

Traductor LESCO: un esfuerzo puntual en el apoyo al proceso de aprendizaje de estudiantes con discapacidad auditiva

Johan Serrato-Romerom
(jserrato@itcr.ac.cr)*
Mario Chacón-Rivas
(machacon@itcr.ac.cr)*

Introducción

El Tecnológico de Costa Rica (TEC), en respuesta a la atención de estudiantes con algún tipo de discapacidad, ha realizado constantes esfuerzos en adaptación de la infraestructura física y, más recientemente, en la adaptación de sus medios digitales y materiales educativos.

El TEC Digital, en conjunto con el Departamento de Orientación y Psicología (DOP) y otras instancias, ha trabajado en los últimos tres años en capacitación a docentes para la elaboración de materiales educativos accesibles y en la adaptación de la plataforma de apoyo virtual para soportar niveles de accesibilidad, entre otros.

De manera puntual se ha trabajado un proyecto de apoyo a los estudiantes con discapacidad auditiva, el cual pretende lograr una herramienta que permita realizar la traducción de textos educativos a la Lengua de Señas Costarricense (LESCO) basada en la gramática definida oficialmente por el Centro Nacional de Recursos para la Educación Inclusiva (CENAREC) [1]. El proyecto trata de llevar esta lengua al mundo de las tecnologías de información y facilitar su divulgación al público general, empezando con la investigación para construir un traductor de texto en español a LESCO.

LESCO es la lengua oficial de la comunidad sorda de Costa Rica, la cual es un conjunto determinado de gestos corporales (manos, cara y torso), cuya secuencia está dada por una gramática entendida por sus usuarios y tiene como objetivo ser un complemento útil para la comunicación.

Las lenguas de señas han surgido como una herramienta derivada del lenguaje corporal, la cual se complementa naturalmente con la oración de frases característica del lenguaje escrito, en el contexto cultural donde se origina. Es por esta razón que muchas señas son derivadas de gestos de apariencia intuitiva para luego ser normalizadas cuando se complementan con un patrón específico de la lengua de señas estandarizado.

Como consecuencia, tenemos que cada lengua de señas es diferente en cada país, y que a medida que el público que utiliza estas lenguas aumenta, se fortalece más su distribución y evolución. Este crecimiento tiene que estar evidenciado también en las tecnologías de información, por lo que desde principios de la década de los 2010 se ha estado trabajando más en tratar de facilitar la comunicación bidireccional entre estas comunidades y los contenidos escritos y orales en idiomas orales [2]–[4].

Gramática LESCO

LESCO presenta una serie de particularidades históricas que han definido los elementos de señas que utiliza en la actualidad. Recientemente ha sido influenciada por la Lengua de Señas Americana (ASL) y viene con una evolución en sus términos desde la década de los ochentas, incluyendo particularidades principalmente en regionalismos [5].

Como toda lengua, LESCO sufre de una transformación constante, dándose la pérdida de términos o señas por el mayor uso de otros, lo cual ha motivado esfuerzos puntuales por construir un diccionario que los documente y evitar su extinción total. El trabajo más sobresaliente publicado en este aspecto es el Proyecto de Descripción Básica de la LESCO de CENAREC [1], que tuvo como fin ser un punto de entrada para la consulta de términos LESCO, así como una fuente importante de información para comprender sus reglas y estructura. De acuerdo con este proyecto, se define una gramática donde existen cuatro niveles de análisis:

a) Nivel fonético-fonológico: corresponde a las partes sin significado en que pueden analizarse las señas. Se revisan cuáles formas de la mano, cuáles orientaciones, movimientos, ubicaciones espaciales y rasgos no manuales usa LESCO para acuñar y modificar sus señas y de qué manera se combinan entre sí estos elementos.

b) Nivel morfológico: aborda la estructura de las señas considerando aspectos técnico-semánticos, por ejemplo de qué manera cambian de forma las señas para introducir en las oraciones ciertas informaciones gramaticales como clase, aspecto, modalidad, persona y número, entre otros.

c) Nivel sintáctico: se consideran las reglas seguidas por las señas para combinarse unas con otras en secuencias complejas tales como frases y oraciones.

d) Nivel discursivo: son los principios relativos a la organización del texto, es decir, a los niveles superiores al sintáctico, que deben tomarse en cuenta para participar correctamente en conversaciones en LESCO.

Contexto del proyecto en términos de accesibilidad

Para contextualizar la investigación y el proyecto, se tomaron como referencia datos de la UNESCO que indican que en el mundo existen más de 1000 millones de personas con algún nivel de discapacidad [6].

Sumado a esto se tienen investigaciones que muestran datos comparativos sobre el dominio de lenguaje entre personas sordas escolarizadas y personas oyentes escolarizadas. En los Estados Unidos de América, “una mayoría de jóvenes sordos de 18 años tienen un nivel de lectura en inglés inferior al promedio de niños de 10 años oyentes” [7].

En el caso de Costa Rica, en el año 2004 y basados en información del censo del año 2000, se contaban al menos 29 413 personas con trastornos del habla y al menos 26 235 personas sordas [8].

Proyectos de apoyo al aprendizaje para personas con discapacidad auditiva (traductor LESCO)

El TEC ha trabajado el proyecto Traductor LESCO como un apoyo a los estudiantes con discapacidad auditiva. Este proyecto pretende lograr una herramienta que permita realizar la traducción de textos educativos a LESCO.

Tecnologías aplicadas a la traducción

Convertir un lenguaje natural a lengua de señas implica la traducción desde un conjunto de reglas a otro, con un paso adicional de síntesis de movimientos. A continuación, se explica la aplicación de cada uno de ellos.

1. Reglas de construcción y ontologías

Las reglas necesarias para la construcción de frases válidas en un lenguaje se clasifican en tres grupos: léxicas, sintácticas y morfológicas. Para que funcionen en una comunicación comprensible, estas reglas condicionan su uso de acuerdo con el significado de lo que se quiere comunicar; suele ser muy específico respecto a la intencionalidad del emisor y depende del contexto (lugar, momento, sentimiento) en el que ocurre. Estas condiciones dan origen a la semántica, la cual está sujeta a una evolución constante dentro de un idioma y es un tema de investigación abierto en áreas tecnificadas del idioma como semántica computacional [11].

El reconocimiento de la estructura de una expresión textual es su gramática. Esta incluye las reglas léxicas, sintácticas y morfológicas que determinan las formas posibles que puede tomar cada elemento de la expresión, así como todas sus combinaciones posibles, sin tomar en cuenta el fin comunicativo de la frase. En este sentido, se ha logrado mucho a partir de diversos proyectos de procesamiento de lenguaje natural (por ejemplo The Stanford Parser [12], OpenNLP [13], Freeling [14]).

Sobre el contexto semántico para el análisis de un texto de forma computacional, la tendencia de las investigaciones consiste en utilizar elementos de lingüística computacional que ayuden a enlazar términos léxicos (conocidos como lemas), su morfología y reglas de construcción sintácticas con significados, mediante algún tipo de esquema estructurado.

Para varias lenguas de señas se ha tratado de abordar el problema de su traducción definiendo reglas morfológicas que surgen de su utilización, por medio de la observación y frecuencia de uso de cada tipo de seña detectado. Por lo general, la conclusión es que estas lenguas presentan características análogas a su respectivo lenguaje natural, de modo que el estudio de estas traducciones es multidisciplinario, e implica estudios histórico-culturales, lingüísticos y de representación del lenguaje natural en datos computacionales [18].

2. Síntesis por medio de avatares

Para una traducción con dirección lenguaje natural a lengua de señas, se requiere de una salida lo más intuitiva posible para la perso-

na que lee las señas. En este caso, es necesaria una producción visual de los resultados procesados computacionalmente. Una de las opciones más estudiadas es utilizar avatares con anatomía humana, capaces de reproducir movimientos para representar las posiciones de dedos, manos, brazos (expresiones manuales), cara, e inclusive parte del torso (rasgos no manuales).

Inicialmente, esta representación era posible con avatares estáticos, ya fueran impresos en papel o en pantalla, debido a la poca capacidad computacional o su elevado costo económico. Sin embargo, su efectividad estaba limitada a servir como puntos de referencia para la enseñanza de la lengua de señas, pues es difícil representar rasgos no manuales y movimientos gestuales, que es lo que mayor significado aporta [19].

Desde inicios del siglo XXI, estos problemas se han disminuido sustancialmente, al punto de que se puede considerar como una necesidad básica el tener un dispositivo móvil para las labores cotidianas, a un precio accesible, con una capacidad gráfica suficiente como para soportar un avatar tridimensional y agregándole la característica de portabilidad, lo que importa mucho para la expansión de una tecnología como un traductor de señas.

Actualmente se investiga para mejorar la efectividad de los avatares tridimensionales para comunicar significados con la mayor naturalidad posible. Se ha probado que es una tecnología con un alto grado de efectividad [19] mucho menos costosa y más flexible que la producción tradicional por medio de videos (los que una vez creados no se pueden cambiar), y ahora también disponibles desde cualquier navegador web con soporte del estándar WebGL.

Algunos factores que limitan al uso de avatares tridimensionales como medio de representación de señas tienen que ver con la producción natural de los movimientos, así como la naturalidad de los gestos faciales. Estos elementos todavía tienden a ser “pregrabados”, es decir, descritos por alguna configuración específica para cada seña que se almacena en la base de datos, lo cual dificulta la evolución automática del léxico del programa y consume espacio por cada término de la lengua (que podría llegar a miles). Investigaciones de generación de la animación están en proceso [20].

Generalidades del traductor

Con respecto a la implementación de un traductor, el primer nivel (fonético-fonológico) sería el necesario para determinar una correcta síntesis de las señas. Los detalles de posiciones espaciales serían formalizados para ser utilizados como base para un sintetizador especializado. El nivel sintáctico constituiría la base para las reglas de una ontología de construcción de frases que utilizaría el *parser* LESCO de un traductor. Para complementar los dos anteriores, el nivel morfológico y el nivel discursivo aportarían reglas específicas para la semántica del texto original, así que serían un proceso posterior al de la identificación del contexto y formaría una parte más técnica para ser aplicada en el mismo *parser* LESCO.

El *parser* es un componente que realiza un análisis sintáctico del texto a traducir, el cual toma el texto e identifica sustantivos, verbos y otros componentes de interés gramatical.

Este estudio también define formas textuales o “escritura LESCO” para conceptos, que puede ser interpretado por un “fonema LESCO”; esto quiere decir que existe una colección de mnemónicos que siguen una sintaxis definida para la construcción de secuencias de señas LESCO, siendo cada uno de estos mnemónicos partículas con significado propio en la mayoría de los casos donde se usan. Estos mnemónicos son llamados “glosa”, mientras que el orden en que se emplean es muy similar al español costarricense, omitiendo partículas auxiliares y transformaciones del idioma oral tales como adjetivos, plurales y tiempos verbales, entre otros, con lo que se le da énfasis al significado que se intenta comunicar. Estas omisiones se infieren durante una conversación LESCO, tal como ocurre en varios idiomas orales de origen asiático, por ejemplo el japonés.

Por ejemplo, la frase en español “*Es un animal como de África*” se puede traducir en glosa LESCO así: animal igual África. En este caso, se omiten varias palabras que denotan tiempos y redundan significados: al indicar animal, “Es”, que denota existencia, se sobreentiende que existe un animal; “un” como artículo indefinido no se necesita por contexto y no tiene definición en LESCO; “como de” denota igualdad o apariencia, lo cual se denota con la seña igual.

El estudio de esta gramática deja cosas interesantes para aplicarlas al avatar del traductor,

pero todavía quedan más formas de LESCO por analizar y formalizar, como el uso de ciertas señas que dependen del contexto o que se convierten en señas auxiliares dependiendo del modo de la discusión LESCO, lo que abre un campo de investigación importante a nivel nacional. La tabla 1 muestra algunas particularidades importantes de las reglas de construcción de LESCO respecto al idioma español.

Actualmente existe un prototipo publicado a modo de prueba de concepto, que es capaz de identificar y reproducir varias señas definidas por el diccionario de CENAREC a partir de un texto dado. Además, puede deletrear cualquier palabra no definida en su banco de datos (transliterar conceptos no conocidos). Las frases que reproduce son un acercamiento a un discurso en LESCO, ya que el avatar muestra palabras identificadas como significativas (verbos y sustantivos son prioridad), en orden de aparición como una seña neutra o deletreada si no la reconoce. Lo anterior suele conocerse como español signado. Se están haciendo investigaciones para la implementación de reglas gramaticales propias de LESCO, su representación mediante una notación computacionalmente factible, mejoras para los resultados del análisis del texto en español. Todo lo anterior debe ser llevado de forma consistente a una representación en el avatar tridimensional.

Prototipo

El prototipo del traductor LESCO se desarrolló en tres etapas principales. Se basa en una arquitectura cliente servidor, donde el analizador morfológico y el *parser* están alo-

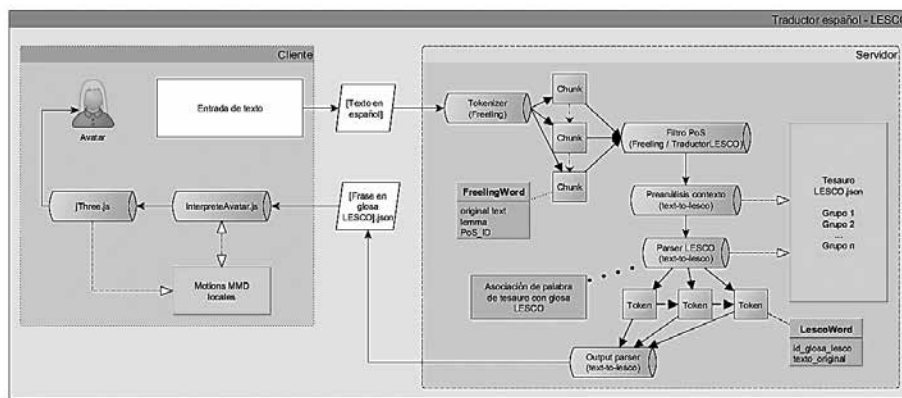


Figura 1. Implementación del prototipo de traductor español a LESCO.

jados en el servidor y el cliente maneja el proceso de síntesis del avatar tridimensional. La figura 1 muestra la forma general en la que se ha implementado el prototipo del traductor de texto español a LESCO.

Resultados

El estado actual del avatar se muestra en la figura 2, donde se ha podido hacer uso de un modelo de avatar más natural en cuanto a su apariencia y ejecución de movimientos. Esto se logró con el ambiente de programación de videojuegos Unity, construyendo esta parte de la aplicación para un ambiente web.

Conclusiones

El desarrollo de este tipo de soluciones conlleva un alto grado de investigación y trabajo multidisciplinario, que hace posible la aplicación de técnicas computacionales en soluciones de gran impacto en la sociedad.

El aporte que puede brindar esta solución ha sido socializado y consultado con personas miembros de la Asociación Nacional de Sor-

dos de Costa Rica (ANASCOR), así como con el personal de CENAREC. Esta interacción nos ha permitido comprender mejor las realidades de la población sorda y dimensionar el impacto del trabajo logrado.

Lograr una solución basada en avatares que permitan a las personas conocedoras de LESCO, o bien del español signado, pero que además esté libre de programación y se interactúe mediante una interfaz que permita crear nuevas glosas, es todo un reto que se debe afrontar como país, como sociedad comprometida con una vida mejor para una parte de nuestra población.

Agradecimientos

Al personal de CENAREC, en particular a la Licda. Tatiana Navarro y al Lic. Eduardo Valenzuela, quienes nos brindaron consejos y espacio para presentar y mejorar el prototipo. A personas de ANASCOR quienes asistieron a la II Jornada de Accesibilidad celebrada en el Instituto Tecnológico de Costa Rica en octubre de 2015, por sus aportes y comentarios.

Referencias bibliográficas

- [1] "Proyecto - LESCO-CENAREC." [Online]. Available: <http://cenarec-lesco.org/index.php/proyecto/proyecto>. [Accessed: 12-Nov-2015].
- [2] Z. Liu, Y. Jin, and W. Chang, "Research on the semantic knowledge base in Chinese-English machine translation", presented at the Cloud Computing and Intelligent Systems (CCIS), 2012 IEEE 2nd International Conference on, Hangzhou, 2012, vol. 3, pp. 1435-1439.
- [3] M. Jemni, S. Semreen, A. Othman, T. Zouhour, and N. Aouiti, "Toward the creation of an Arab Gloss for arabic Sign Language annotation", presented at the Fourth International Conference on Information and Communication Technology and Accessibility, Hammamet, 2013, pp. 1-5.
- [4] J. Kim, A. Hashimoto, Y. Aoki, and A. Burger, "Design of a sign-language translation system between the Japanese-Korean by Java-Lifo language",

Particularidad	Descripción
Deletreo	Tiene el modo manual para representar palabras no definidas aún o de otros idiomas, siglas y similares. Usa el abecedario que tiene un signo por letra.
Artículos y conjunciones	Se omiten.
Pronombres	Tienen diferentes señas dependiendo de la primera y segunda persona. En el caso de la tercera, se usa una única seña que señala a quien se menciona.
Números	Subconjunto de glosas especial, parecido al deletreo con el alfabeto.
Tono de discusión	Se denota por gestos no manuales (uso de expresiones faciales o torso, por ejemplo: agresivo, triste, feliz).
Plural	Se sabe por contexto o a veces se indica el número.
Verbos intransitivos	Funcionan como verbos y como sustantivos.
Conceptos compuestos	Secuencia rápida de otras dos (o más) señas.

Tabla 1. Particularidades de LESCO.



Figura 2. Captura de pantalla del prototipo actual del avatar del traductor LESCO.

presented at the TENCON 99. Proceedings of the IEEE Region 10 Conference, 1999, pp. 423–426.

[5] P. Retana, “Aproximación a la Lengua de Señas Costarricense (LESCO)”, *Rev. Filol. Lingüíst. Univ. Costa Rica*, vol. 37, no. 2, 2011.

[6] “Personas con Discapacidad|Educación|Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.” [Online]. Available: <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengthening-education-systems/inclusive-education/people-with-disabilities/>. [Accessed: 30-Mar-2016].

[7] M. Huenerfauth, “A Linguistically Motivated Model for Speed and Pausing in Animations of American Sign Language”, *ACM Trans. Access. Comput.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–31, Jun. 2009.

[8] “CENAREC-Población y muestra.” [Online]. Available: http://cenarec-lesco.org/index.php?option=com_content&view=article&id=165&Itemid=186. [Accessed: 07-Mar-2016].

[9] A. Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, vol. 59, 236 vols. Oxford University Press, 1950.

[10] H. Uszkoreit, “What is Computational Linguistics?” 2000. [Online]. Available: http://www.coli.uni-saarland.de/~hansu/what_is_cl.html. [Accessed: 12-Nov-2015].

[11] A. Burchardt, S. Walter, A. Koller, M. Kohlhase, P. Blackburn, and J. Bos, “Computational Semantics,” 12-feb-2003. [Online]. Available: <http://www.coli.uni-saarland.de/projects/milca/courses/comsem/html/>. [Accessed: 12-Nov-2015].

[12] “The Stanford NLP (Natural Language Processing) Group”. [Online]. Available: <http://nlp.stanford.edu/software/lex-parser.shtml>. [Accessed: 12-Nov-2015].

[13] “Apache OpenNLP-Welcome to Apache OpenNLP” 2010. [Online]. Available: <https://opennlp.apache.org/>. [Accessed: 12-nov-2015].

[14] “FreeLing Home Page.” [Online]. Available: <http://nlp.lsi.upc.edu/freeling/>. [Accessed: 12-nov-2015].

[15] H. A. Maarif, R. Akmeliawati, Z. Z. Htike, and T. S. Gunawan, “Word classification for sign language synthesizer using hidden Markov model”, presented at the Information and Communication Technology for The Muslim World, 2014, pp. 1–4.

[16] “Tesauro de la UNESCO-términos en inglés, francés, español y ruso”, [Online]. Available: <http://databases.unesco.org/thesp/>. [Accessed: 12-Nov-2015].

[17] T. Gruber, “Ontology (Computer Science)-definition in Encyclopedia of Database Systems”, *Encyclopedia of Database Systems*. Springer-Verlag, 2009.

[18] A. G. Barreto Muñoz, “Hacia una traducción/interpretación bimodal”, *Mutatis Mutandis*, vol. 3, no. 2, pp. 349–363, oct. 2010.

[19] M. Kipp, A. Heloir, and Q. Nguyen, “Sign language avatars: animation and comprehensibility”, in *Intelligent Virtual Agents*, Iceland, 2011, vol. 6895, pp. 113–116.

[20] M. Delorme, M. Filhol, and A. Braffort, “Animation Generation Process for Sign Language Synthesis”, 2009, pp. 386–390. ■

*Johan Serrato-Romerom (jserrato@itcr.ac.cr) y Mario Chacón-Rivas (machacon@itcr.ac.cr) son profesores del Instituto Tecnológico de Costa Rica, en el TEC Digital.