

LesCAP: Prototipo de traducción interactiva LESCO

Proyecto a largo plazo

Tecnologías de información aplicadas a la informática

Erick David Mora Cascante, Mathyas Gamboa Picado, Adrián Jesús Mora Barboza

Francisco Prado Merlos

Colegio Técnico Profesional de Acosta

Unidos por la excelencia

erick02mora@gmail.com

jositomoramisy@gmail.com

mathyas09gp@gmail.com

Abstract—El presente proyecto, denominado LesCAP, surge ante la necesidad de derribar las barreras de comunicación que enfrenta la comunidad sorda en Costa Rica debido al acceso limitado a herramientas de traducción fluidas y accesibles de la Lengua de Señas Costarricense (LESCO). El objetivo principal de esta investigación es desarrollar un prototipo de traductor asistido mediante informática y tecnologías multimedia. Para ello, se implementó la herramienta de animaciones 3D en Blender, utilizando scripts en lenguaje Python para crear una interacción fluida con el usuario. Como resultado, se propone una solución tecnológica innovadora orientada a la inclusión y la accesibilidad digital. El proyecto demuestra el impacto positivo de las tecnologías de información aplicadas a la informática como un motor de cambio social y académico dentro del Colegio Técnico Profesional de Acosta.

Keywords—Accesibilidad, LESCO, Tecnologías

I. INTRODUCCIÓN

La informática social presenta grandes desafíos como la inclusión y la accesibilidad tecnológica. En Costa Rica, la comunidad sorda utiliza la Lengua de Señas Costarricense (LESCO) como su principal medio de expresión y comunicación (Instituto de Investigaciones Lingüísticas, 2022). Sin embargo, la falta de herramientas de traducción dificulta la interacción cotidiana fluida y el acceso equitativo a la información para esta población, causando una brecha social y comunicativa persistente (Ministerio de Salud, 2023), lo cual obliga a la persona sorda a adaptarse a la sociedad, y no la sociedad a la persona.

A. Planteamiento del Problema

Si bien la tecnología actual permite el uso de texto escrito como una alternativa a la comunicación, esta práctica obliga a la persona sorda a adaptarse al español escrito, el cual funciona bajo una estructura gramatical y lingüística distinta a la de la LESCO. Depender de pequeños textos escritos en un celular priva de la posibilidad de expresarse de manera natural y fluida que caracteriza a su lengua materna, creando la posibilidad de confusión o malentendidos. Debido a esto, la falta de herramientas de traducción bidireccional en tiempo real no solo limita su comodidad, sino que prolonga una barrera lingüística donde el usuario de la LESCO debe forzar su comunicación a un idioma al cual no está acostumbrado.

B. Antecedentes

En Costa Rica, los intentos por digitalizar la LESCO se han centrado principalmente en diccionarios estáticos, vocabularios en formato de video pregrabado o aplicaciones que muestran imágenes estáticas de las señas. Si bien estas herramientas son valiosas para el aprendizaje de vocabulario, carecen de la flexibilidad necesaria para interpretar oraciones completas de forma dinámica, impidiendo crear una conversación real. En Costa Rica, un ejemplo de este tipo de esfuerzo es el Traductor Lesco desarrollado por el Tecnológico de Costa Rica, un sistema basado en avatar que traduce texto a LESCO (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2018), aunque orientado a un entorno web y sin la interacción en tiempo real que propone LesCAP. La integración de animaciones 3D controladas mediante scripts de programación representa un campo poco explorado en el ámbito tecnológico costarricense, lo que convierte a este proyecto en una propuesta innovadora que impulsa la accesibilidad, no solo para facilitar la comunicación, sino evitando la dependencia hacia el internet para su funcionamiento.

C. Justificación

Representar el lenguaje no verbal mediante multimedia interactiva permite mostrarlo de manera más precisa. Al integrar modelado 3D junto a la programación, se pueden recrear movimientos anatómicos para la correcta interpretación de la LESCO.

Este proyecto acude a la accesibilidad y equidad teniendo grandes repercusiones sociales beneficiando de forma directa a la comunidad sorda al ofrecer una herramienta interactiva de comunicación, también beneficia a la comunidad oyente,

facilitando el aprendizaje hacia la LESCO gracias a poder observar las señas mediante un avatar 3D personalizable.

D. Objetivo General y Específicos

Objetivo general: Desarrollar un prototipo de software traductor de texto a Lengua de Señas Costarricense (LESCO) mediante el uso de tecnologías de animación 3D y programación, con el fin de propiciar una alternativa de comunicación interactiva, fluida y accesible para la comunidad educativa en entornos sin conexión a internet.

Objetivos específicos:

Crear animaciones para un avatar virtual en tres dimensiones en Blender, procurando la correcta interpretación de la LESCO.

Programar una interfaz gráfica interactiva en Python y establecer la comunicación bidireccional en tiempo real con Blender, permitiendo el procesamiento e interpretación del texto ingresado por el usuario.

Validar la precisión gestual y la anatomía del avatar 3D mediante la evaluación de un intérprete calificado de LESCO, asegurando la correcta comprensión de los mensajes traducidos.

II. MARCO TEÓRICO

A. Identidad lingüística

La comunicación no se basa solamente en hablar o escuchar, va más allá de eso. Las personas son capaces de expresar sus sentimientos y deseos por medio de música y cartas. Para las personas sordas, la LESCO es su lengua materna y forma de comunicarse, un idioma con una estructura y gramática propias distintas al español escrito, cuya normalización formal aún está en desarrollo (Céspedes Castillo y Montero, 2019). Se podría llegar a pensar que un texto en el celular puede resolver cualquier barrera de comunicación, como cuando se utiliza un traductor para comunicarse en otro idioma, pero esto hace que la persona sorda tenga que adaptarse a un sistema que no le es del todo natural, sin tomar en cuenta que quienes no sepan español deberán aprenderlo para encajar en este sistema. Este proyecto busca crear una verdadera inclusión que traduzca de forma visual y fluida, respetando el idioma de cada usuario.

B. Herramienta de traducción dinámica

Las herramientas actuales que promueven la LESCO son en su mayoría orientadas hacia el aprendizaje, mostrando señas con fotos o videos pregrabados las cuales son un gran apoyo, mas no son orientadas hacia la traducción dinámica. Con la integración del modelado en 3D con la programación tanto en Blender como en la interfaz virtual basada en Python, es posible lograr que un avatar reproduzca y conecte movimientos, interpretando los gestos con precisión. Esto crea un sistema que forma oraciones en tiempo real que tanto el usuario que habla español como el usuario de la LESCO puedan entender.

C. La importancia del funcionamiento local

En la actualidad el internet es algo que se normaliza debido a su presencia e importancia, sin embargo, a pesar de que esté presente en el día a día, no todos tienen acceso a este. Al pensar en este proyecto, no solamente se tomó en cuenta la accesibilidad hacia el idioma sino también la accesibilidad económica y espacial. Por esto el proyecto no necesita conexión a internet directa ni conexión hacia un router, lo único que se necesita es la computadora, lo que permite que el software sea autónomo y funcione en cualquier momento.

III. METODOLOGÍA

A. Materiales y herramientas utilizadas

Para desarrollar el prototipo se utilizaron diversos materiales y herramientas, siendo:

- Blender: Herramienta de animación 3D en la cual se elaboraron cada una de las animaciones, además se aprovechó su API nativa en Python para reproducir cada una de estas animaciones de manera fluida cuando se le solicita.
- Interfaz Gráfica: Por medio de la librería CustomTkinter se desarrolló una interfaz interactiva, que junto con pywin32 y pygetwindow se logró la captura e incrustación nativa de Blender en la ventana del sistema.
- Comunicación entre software: Utilizando la librería socket se estableció la comunicación entre Blender y la interfaz gráfica a través de TCP/IP. Además, se integró la librería threading para la ejecución asíncrona de tareas, speech_recognition para el dictado por voz y json para la gestión de la base de datos de señas.
- Recurso Gráfico: Se utilizó el avatar tridimensional del personaje “Oguri Cap” como base para la estructura anatómica, a partir de este avatar se crearon las animaciones para interpretar la LESCO. El avatar proporcionaba una base con estructuras móviles predefinidas que servían de apoyo para las animaciones.

B. Fases del desarrollo

LesCAP se estructuró en cuatro fases consecutivas de desarrollo, en las cuales hubo muchas mejoras en la fluidez, interacción y realismo:

- Fase 1- Prototipo lógico y anatómico: En las fases tempranas de LesCAP el principal objetivo era crear un intérprete en tiempo real, se priorizó la comunicación entre una interfaz simple y Blender, donde este último pudiera recibir palabras desde la interfaz e interpretarlas mediante temporizadores nativos. El modelo de pruebas en este prototipo fue “Seiun Sky” y tenía animaciones muy simples solo para verificar su correcto funcionamiento.
- Fase 2- Animación y base de datos: Durante esta fase, posterior a la verificación de su funcionamiento, se integró al personaje “Oguri Cap” como modelo definitivo para establecer la base. Se inició la elaboración de las animaciones mediante keyframes a lo largo de 60 fotogramas,

- Fase 3- Fluidez y conexión: El último paso para asegurar una interacción fluida y realista era la posibilidad de conectar las palabras sin tener que ingresarlas una a una. Para lograr esto se implementó el algoritmo crossfading el cual intercala dos animaciones antes de que la primera acabe lo cual logra un efecto de continuidad casi perfecto. Sin embargo, esto redujo el margen útil de fotogramas dedicado a las animaciones, teniendo que dejar 12 fotogramas libres al final. Para finalizar, se agregó la expansión dinámica de la línea de tiempo para que el código pudiese correr durante tiempo indefinido además de borrar los 30 fotogramas ya pasados para asegurar rendimiento.
- Fase 4- Integración de Blender en la interfaz interactiva: Por medio de CustomTkinter se creó la interfaz principal, la cual gracias a las librerías pywin32 y pygetwindow se pudo incorporar la ventana de Blender, un cuadro dedicado a ingresar texto, un banco de las palabras disponibles y un modo de detección de voz.

Para garantizar fluidez en la interpretación gestual, el sistema de animación de Blender se estructuró mediante una arquitectura de capas y ejecución constante:

- Ciclo de ejecución: El control de la secuencia de animaciones se gestiona a través de una ruta principal llamada `master_manager`, esta se encarga de ejecutar evaluaciones continuas a una frecuencia de 20 Hz mediante temporizadores nativos de Blender. Esta función monitorea en segundo plano la correcta comunicación e instrucciones entre la interfaz gráfica y Blender.
- Estructura de capas NLA (animación no lineal): La animación del avatar opera en un sistema de dos pistas independientes:
 1. Capa base: Mantiene de forma permanente la postura neutral, haciendo que el avatar vuelva a esta después de cada animación y para conectar de manera fluida cada palabra.
 2. Capa dinámica: Recibe e inserta secuencialmente las animaciones correspondientes a las señas dentro de la base de datos.

[illegible]

IV. Discusión de los Resultados y Conclusiones

A. Animaciones del avatar

Al iniciar LesCAP la expectativa hacia el proyecto era un programa con una gran variedad de animaciones, rondando las 200 animaciones en el mejor de los escenarios. Sin embargo, dedicamos tanto esfuerzo en la fidelidad al movimiento respecto al de la vida real y la fluidez entre cada una de estas, que la cantidad deseada de animaciones se redujo bastante. No obstante, a pesar de no alcanzar la meta el resultado de las animaciones es estable, funcionando de manera fluida entre los 24 y 60 cuadros por segundo y siempre respetando la concordancia con la realidad.

B. Interfaz de la aplicación

La interfaz de LesCAP busca ser directa e intuitiva, en la cual los usuarios pueden ver las palabras disponibles, ver qué están escribiendo, dictar por voz, y principalmente el avatar de forma clara y no invasiva. La incorporación nativa de Blender dentro de la interfaz de Python mediante socket local se mantuvo estable durante pruebas de uso prolongado y de estrés, sin embargo, la detección de voz podría tener mejoras en el futuro y la forma en que el programa detecta las palabras podría ser más amplia.

C. Validación con intérprete LESCO

En el Colegio Técnico Profesional de Acosta, el intérprete de la LESCO y docente tutor Francisco Prado Merlos, se encargó de verificar la fidelidad de las animaciones y la anatomía del avatar durante distintas etapas del desarrollo, brindando su punto de vista y puntos donde podíamos mejorar. Aunque LesCAP presentó errores principalmente a la hora de enlazar palabras, estos errores sirvieron de apoyo para ver en qué mejorar con el suficiente tiempo de anticipación para hacerlo.

D. Discusión general

Durante el desarrollo uno de los principales retos se centró en el sistema de animaciones de Blender, ya que se buscaba tanto la fluidez entre animaciones consecutivas como la fidelidad anatómica del movimiento respecto a la LESCO real. Esto exigía que las animaciones no solo se encadenaran de manera suave, sino que fueran claramente visibles y entendibles para el usuario final. Priorizar esta fidelidad sobre la cantidad implicó revisar y ajustar cada animación de forma individual antes de integrarla al sistema, lo cual redujo el número final de animaciones respecto a la meta inicial, pero garantizó consistencia y legibilidad en el resultado obtenido.

E. Conclusiones

- LesCAP demuestra la posibilidad de crear herramientas interactivas e inclusivas para usuarios tanto de la LESCO como de español.
- Priorizar la fluidez entre animaciones y fidelidad anatómica del movimiento por encima de la cantidad de señas disponibles resultó en un sistema más consistente y legible, aunque con un vocabulario más reducido de lo planeado inicialmente.
- La integración nativa de Blender dentro de la interfaz de Python, mediante un socket local, se mantuvo estable durante las pruebas realizadas, sin mayores complicaciones técnicas ni pérdidas de sincronización entre ambos programas.
- La validación con el intérprete de la LESCO confirmó la fidelidad anatómica de las animaciones del avatar, identificando errores puntuales en el enlace de palabras que fueron corregidos durante el desarrollo.

V. Referencias

- Céspedes Castillo, C., y Montero, F. (2019). Aproximación a una estructura gramatical estandarizada de la LESCO. *Investiga.TEC*. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/4068
- Instituto de Investigaciones Lingüísticas. (2022). *LESCO*. Universidad de Costa Rica. <https://inil.ucr.ac.cr/linguistica/lesco/>
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2018). *Por segunda ocasión, sordos prueban avatar que traduce digitalmente al LESCO*. Hoy en el TEC. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/09/26/segunda-ocasion-sordos-prueban-avatar-traduce-digitalmente-lesco>
- Ministerio de Salud. (2023). *Cuidado con el oído y la audición para todos. ¡Hagámoslo realidad!* <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/prensa/60-noticias-2023/1528-tema-cuidado-del-oido-y-la-audicion-para-todos-hagamos-lo-realidad>