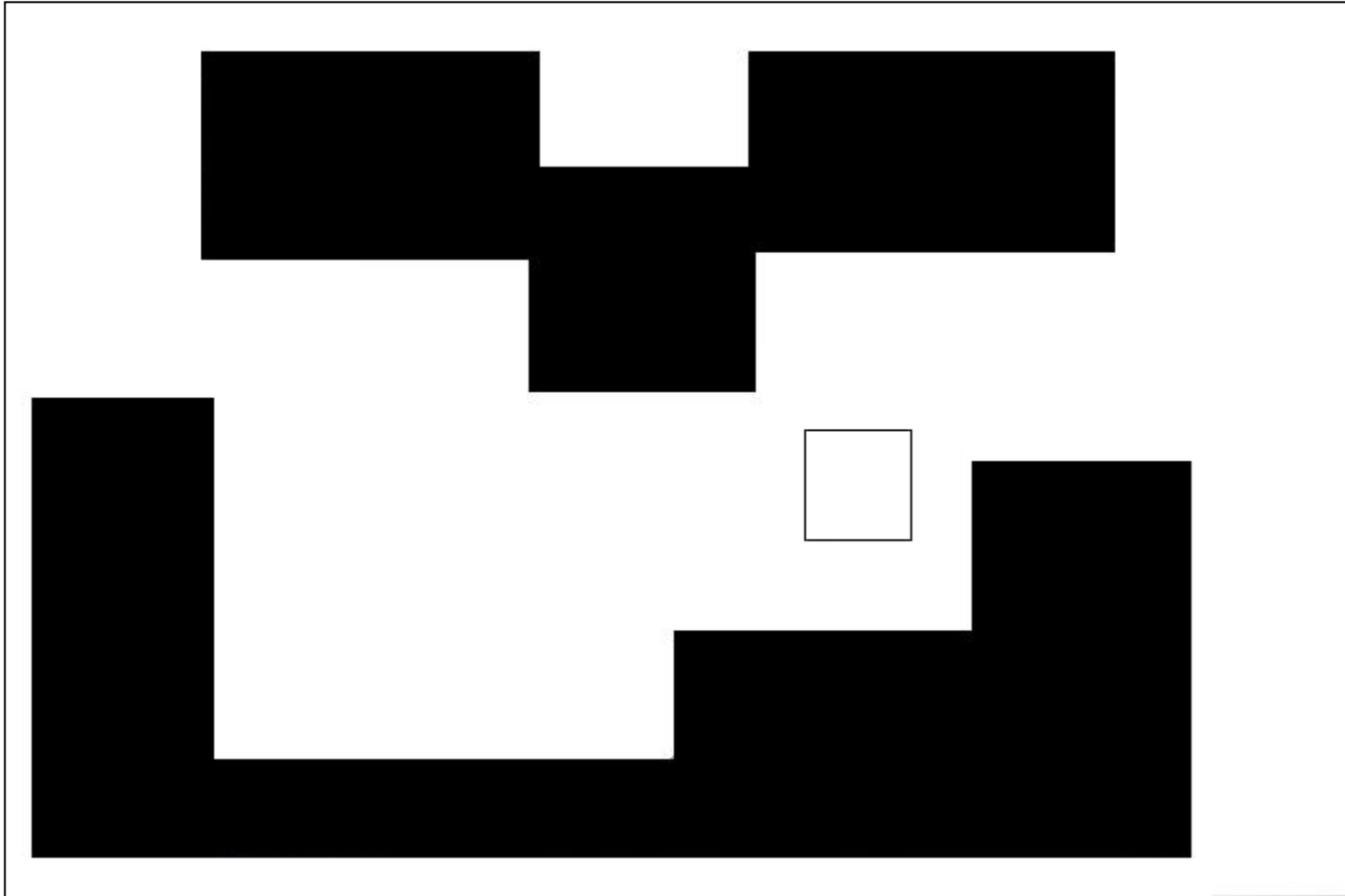






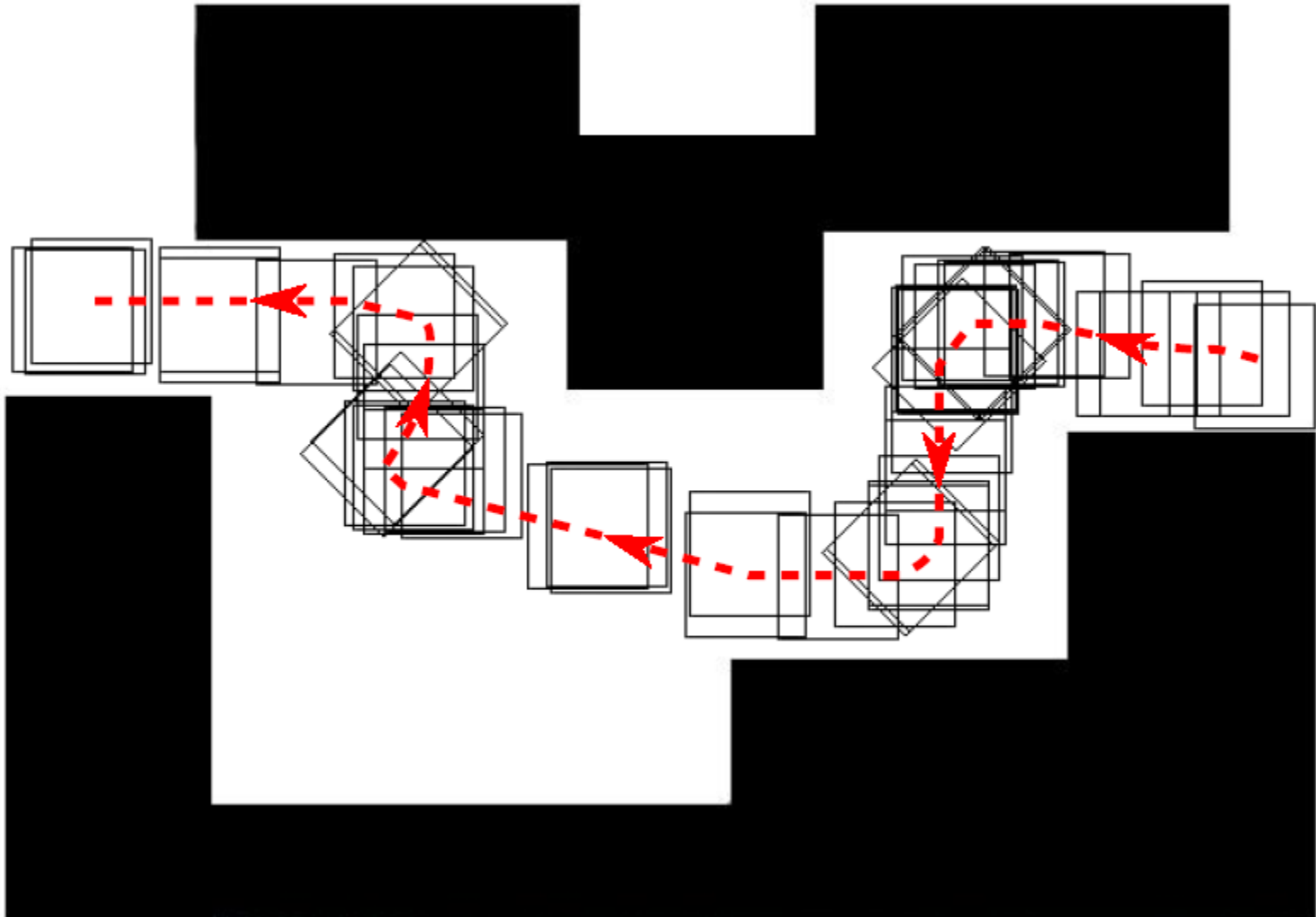


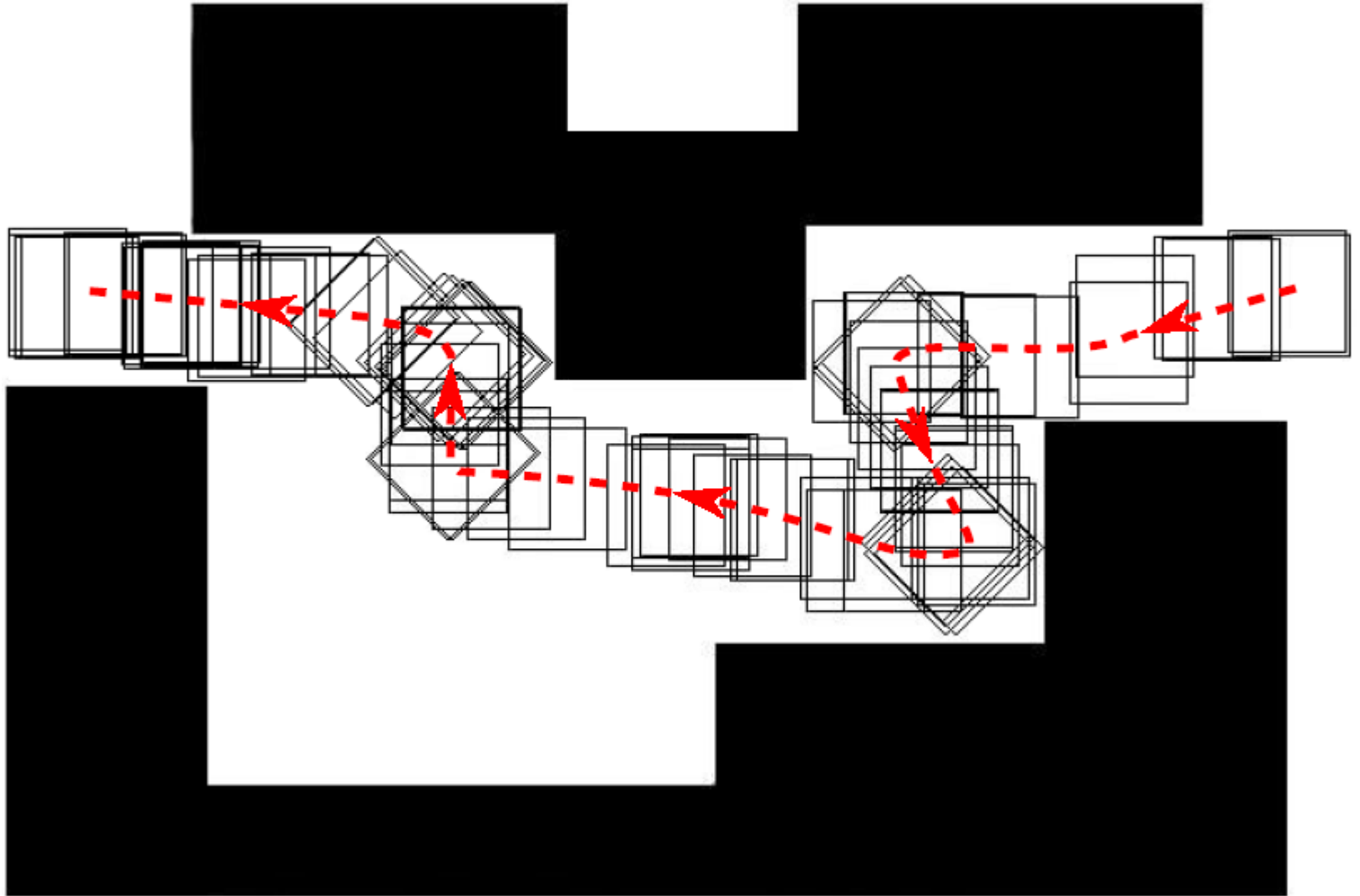


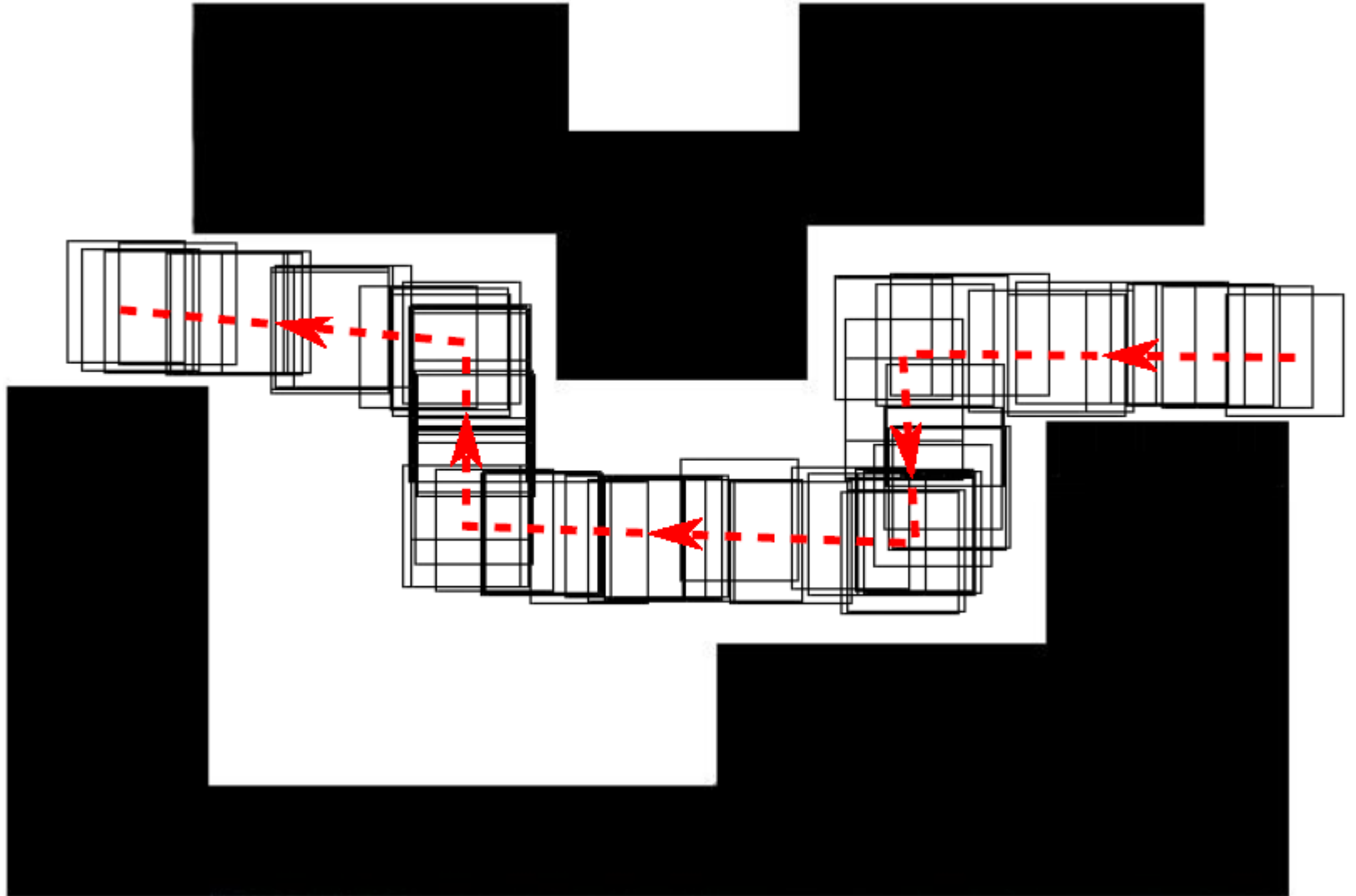




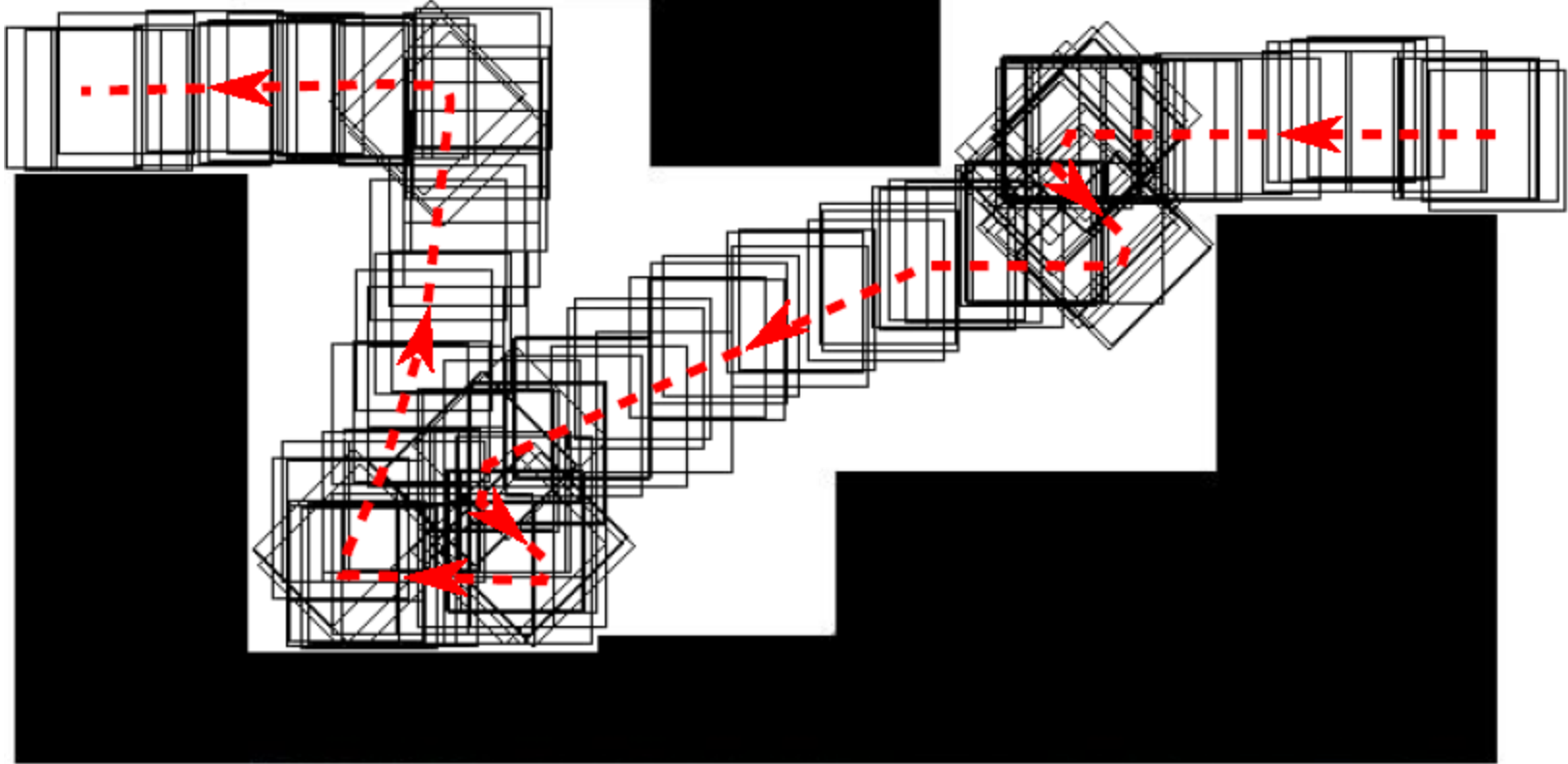




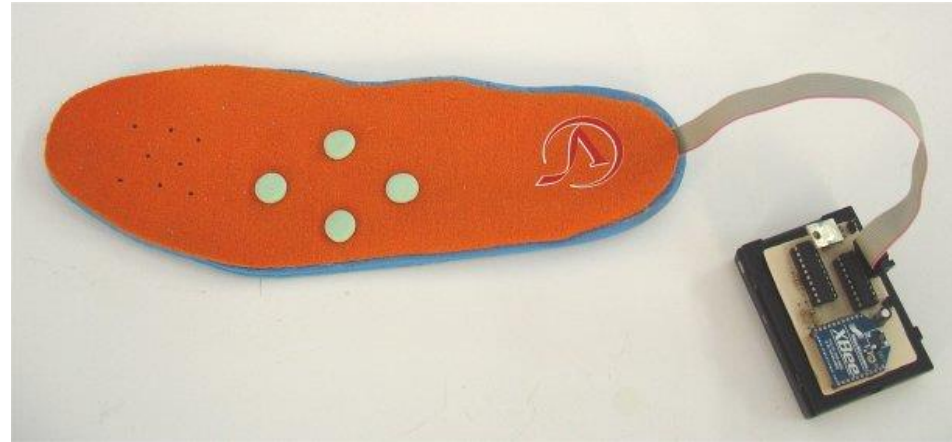




¡Resultados alentadores!



V2



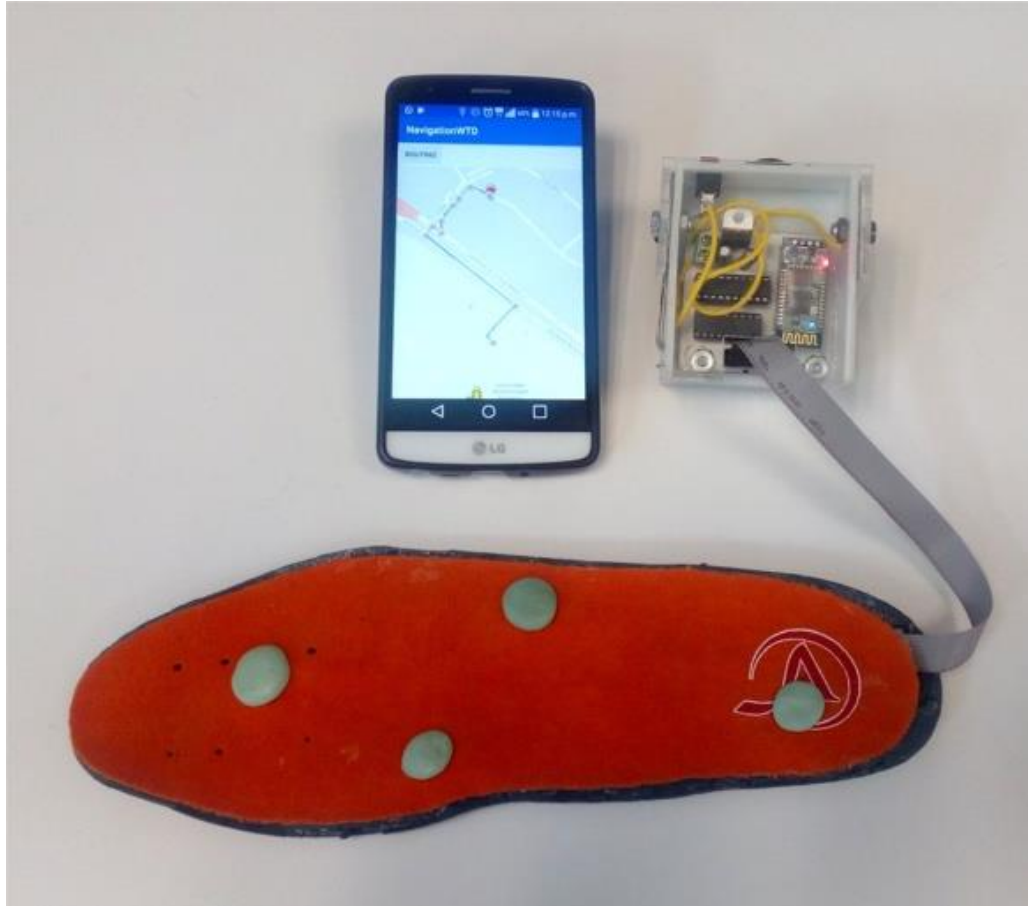
V3





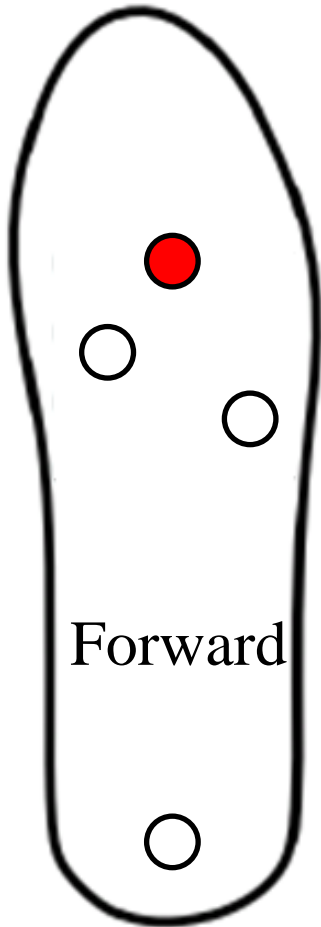
# Dispositivos wearable





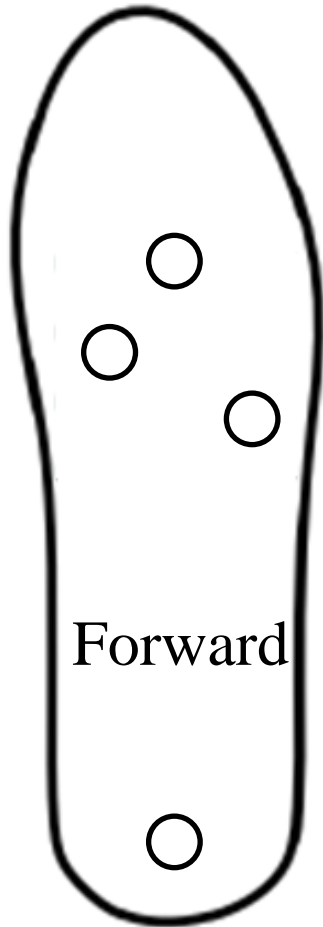
# Instrucciones en V2-V4

---



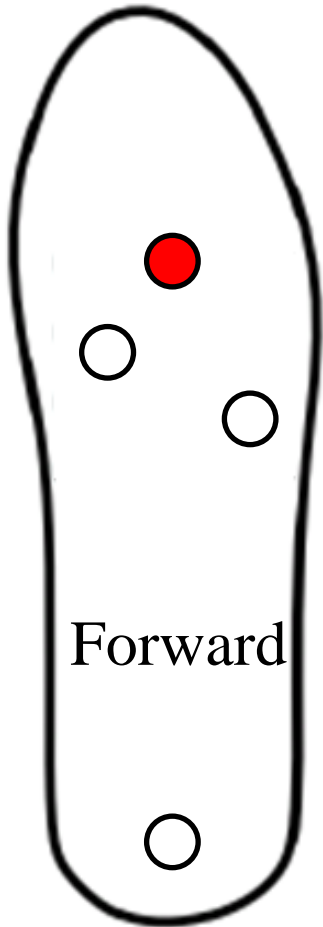
# Instrucciones en V2-V4

---



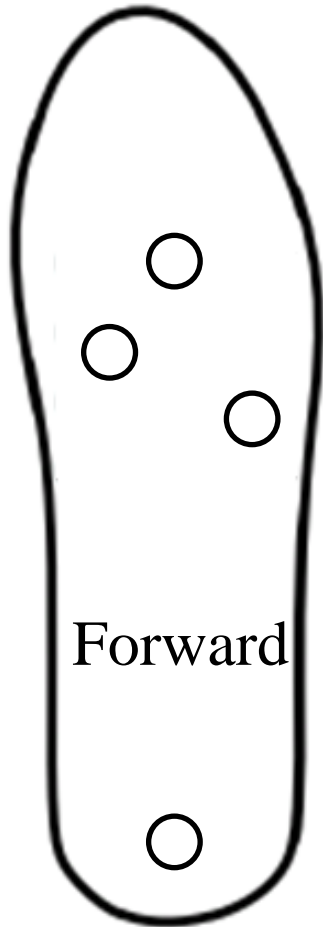
# Instrucciones en V2-V4

---



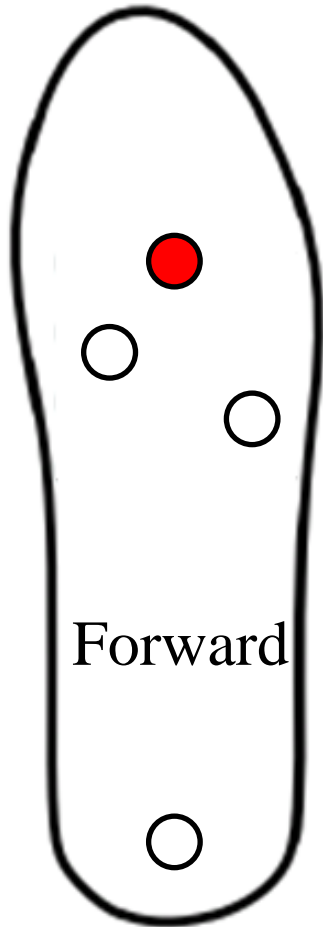
# Instrucciones en V2-V4

---



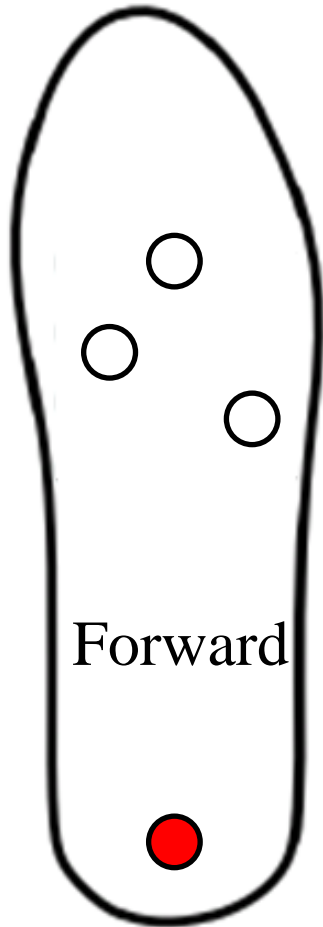
# Instrucciones en V2-V4

---

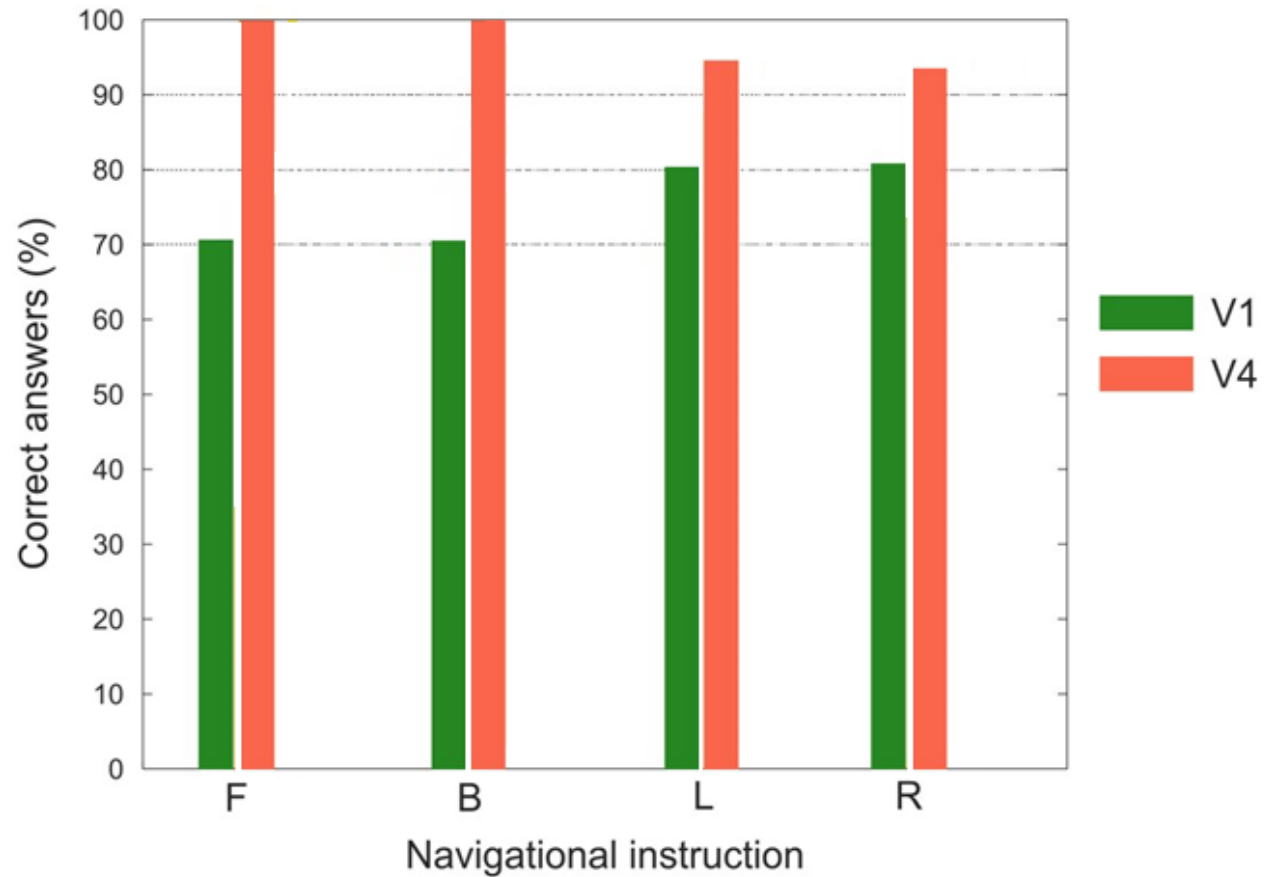
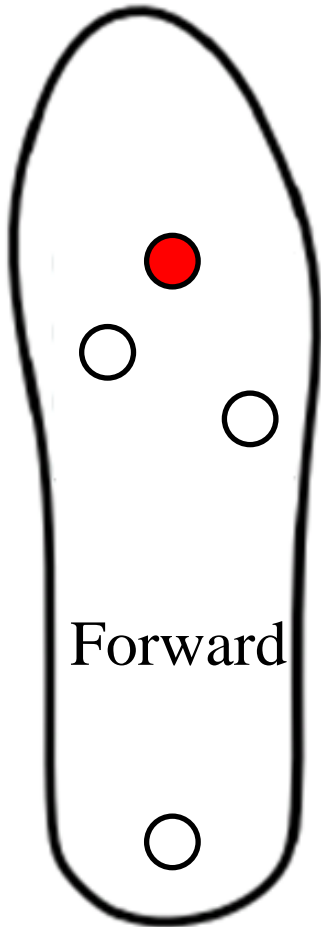


# Instrucciones en V2-V4

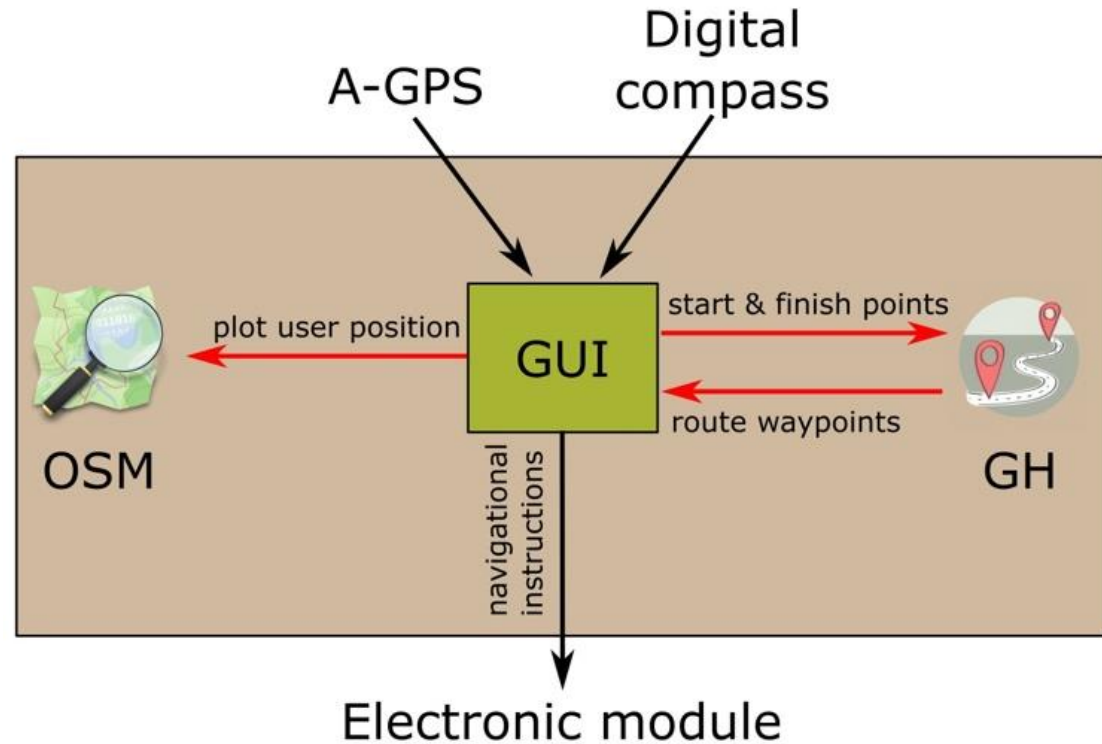
---



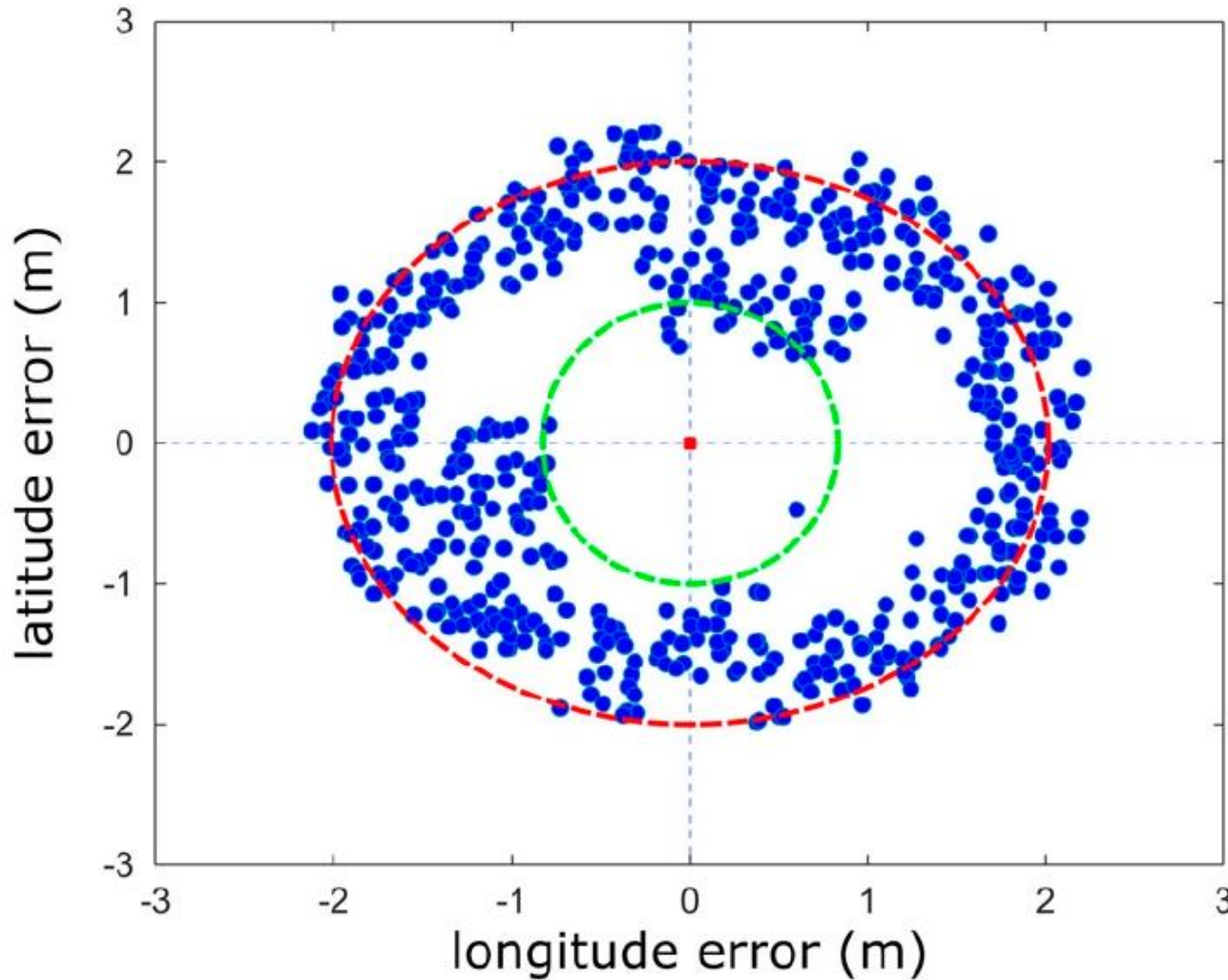




# Software de Navegación

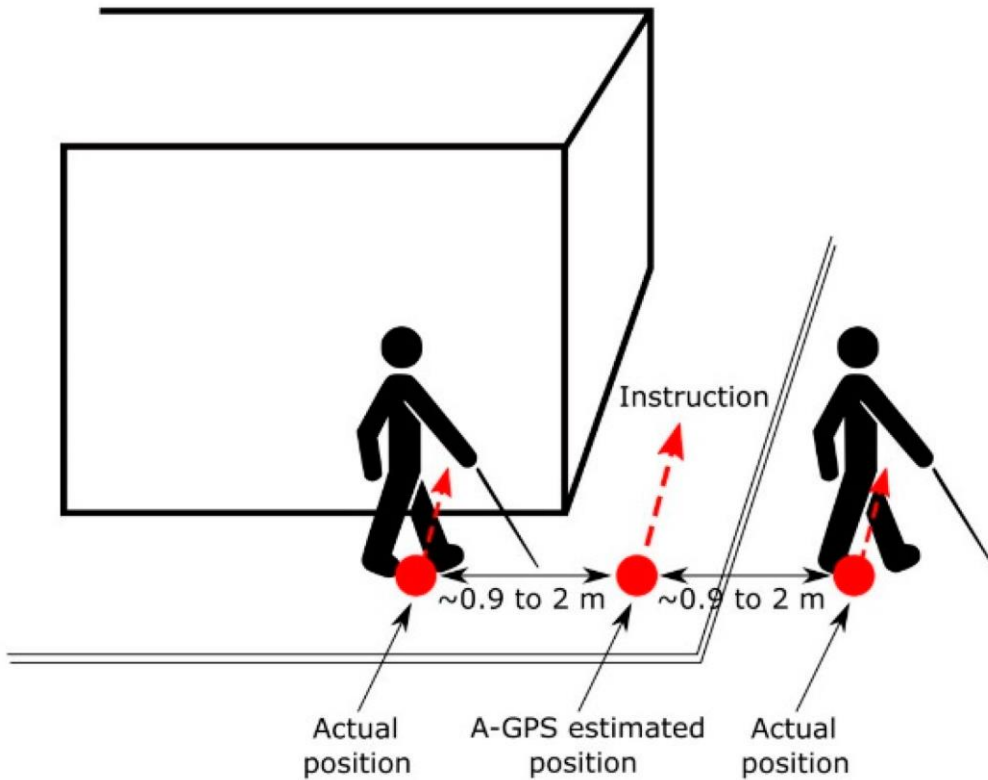


# Precisión en la navegación

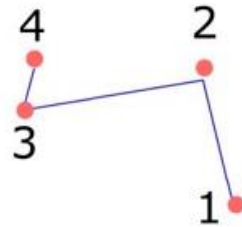


Precisión A-GPS :  
0.9 - 2.1 m

# Precisión en la navegación



# Resultados preliminares



N	I	UI
1	CONTINUE_ON_STREET	0
2	TURN_LEFT	-2
3	TURN_RIGHT	2
4	FINISH	4



To electronic module

# Resultados preliminares





SEARCH IN: All SEARCH

iee spectrum INSIDE TECHNOLOGY

MAGAZINE MULTIMEDIA BLOGS SPECIAL REPORTS NEWSLETTERS WEBINARS WHITEPAPERS RSS

AEROSPACE BIOMEDICAL COMPUTING CONSUMER ELECTRONICS ENERGY GREEN TECH ROBOTICS SEMICONDUCTORS TELECOM AT WORK GEEK LIFE

October 2009

## Navigation by the Soles of Your Feet

Vibrating driver's seats and shoe inserts are proving that humans can gather information using unusual parts of the body

LEARN MORE >>

webinars

**The Future of Robotics**  
12 Nov 2009 2:00PM ET THE FUTURE OF...

**Enabling Electronics for Smart Grid Technologies & Beyond**  
30 November 2009 -- 5 PM PT to 7:30 PM PT -- Santa...

**Getting the Most from MATLAB & Simulink**  
Available Now GETTING THE MOST FROM MATLAB AND...

**Robotics & Academic Research**  
Available Now After two popular Robotics...

**Windows Embedded: Platform for Industrial Devices**  
Available Now Windows Embedded: The Platform...

most recent | most viewed | most emailed | most commented

ADVERTISEMENT





**BBC**  
HORIZONS





- El 10% de la población mundial presenta algún tipo de discapacidad. Las personas con discapacidad visual representan el 2-3%.
- Las Tecnologías de Asistencia (AT) tienen por objetivo asistir a las personas con discapacidad visual en su vida cotidiana particularmente en tareas como la lectura, el acceso a la información digital, la percepción del espacio y la navegación.

- En esta charla hablamos de los retos principales así como de los métodos tradicionales y tendencias en AT para personas invidentes.
- Se presentaron ejemplos de nuestro trabajo en la Universidad Panamericana (México) los cuales, a pesar de ser prototipos de laboratorio, presentan resultados alentadores mismos que sugieren que nuestros dispositivos podrían ser utilizados con éxito por la población objetivo.

**¡ Gracias por atención !**  
**¿Preguntas?**

# Sistemas Mecatrónicos para la Asistencia de Personas con Discapacidad Física

**Dr. Ramiro Velázquez**

*Prof. en Mecatrónica y Control*  
*Vicerrector*

**[rvelazquez@up.edu.mx](mailto:rvelazquez@up.edu.mx)**