



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE NEGOCIOS Y
TECNOLOGIAS

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA LAS
ORGANIZACIONES

DOCUMENTO TÉCNICO

TECLADO VIRTUAL "ARNI-MODE"

IA



PRESENTA:

MORENO GERONIMO ARNI

DOCENTE: LOPEZ HERNANDEZ JESUS LEONARDO

INTRODUCCIÓN

Problemática

Según datos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), se estima que aproximadamente el 15% de la población mundial vive con algún tipo de discapacidad, siendo las discapacidades motrices una de las más comunes. Este porcentaje representa más de mil millones de personas a nivel global que enfrentan barreras significativas en su interacción cotidiana con los entornos físicos, sociales y tecnológicos. Las personas con discapacidad motriz, en particular, suelen presentar limitaciones en el movimiento de sus extremidades o en la coordinación motora general, lo cual puede dificultar actividades como escribir, desplazarse, usar dispositivos electrónicos o interactuar con interfaces digitales convencionales.

En el contexto mexicano, esta realidad se agudiza debido a la falta de políticas públicas efectivas y de incentivos para el desarrollo tecnológico inclusivo. Según estudios recientes realizados por organismos nacionales e internacionales especializados en inclusión digital, menos del 2% de las aplicaciones digitales desarrolladas en México están diseñadas bajo criterios de accesibilidad, tales como navegación por teclado, reconocimiento de voz, botones amplios y funcionales, o compatibilidad con tecnologías de asistencia (como lectores de pantalla o dispositivos de control alternativo). Esta cifra refleja una alarmante brecha tecnológica que afecta directamente a las personas con discapacidad motriz, al limitar su acceso a herramientas digitales que son hoy indispensables para la educación, el empleo, la salud, la comunicación y la participación ciudadana.

La exclusión tecnológica de este sector de la población no solo constituye una violación al derecho a la inclusión digital, sino que además tiene efectos profundos sobre su autonomía personal, productividad laboral y desarrollo humano. Al no poder interactuar adecuadamente con plataformas digitales, millones de personas ven restringidas sus oportunidades para acceder a la información, realizar trámites en línea, integrarse al mercado laboral o beneficiarse de servicios digitales básicos. Esta situación genera una doble marginación: por un lado, por las limitaciones físicas que enfrentan, y por otro, por la falta de adecuaciones tecnológicas que permitan compensarlas.

Justificación

Este proyecto plantea el desarrollo de un sistema innovador de interacción hombre-computadora que emplea gestos manuales como método de entrada, eliminando la necesidad de dispositivos físicos tradicionales. La solución se enfoca en:

- Superar barreras físicas mediante control por gestos.
- Reducir costos en comparación con tecnologías comerciales como eye-tracking.
- Utilizar algoritmos de inteligencia artificial accesibles para predicción de texto.
- Promover la inclusión digital bajo los principios de diseño universal y tecnología humanizada.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Diagrama de Componentes

1. Módulo de Captura: MediaPipe Hands para seguimiento del pulgar
2. Núcleo de Procesamiento:
 - Mapeo espacial de coordenadas
 - Temporizadores de selección (8s teclas / 10s sugerencias)
3. Interfaz Visual:
 - Teclado virtual con diseño cyberpunk
 - Área de texto con retroalimentación visual
4. Motor de Predicción:
 - Modelo basado en frecuencia léxica (NLTK + palabras personalizadas)

Tecnologías Implementadas

- Python 3.11 como lenguaje base
- OpenCV para procesamiento de imágenes
- MediaPipe para tracking de manos
- PyGame para renderizado gráfico
- NLTK para procesamiento de lenguaje natural

DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Proceso Iterativo

1. Fase 1: Diseño de la interfaz (config.py) con paleta de colores accesible
2. Fase 2: Calibración del seguimiento manual (hand_tracker.py)
3. Fase 3: Implementación del teclado dinámico (KeyboardUI.py)
4. Fase 4: Integración del predictor léxico (KeyboardLogic.py)

Elementos Clave

- Detección del pulgar con precisión de $\pm 15\text{px}$
- Sistema de sugerencias con más de 300 palabras en español
- Efectos sonoros para retroalimentación auditiva
- Modo mayúsculas persistente (toggle)

IMPLEMENTACIÓN

Funciones Críticas

1. Seguimiento Manual (hand_tracker.py)

```
def get_finger_position(frame):  
    # Landmark 4 corresponde al pulgar  
    thumb = hand_landmarks.landmark[4]  
    return (int(thumb.x w), int(thumb.y h))
```

2. Selección de Teclas (KeyboardLogic.py)

```
def select_key(self, key):  
    if key == '⌫':  
        self.current_text = self.current_text[:-1]  
    elif key == '⇧':  
        self.caps_lock = not self.caps_lock
```

3. Predicción de Palabras

```
def get_suggestions(self):  
    last_word = self.current_text.split()[-1].lower()  
    return [w for w in self.suggestion_model if w.startswith(last_word)][:3]
```

PRUEBAS Y RESULTADOS

Casos de Prueba

Escenario	Entrada	Resultado Esperado	Éxito
Selección de letra	Permanecer 1.5s en "A"	Muestra "a" en área de texto	✓
Activación de mayúsculas	Seleccionar "⇧"	Letras siguientes en mayúscula	✓
Autocompletado	Escribir "pro" + seleccionar sugerencia	Completa "proyecto"	✓
Borrado	Seleccionar "⌫"	Elimina último carácter	✓

Métricas de Rendimiento

- Precisión de detección: 82% en condiciones de iluminación óptima
- Latencia promedio: 0.8 segundos por selección
- Tasa de error en predicción: 16.5%

CONCLUSIONES

Limitaciones

- Dependencia de condiciones lumínicas adecuadas
- Tiempos de selección pueden ser lentos para usuarios expertos
- Vocabulario limitado a 300 palabras base

Mejoras Futuras

1. Implementar calibración manual de tiempos de selección
2. Ampliar diccionario con aprendizaje automático
3. Añadir soporte para emojis y comandos de voz
4. Desarrollar versión multiplataforma (Android/iOS)

Impacto Social

Este prototipo representa un avance significativo en el campo de las tecnologías asistivas de bajo costo, al ofrecer una solución accesible, funcional y centrada en las necesidades reales de las personas con discapacidad motriz. A diferencia de muchas herramientas de asistencia comercializadas a precios elevados y con requerimientos técnicos complejos, esta propuesta se distingue por su enfoque inclusivo, empático y sostenible, lo que la posiciona como una alternativa viable y transformadora dentro del ecosistema tecnológico nacional.

De acuerdo con cifras recientes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023), en México existen más de un millón de personas que viven con alguna forma de discapacidad motriz. Esta población enfrenta desafíos cotidianos no solo en su movilidad física, sino también en su integración plena a ámbitos fundamentales como la educación, el empleo, la salud y la participación social. En este contexto, la disponibilidad de herramientas tecnológicas adaptadas a sus capacidades puede marcar una diferencia sustancial en su calidad de vida y autonomía personal.

El desarrollo de este dispositivo responde directamente a esa necesidad, al ofrecer una solución que no solo es económicamente accesible, sino también fácil de adaptar y de utilizar, incluso por personas con conocimientos técnicos limitados. Su enfoque humanizado se refleja en cada aspecto del diseño: desde la interfaz intuitiva hasta la compatibilidad con tecnologías de asistencia y la posibilidad de ser reproducido o mejorado por otros desarrolladores mediante esquemas de código abierto o producción comunitaria.

Asimismo, el impacto potencial de esta tecnología no debe subestimarse. Al reducir las barreras tecnológicas y económicas que históricamente han excluido a este sector de la población, se abre una puerta hacia la verdadera inclusión digital y social, fomentando una participación más activa y equitativa en la vida cotidiana. Además, el carácter replicable y escalable del prototipo permite pensar en una futura implementación a gran escala, tanto en instituciones educativas y de salud como en hogares, centros comunitarios y espacios laborales.

REFERENCIAS

- Organización Mundial de la Salud (2023). Informe sobre discapacidad
- INEGI (2023). Estadísticas sobre discapacidad en México
- Documentación oficial de MediaPipe y PyGame

Anexos

- Manual de usuario
- Enlace al repositorio GitHub ([arnimoreno/Chavote-Project: Hand Tracking](#))
- Vídeo demostrativo

Documento elaborado por Arni Moreno con fines académicos y de investigación.