



KOMPUTER SAPIENS

Revista de Divulgación de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial

ISSN 2007-0691

Año II, Volúmen I

Enero-Junio 2010

Número Especial en Procesamiento de Lenguaje Natural

**Procesamiento de
Lenguaje Natural
y sus Aplicaciones**

**Hacia la detección de problemas de
lenguaje en niños bilingües**

**Las opiniones
en los negocios**

**¿Robots humanoides
que hablen?**

**Minería de Textos
para la Búsqueda de
Información Especializada**

PRECIO PÚBLICO. \$ 50.00

www.komputersapiens.org.mx



©Komputer Sapiens, Año II Volumen I, enero-junio 2010, es una publicación semestral de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial, A.C., con domicilio en Luis Enrique Erro No. 1, Tonantzintla, Pue., C.P. 72840, México, <http://www.komputersapiens.org.mx/>, correo electrónico: komputersapiens@smia.org.mx, tel. +52.222.266.31.00 ext. 8315, fax +52.222.266.31.52. Impresa por Sistemas y Diseños de México S.A. de C.V., calle Aragón No. 190, colonia Álamos, delegación Benito Juárez, México D.F., C.P. 03400, México, se terminó de imprimir el 31 de mayo de 2010, este número consta de 1000 ejemplares.

Reserva de derechos al uso exclusivo número 04-2009-111110040200-102 otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. ISSN 2007-0691.

Los artículos y columnas firmados son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial. La mención de empresas o productos específicos en las páginas de Komputer Sapiens no implica su respaldo por la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio, de la información aquí contenida sin autorización por escrito de los editores.

Komputer Sapiens es una revista de divulgación en idioma español de temas relacionados con la inteligencia artificial. Creada en L^AT_EX, con la clase `papertex` disponible en el repositorio *CTAN: Comprehensive TeX Archive Network*, <http://www.ctan.org/>

Directorio SMIA

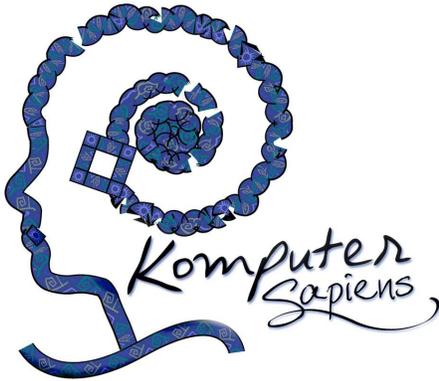
Presidente	Carlos Alberto Reyes García
Vicepresidente	Raúl Monroy Borja
Secretario	Alexander Gelbukh
Tesorero	Grigori Sidorov
Vocales:	Gustavo Arroyo Figueroa Jesús A. González Bernal Miguel González Mendoza Arturo Hernández Aguirre Oscar Herrera Alcántara Rafael Murrieta Cid Alejandro Peña Ayala

Komputer Sapiens

Editor en jefe	Carlos Alberto Reyes García
Editora asociada	Angélica Muñoz Meléndez
Editor invitado	Manuel Montes y Gómez
e-Tlakuilo	Oscar Herrera Alcántara
Estado del IArte	Ma del Pilar Gómez Gil Jorge Rafael Gutiérrez Pulido
Sakbe	Laura Cruz Reyes Héctor Gabriel Acosta Mesa J. Julieta Noguez Monroy
IA & Educación	Gildardo Sánchez Ante
Deskubriendo Konocimiento	Alejandro Guerra Hernández José Alberto Méndez Polanco
Asistencia técnica	Gabriela López Lucio
Logotipo & portada	Jaqueline Montiel Vázquez
Edición de imagen	Departamento de Imagen & Diseño, INAOE

Comité Editorial

Juan Manuel Ahuactzin Larios
Gustavo Arroyo Figueroa
Piero P. Bonisone
Ramón Brena Pinero
Francisco Cantú Ortiz
Jesús Favela Vara
Juan José Flores Romero
Olac Fuentes Chávez
José de Jesús Galaviz Casas
Leonardo Garrido Luna
Alexander Gelbukh
Jesús A. González Bernal
José Luis Gordillo
Angel Kuri Morales
Christian Lemaître León
Aurelio López López
Raúl Monroy Borja
Eduardo Morales Manzanares
Angélica Muñoz Meléndez
José Negrete Martínez
Pablo Noriega B.V.
Alejandro Peña Ayala
Carlos Alberto Reyes García
Antonio Sánchez Aguilar
Jesús Savage Carmona
Humberto Sossa Azuela
Grigori Sidorov
Luis Enrique Sucar Succar
Alfredo Weitzenfeld Ridell



Contenido

ARTÍCULO INVITADO

Procesamiento de Lenguaje Natural y sus Aplicaciones

por Alexander Gelbukh

pág. 6 ⇒ ¿Cómo sabemos que un animal o una cosa son inteligentes? Porque son parlantes: hablan y entienden lo que les dicen. El hombre siempre ha asociado la inteligencia con el habla.

ARTÍCULO INVITADO

¿Robots Humanoides que Hablen?

por Luis A. Pineda Cortés

pág. 12 ⇒ La dificultad de construir máquinas que piensen e interpreten el lenguaje es muy grande, pero contamos ya con máquinas que traducen la voz a texto, e interpretan, con sus limitaciones, dichos textos.

ARTÍCULO INVITADO

Hacia la Detección de Desórdenes del Lenguaje en Niños Bilingües

por Thamar I. Solorio Martínez

pág. 15 ⇒ Aplicaciones pioneras en el reconocimiento de desórdenes de comunicación en niños bilingües, con resultados prometedores.

ARTÍCULO INVITADO

Las Opiniones en los Negocios

por Aurelio López López

pág. 19 ⇒ Las críticas y opiniones de los consumidores sobre productos y servicios: una veta de oportunidad para las empresas.

ARTÍCULO INVITADO

Minería de Textos para la Búsqueda de Información Especializada

por Gerardo E. Sierra Martínez y Rodrigo Alarcón Martínez

pág. 23 ⇒ Hoy en día, una gran parte de la búsqueda de información especializada se realiza gracias a la inclusión de nuevas tecnologías, donde la Web constituye uno de los repositorios recurrentes de mayor consulta.

Columnas

Sapiens Piensa. Editorial [pág. 2](#)

e-Tlakuilo [pág. 3](#)

Estado del IArte [pág. 4](#)

Sakbe [pág. 5](#)

IA & Educación [pág. 28](#)

Deskubriendo
Konocimiento [pág. 29](#)

Sapiens Piensa

POR **Carlos Alberto Reyes**

Nuestra revista **Komputer Sapiens** está llegando a su segundo año de publicación y su tercer número está haciendo su aparición. Con esta publicación, la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial tiene la oportunidad de seguir cumpliendo con su compromiso de difundir los proyectos y trabajos que los investigadores mexicanos realizan en el área de Inteligencia Artificial. Al mismo tiempo nos permite poner al alcance de no especialistas y público en general, la información fascinante que hace posible descubrir, estar en contacto y penetrar en el universo de los laboratorios, experimentos y logros de este campo científico que pareciera no existir en México, y del que se tiene la tradicional noción de que sólo es viable más allá de nuestras fronteras. Con el fin de proporcionar un panorama amplio acerca de las diferentes especialidades de la IA practicadas en nuestro país, el comité editorial ha tomado la decisión de inaugurar una serie de números temáticos. El contenido del presente número está dedicado completamente al tema de las tecnologías de procesamiento y reproducción del lenguaje humano y sus aplicaciones, y fue coordinado por nuestro editor invitado Manuel Montes. El presente volumen está compuesto por artículos invitados escritos por destacados investigadores de esta especialidad, seleccionados por sus influyentes resultados y reconocidas aportaciones al avance y consolidación de su respectivo ámbito de conocimiento. Así mismo, nuestros columnistas se han pulido y nos ofrecen cautivantes contribuciones cuyo tema central son también las tecnologías del lenguaje.

Para introducirnos al tema, Alexander Gelbukh nos ofrece el artículo intitulado *Procesamiento de Lenguaje Natural y sus Aplicaciones* en el que hace un recorrido sintetizado a través de los diferentes aspectos que componen este campo, definiéndolo como una rama del aprendizaje automático. A partir de la pregunta “¿qué falta para conversar con Pinocho?” el artículo nos plantea los esfuerzos que se han realizado y se están realizando para lograr esta ya no tan lejana ilusión. Además de la importancia de la recuperación y minería de la información nos plantea el papel relevante que tiene la traducción automática, por medio de la cual se puede lograr un mayor entendimiento entre todos los pueblos, pues, de acuerdo a él, “entender el lenguaje ajeno es la paz”. Por su parte, Luis Pineda nos presenta el artículo *¿Robots Humanoides que Hablan?* en donde a partir de la premisa de que “creíamos que hablar es fácil y pensar es difícil... pero resultó al revés: lo fácil es pensar y lo realmente difícil es hablar” nos plantea las dificultades cognitivas y técnicas a las que se enfrentan los investigadores para producir automáticamente el habla natural. No obstante también menciona los avances logrados

hasta el momento en diferentes niveles intermedios que incentivan la investigación y hacen cada vez más cercano el objetivo final.

Como una primicia de investigación de punta, desde la Universidad de Alabama, Tamar Solorio colabora con el artículo intitulado *Hacia la Detección de Desórdenes del Lenguaje en Niños Bilingües* en el que plantea un enfoque preliminar para el uso de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) en el área de desórdenes de comunicación en niños bilingües de español-inglés. En el estudio se plantea un problema de clasificación específico, a resolver con métodos de aprendizaje automático, para predecir la condición bilingüe de un niño dentro de tres posibles categorías. Además de la descripción de algunos experimentos se presentan interesantes resultados preliminares.

Colaborando con otro tópico de frontera como una rama especializada del área de recuperación de información, Aurelio López nos presenta el artículo denominado *Las Opiniones en los Negocios* en el que plantea el beneficio que puede traer para las empresas la utilización de metodologías relacionadas con la minería de opiniones, pues a partir de críticas (*reviews*) de sus productos o de las opiniones de los consumidores pueden direccionar sus esfuerzos para aumentar sus ventas, incrementar el tráfico a sus portales o sitios de Internet y emprender campañas para mejorar su imagen, entre otras cosas. En el artículo se describen las tareas necesarias para recolectar opiniones, una teoría fundamental para entenderlas y extraerlas, así como las perspectivas de este incipiente campo que pronto estará presente en todas nuestras acciones que utilicen la red, interpretándolas en busca de opiniones que beneficien a los negocios. También incluimos el artículo intitulado *Minería de Textos para la Búsqueda de Información Especializada* escrito por Gerardo Sierra y Rodrigo Alarcón en el que, además de dar un panorama de la búsqueda de información en la web, se describen las técnicas que involucran el procesamiento del lenguaje humano con fines de buscar la información y extraer los textos especializados más relevantes para una consulta determinada.

Esperamos que el viaje a través del universo del PLN, de la mano de los investigadores articulistas y columnistas resulte agradable y enriquecedor para todos los que tengan oportunidad de leer esta revista. ☞

Carlos Alberto Reyes es Presidente de la SMIA, la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial, y Editor en Jefe de **Komputer Sapiens**.

e-Tlakuilo: Cartas de nuestros lectores

a cargo de **Oscar Herrera Alcántara**, etlakuilo-ksapiens@smia.org.mx

El lanzamiento de nuestro segundo número se realizó en un ambiente de convivencia y satisfacción, dentro de la conferencia MICAI 2009, la reunión anual de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial. ¡Muchas gracias a todos los amigos que nos acompañaron en tan importante acontecimiento!

Hemos llegado al tercer número y cada vez nos esforzamos más y más en cumplir las metas y objetivos que nos planteamos en la creación de **Komputer Sapiens**.

En esta sección en particular, dedicada a nuestros lectores, esperamos responder a varias dudas e inquietudes que han surgido alrededor de la publicación, distribución y contenidos de la revista. Así mismo, queremos reiterar la invitación a nuestros lectores para que escriban sus comentarios y opiniones acerca de **Komputer Sapiens**. Los que conformamos el grupo editorial de la revista esperamos que sea de su agrado e interés este tercer número, como lo han sido los dos primeros.

Artemio Sotomayor

Estimados editores, al revisar el segundo número de la revista **Komputer Sapiens** me surgió la inquietud acerca de cuáles son los requisitos de formato y estilo para enviar aportaciones.

Estimado Artemio, puedes consultar la información actualizada que necesitas en la página www.komputersapiens.org.mx, en la sección **Información** → **Autores de los artículos** en donde se dan indicaciones precisas para el formato y estilo de los artículos que se deseen publicar. Las contribuciones recibidas son revisadas por un grupo de expertos en la temática que se aborda. Después de que los autores atienden las recomendaciones de los revisores, en caso de haberlas, se programa la publicación de la contribución.

Cabe señalar que a partir del segundo año de vida, alternaremos números temáticos con números regulares. Los artículos regulares se reciben todo el año, mientras que los artículos temáticos tienen calendarios precisos.

Alejandro, líder de proyectos

Envié los datos de la empresa donde laboro, pero no hemos recibido ningún número de la revista ¿qué se puede hacer?

Estimado Alejandro, lamentamos que no hayas recibido nuestra revista. El equipo editorial de **Komputer Sapiens** ha distribuido aproximadamente 500 ejemplares de cortesía de los volúmenes I y II, que se enviaron por correo y por entrega directa, a destinatarios en México, EEUU, Argentina, Cuba y España. Ahora que ya hemos habilitado la opción de suscripciones, tanto en línea como por medio del formulario disponible en la revista, te invitamos a que nos envíes nuevamente tus datos.

Te invitamos también a que revises el portal de la revista, de donde podrás descargar de forma gratuita los ejemplares pasados. El volumen I del Año II pronto estará también disponible en nuestro portal web.

Iván, estudiante de ingeniería en computación, 2º semestre

He leído el primer número de su revista y los temas me parecieron fascinantes, me gustaría especializarme en temas de IA durante mi carrera.

Iván, los temas de IA corresponden a una área de especialización de la computación, la mayoría de las carreras en computación incluyen pocos cursos relacionados con la IA, y éstos pueden ser muy variados. Felicidades por tener esa motivación desde el primer año de tus

estudios universitarios. Te invitamos a que mantengas el interés por nuestra revista, cuyos contenidos son seleccionados cuidadosamente por el equipo editorial. No dejes de consultar el portal web de la SMIA, la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial, www.smia.org.mx, en donde encontrarás enlaces interesantes, tanto a medios impresos como electrónicos, que esperamos te sean de utilidad.

Con otros compañeros y bajo la guía de algún profesor de tu escuela, pueden crear un Capítulo Estudiantil de la SMIA. Eso les permitirá acceder a importantes beneficios como la suscripción a **Komputer Sapiens**, y la visita de conferencistas distinguidos miembros de la SMIA. En la sección **Capítulos Estudiantiles** del portal de la SMIA encontrarás información al respecto.

También existe la opción de que se imparta un diplomado en tu institución, pero para ello se requiere que las autoridades de tu escuela se pongan en contacto con la SMIA para acordar los detalles de estos cursos.☺



¡Anúnciese con nosotros!

Atención patrocinadores & anunciantes: **Komputer Sapiens** es una revista de divulgación en idioma español de temas relacionados con la Inteligencia Artificial, con un tiraje de 1,000 ejemplares.

Información:

komputersapiens@smia.org.mx

COLUMNAS

Estado del IArte

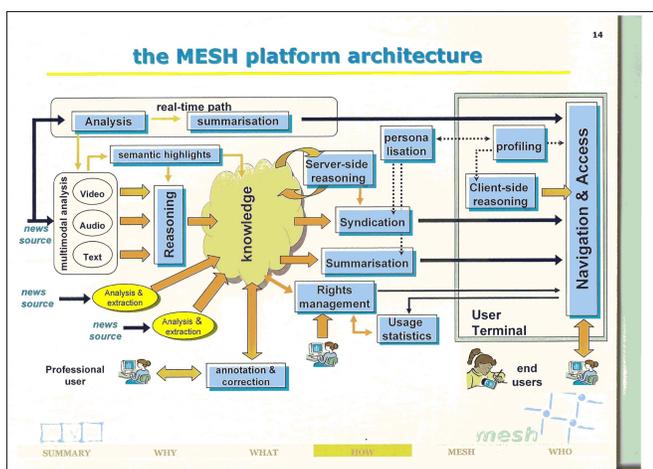
a cargo de María del Pilar Gómez Gil y Jorge Rafael Gutiérrez Pulido

El Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) es un fascinante campo de las ciencias de la información que trata el lenguaje natural en sus diferentes formas. Algunas aplicaciones importantes relacionadas con PLN son: traducción, recuperación y extracción de información, reconocimiento y síntesis del habla, identificación y verificación del parlante, sistemas de diálogo, y sistemas de preguntas y respuestas. Cada una de estas aplicaciones ha sido objeto de intensos estudios e investigación; enseña los comentamos algunos trabajos interesantes.

AGENTES CONVERSACIONALES. Son aplicaciones muy comunes en la actualidad basadas en el procesamiento de lenguaje natural. Los agentes son componentes de software que pueden incluir un *avatar*, el cual es capaz, a través de una interfaz gráfica, de tener una conversación con las personas. Uno de los primeros agentes conversacionales fue el famoso **Eliza**, que era capaz de adaptarse y personalizar conversaciones utilizando una interfaz muy simple de texto con un sistema de preguntas y respuestas. Un agente conversacional mucho más moderno, que habla en español usando un avatar, fue desarrollado como parte de un proyecto grande y ambicioso en habla hispana denominado *BG200K*. Este agente es capaz de manejar más de 200,000 expresiones incluyendo regionalismos y errores ortográficos o gramaticales comunes. Además puede interactuar con bases de datos y servicios web, siendo una opción muy atractiva para atención virtual a clientes en la web las 24 horas de los 7 días de la semana. Puedes conversar con este agente en www.botgenes.com/BotGenes.

PROYECTO MESH. Es un proyecto financiado por el 6^o Programa Marco de la Unión Europea, dentro de temática prioritaria de Tecnologías de Información para la Sociedad en el área de Tecnologías de Información y Comunicación. El proyecto está a cargo de un consorcio formado por 12 organizaciones de 7 países; entre los coordinadores se encuentran Pedro Concejero de Telefónica, y entre las empresas está Deutsche Welle y Motorola. En MESH se aplican técnicas de PLN y semántica con el fin de crear colecciones de documentos de eventos noticiosos importantes. Por ejemplo, un reporte de inundaciones incluiría documentos multimedia acerca de la mecánica de éstas, el impacto en los patrones climáticos, y su efecto en las zonas urbanas. Podría llevar días realizar de forma manual este tipo de recopilaciones, mientras que, con la ayuda del PLN se requieren sólo horas. Por el momento, en MESH sólo se han considerado colecciones relacionadas con desastres naturales. Para saber más puedes consultar (en inglés) www.mesh-ip.eu.

SISTEMA AZPROTECT. Las técnicas de PLN se combinan actualmente con técnicas de clasificación e inteligencia computacional para resolver problemas cada vez más complejos. Por ejemplo, el sistema **AZProtect** detecta sitios fraudulentos en Internet. Dado un sitio que se desea analizar, el sistema calcula alrededor de 6,000 valores que caracterizan al sitio, y que están relacionados con diferentes aspectos: el texto escrito en las páginas que forman el sitio, el tipo de diseño HTML, las imágenes y los URL's asociados. Una métrica muy utilizada en PLN, conocida como Ganancia de Información, se calcula utilizando estos atributos. Así mismo, se calculan miles de n-gramas de los textos que aparecen en el sitio y de las etiquetas utilizadas en el diseño HTML, entre otras cosas. Con estos valores y un método de clasificación basado en Vectores de Soporte, el sistema puede determinar si el sitio es fraudulento o legítimo. Este clasificador es entrenado utilizando atributos tanto para sitios que se sabe son legítimos como para sitios fraudulentos, con lo que es capaz de distinguirlos. Según un artículo publicado en la revista *Computer*¹, este sistema tiene un desempeño mucho mejor que los sistemas comúnmente utilizados actualmente para detectar sitios fraudulentos, tales como SpoofGuard, Sitehound, y Netcraft.☺



Arquitectura del Proyecto MESH

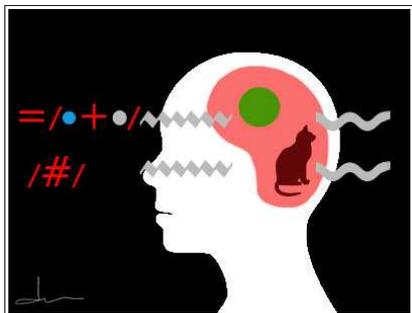
Escríbanos a estadoiarte-ksapiens@smia.org.mx

¹Abbasi A., Chen H. (2009) "Comparison of Tools for Detecting Fake Websites". *Computer*, Octubre 2009, pp. 78-86.

COLUMNAS

Sakbe

a cargo de **Laura Cruz Reyes** y **Héctor Gabriel Acosta Mesa**, sakbe-ksapiens@smia.org.mx



Curso de Procesamiento de Lenguaje Natural ⇒ El Instituto de Tecnología de Massachusetts, mediante la iniciativa OpenCour-

seWare, ofrece el curso de Procesamiento de Lenguaje Natural Avanzado (6.864). Éste es un curso introductorio basado en web que ofrece de manera gratuita una gran cantidad de recursos para profesores y estudiantes de posgrado. El curso es una introducción al estudio del lenguaje humano desde una perspectiva computacional. Entre los tópicos cubiertos destacan: sintaxis, semántica, modelos de procesamiento del discurso, aprendizaje automático, métodos basa-

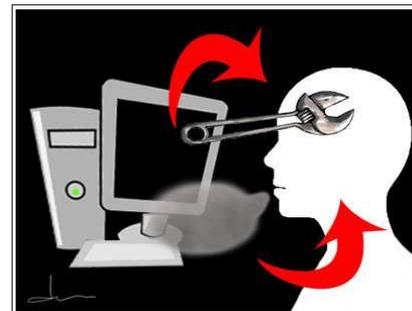
dos en corpus (conjunto grande y estructurado de textos). También cubre aplicaciones de esos métodos y modelos en análisis sintáctico, extracción de información, traducción automática, sistemas de diálogo y generación automática de resúmenes. Los materiales disponibles son: notas del profesor organizadas por tema, tareas con archivos de soporte (corpus, E/S para pruebas y herramientas de software), calendario de actividades y enlaces a recursos relacionados.

<http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science>

Conjunto de Herramientas de Lenguaje Natural ⇒ Este sitio ofrece NLTK, un conjunto de herramientas, librerías y programas de código abierto en lenguaje Python para la investigación y el desarrollo en el PLN. Algunos usuarios mencionan que aún sin experiencia de programación previa, con NLTK puede dedicarse más tiempo a la lógica de un problema de PLN que a su codificación. Esta herramienta puede ser instalada en Windows, Mac OSX y Linux. El sitio

está organizado en cinco segmentos: lo más relevante de NLTK, inicio, ayuda, software y, educación e investigación. Se proporcionan documentos de instalación, documentación del software, corpus (por ejemplo Wordnet), una introducción a utilerías de enseñanza, así como información de cómo contribuir en el desarrollo de NLTK. Cabe destacar que la herramienta actualmente se utiliza con éxito en 70 cursos en 20 países, incluyendo inteligencia artificial, lingüística computacional, re-

cuperación de información y aprendizaje automático.



www.nltk.org

Asociación de Lingüística Computacional ⇒ ACL (*Association for Computational Linguistics*) es considerada una de las asociaciones más importantes en el ámbito de Lingüística Computacional y Procesamiento de Lenguaje Natural. La asociación tiene un capítulo en Europa y otro en Norte América. ACL promueve la cooperación y el intercambio de información entre científicos y sociedades profesio-

nales afines, organiza conferencias anuales y patrocina publicaciones y eventos. El portal web de ACL ofrece recursos relacionados con el PLN: artículos en línea de las conferencias actuales y pasadas, un directorio de programas de posgrado, un motor de búsqueda, corpus en varios idiomas, grupos especializados de discusión, una wiki; y más. La wiki de ACL permite la creación, el intercambio y la revisión

de información en Internet, de forma sencilla y rápida. A diferencia de Wikipedia, que ofrece artículos sobre PLN para una audiencia general no experta, la wiki de ACL es para especialistas. Esta wiki ofrece índices a cientos de recursos relacionados con PLN, entre ellos una lista de cursos de universidades categorizados por nivel y lenguaje de programación.☞

www.aclweb.org

ARTÍCULO INVITADO

Procesamiento de Lenguaje Natural y sus Aplicaciones

por Alexander Gelbukh

Un cuento de una máquina parlante

En los cuentos para niños, los animales y las cosas inanimadas pero mágicas, se comportan como personas: inteligentemente. Pueden ver, oír, pensar, actuar. Pero ¿cómo sabemos que un animal o una cosa son inteligentes? Porque son parlantes: hablan y entienden lo que les dicen. El hombre siempre ha asociado la inteligencia con el habla.

En nuestros días la ciencia convierte cada vez más cuentos en una realidad. Ya no nos sorprende una alfombra voladora (aunque no parezca una alfombra) y ¿qué falta para que podamos conversar con Pinocho? En los números anteriores de **Komputer Sapiens** se ha hablado sobre cómo las máquinas pueden ver, pensar, actuar, tomar decisiones. En este número vamos a platicar sobre cómo una máquina puede procesar el lenguaje, un rasgo que hasta ahora ha sido exclusivo de los humanos (y, claro, de las cosas mágicas).

Por Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN, denominado también NLP por sus siglas en inglés) se entiende la habilidad de la máquina para procesar la información comunicada, no simplemente las letras o los sonidos del lenguaje. En este sentido, un perico no es un animal parlante; así, una contestadora telefónica común, una impresora o un procesador de palabras como Microsoft Word tampoco son dispositivos o software de PLN, mientras que un traductor automático sin duda lo es.

Diferentes programas exhiben diferente grado del procesamiento inteligente del lenguaje. Por ejemplo, un buscador de documentos puede simplemente buscar los documentos que contienen la cadena de letras especificada por el usuario, sin importar que esta cadena tenga o no un significado en un lenguaje (como el español o el inglés). En este caso no sería una aplicación del PLN. Sin embargo, el mismo buscador podría buscar los documentos que comuniquen la idea especificada por el usuario, sin importar con qué letras la comunican, y en este caso, sin duda, sería una excelente aplicación de PLN, ya que entendería la idea comunicada en la petición del usuario, la idea comunicada en cada uno de los documentos, y sería capaz de compararlas.

La ciencia que estudia el PLN se llama lingüística computacional. El nombre fue inventado en los tiempos cuando eso era: lingüística para las computadoras. Los lingüistas, a través de la introspección e intuición, escribían las reglas y los diccionarios cada vez más exactos y detallados, acercándose al objetivo: dotar a la compu-

tadora con la capacidad de entender el lenguaje humano. Este camino era muy difícil y laborioso, y los avances, aunque impresionantes, eran lentos y esporádicos.

Todo eso cambió con la llegada de Internet. Los investigadores obtuvieron acceso a volúmenes gigantescos de textos, el objeto del estudio de nuestra ciencia, y esta última, en lugar de introspección e intuición, se convirtió en el estudio estadístico directo de los datos disponibles. La lingüística computacional, en su etapa actual de desarrollo, es principalmente una rama de las tecnologías de aprendizaje automático, una parte de la inteligencia artificial y la estadística.

El aprendizaje automático se dedica al descubrimiento totalmente automático de las regularidades y las relaciones en los datos. Usualmente se aplica a datos numéricos, pero la lingüística computacional puede ser considerada como el aprendizaje automático sobre un tipo de datos especial, los textos en un lenguaje humano. Es así como un niño aprende su lenguaje natal: nadie le enseña las reglas, las gramáticas y los diccionarios; en su lugar su cerebro analiza estadísticamente los sonidos del lenguaje y su relación con el medio ambiente, y aprende a reaccionar adecuadamente.

El PLN tiene un gran número de aplicaciones prácticas. Aunque el gran sueño de los investigadores es poder algún día conversar en viva voz con Pinocho (de lo cual quizá estamos menos lejos de lo que parece), avances incluso muy pequeños e insignificantes en comparación con este sueño llevan a grandes logros tecnológicos en las aplicaciones de las tecnologías del PLN.

Uso eficiente de nuestro tesoro: Búsqueda y presentación del texto

El conocimiento es el mayor tesoro que posee la humanidad. Durante miles de años la actividad más importante del hombre ha sido el producir el conocimiento, guardarlo y pasarlo a las siguientes generaciones. Cuando se trata de dinero, lo guardamos de tal manera para encontrarlo rápidamente cuando lo necesitamos y procuramos que no pierda valor con el tiempo. Pero cuando se trata de nuestro mayor tesoro, el conocimiento, lo manejamos de manera tan negligente como nunca hacemos con el dinero.

El conocimiento se almacena y se transmite en forma de lenguaje humano, los textos escritos, por ejemplo, en español o inglés. Sin embargo, en la actualidad usamos estos textos muy ineficientemente. Mencionaré cua-

tro componentes necesarios para su uso eficiente: la digitalización, la búsqueda, la presentación de la información y su uso directo por el software.

Primero, la digitalización de los documentos. Las bibliotecas tienen toneladas de libros en papel. Los archivos, tales como el Archivo General de la Nación, tienen kilómetros de estantes llenos con documentos de gran importancia, muchos de los cuales están en tal estado físico que simplemente tomarlos en la mano es problemático.

Por digitalización aquí entiendo la obtención del texto como una secuencia de letras, no como una fotografía digital. Esto requiere de gran fuerza de PLN. Un lector humano, cuando lee un texto donde ciertas letras no son muy claras o cuando escucha una conversación en un ambiente ruidoso, fácilmente restaura las partes faltantes porque entiende su contenido. Los programas hoy en día son cada vez más capaces de reconocer el texto impreso o hasta escrito a mano o reconocer el habla, gracias a sus capacidades lingüísticas.

Segundo, la búsqueda de la información relevante, llamada también recuperación de información. No sirve de nada el conocimiento escrito y guardado si no puede encontrarse cuando se necesita. El problema de la búsqueda es que la misma idea se puede expresar con muy diferentes palabras. Por ejemplo, el usuario expresa su interés con la frase “la derrota de Maximiliano” y el documento relevante para tal petición es “la victoria de Juárez”. Los dos textos no tienen ninguna palabra en común, pero un humano, usando su experiencia lingüística (derrota—victoria) y su conocimiento del mundo (Maximiliano—Juárez) fácilmente detectaría la relevancia del documento para la petición.

Progresos muy significativos se han logrado para que los programas puedan utilizar este tipo de razonamiento para satisfacer de la mejor manera las necesidades de los usuarios.

Tercero, la presentación eficiente de la información contenida en los textos. El ejemplo más directo de esta tecnología es la construcción automática de resúmenes: dado un texto largo (o un millón de textos), un generador automático de resúmenes trata de detectar lo más importante que se comunica y presentarlo en un texto corto que se podrá leer en un tiempo razonable. A pesar del mucho esfuerzo que se ha dedicado a estas tec-

nologías, los resultados obtenidos hasta ahora son aún modestos, aunque cada vez mejores.

Otra manera de resumir la información contenida en muchos documentos y hacerlos más manejables es agruparlos y clasificarlos; en lugar de tener que leer millones de archivos, el usuario sólo necesitará considerar, digamos, cinco grupos cuyos documentos se parecen entre sí. O bien, diferentes personas considerarán cada grupo de documentos. Por ejemplo, en un gobierno, alcaldía o en una empresa grande, las quejas y peticiones de los ciudadanos o los clientes se dirigirán a las oficinas correspondientes.

El resumen de la información relevante puede llegar a ser tan corto como una sola palabra. Es el caso de la respuesta automática a preguntas. ¿Para qué busca los documentos el usuario de un sistema de recuperación de información? Quizá no necesita los documentos sino tiene una duda e intenta aclararla leyéndolos. Las tecnologías de respuesta automática a preguntas lo hacen directamente: a la petición “¿Dónde nació Juárez?” la respuesta será “¡en Guelatao!” y no la biografía completa de Juárez. Tales sistemas se basan en un razonamiento complejo que a veces requiere de profunda comprensión del significado del texto: por ejemplo, pueden inferir la información requerida del texto “llegamos a Guelatao, el pueblo natal del Benemérito de Las Américas”.

Otras maneras de resumir el contenido de muchos textos incluyen la minería de texto (encontrar las opiniones prevalecientes expresadas en los textos, las tendencias de cambio de estas opiniones o las relaciones inesperadas entre los eventos descritos en los textos), la extracción de información (llenar bases de datos sobre un tema específico, leyendo los textos) y sistemas de soporte a la toma de decisiones (buscar, sintetizar y presentar de manera eficiente la información relevante para un directivo).

Cuarto, el uso de la información contenida en los textos por el mismo software para resolver tareas más complejas. La máquina puede encontrar el conocimiento necesario de los textos disponibles, tales como los artículos científicos o los libros de texto. Tales aplicaciones están actualmente en la fase experimental, aunque en el futuro se convertirán en la manera principal del manejo de conocimiento.

¿Cómo sabemos que un animal o una cosa son inteligentes? Porque son parlantes: hablan y entienden lo que les dicen. El hombre siempre ha asociado la inteligencia con el habla.



“Mujer azteca hablando” (superior) y “Malinche traduciendo” (inferior), detalles del *Código Florentino*, libro 12, capítulo 18 (1580).

Entender el lenguaje ajeno es la paz: Traducción automática

Parafraseando la célebre frase: el entender el lenguaje ajeno es la paz. Los individuos, como las naciones y los pueblos, se unen gracias a su lenguaje común (como es el caso

de los pueblos de la América Latina), así como se dividen (política, económica, social y culturalmente) por las fronteras no tanto políticas sino lingüísticas (como también se puede observar en el mapa de nuestro continente). Los individuos, como las naciones, los pueblos o grupos pueden sentirse excluidos (económica, social y culturalmente) por la frontera lingüística, la cual les dificulta el acceso a la información producida por la humanidad.

A los esfuerzos para combatir estos efectos negativos de la división lingüística en el mundo y en nuestro país, el PLN aporta las tecnologías de la traducción automática. Con esta tecnología el usuario puede leer en su propio lenguaje un texto escrito en otro lenguaje, puede escribir dirigiéndose a los lectores que hablan otros lenguajes o conversar (a través de los mensajes instantáneos o en viva voz) con un interlocutor que habla otro lenguaje.

La calidad de la traducción automática se mejoró dramáticamente en la última década. El traductor de Google, www.google.com.mx/language_tools?hl=es, nos permite sin ayuda externa leer las páginas de Internet en chino, árabe, ruso y muchas otras lenguas, sin mencionar el inglés. Sin embargo, mientras que el texto producido por tales traductores es muy útil y sirve de gran ayuda, es todavía muy mejorable. Estos sistemas son actualmente deficientes en dos aspectos principales.

Primero, la calidad del texto que producen. En muchas ocasiones parece haber sido escrito por un extranjero que no habla bien el español, y en otras de plano nos reprobarían en la primaria si es-

cribiéramos así. El mejorar este aspecto requiere de mucho esfuerzo, pero es manejable y aunque a veces el texto se ve raro, no presenta tanta molestia en la práctica.

Segundo, y mucho más peligroso, la traducción incorrecta. Este problema se nota mucho menos que el primero (y entre más necesita el usuario la ayuda del traductor, menos va a notar sus errores), pero puede tener consecuencias graves por la generación de posibles malos entendidos e información falsa. Sin embargo, es mucho más difícil corregir este tipo de problemas, es decir, desarrollar un software para la traducción automática que evite a lo máximo las alteraciones del significado en la traducción. Esta tarea requiere de toda la fuerza de la ciencia del PLN. En muchos casos es indispensable que el programa entienda el texto lo suficientemente bien para poder razonar sobre él. Con justa razón, la traducción automática desde el mismo comienzo del PLN fue su principal motivación, y fuente de inspiración y retos.

A pesar de dichas dificultades vale la pena seguir trabajando en esta tarea, pues una vez resueltos los problemas técnicos, viviremos en un mundo sin fronteras lingüísticas, sin limitaciones que se nos imponen por no hablar el inglés (o el chino, o el español) y sin tanta división cultural y social derivada de estas limitaciones.

Para hablar con un vecino del continente que no hable nuestro idioma, simplemente prenderemos el celular que se encargará de traducir lo que le estamos diciendo y de traducirnos también su respuesta.

Era informática para todos: Interfaces humano-computadora

Vivimos en una era informática. En una era de libre acceso a la información. En una era de trabajo intelectual eficiente por ser asistido por la computadora.

Quiero decir, vivo yo, mis colegas ingenieros, mis estudiantes y seguramente usted, querido lector. Pero ¡qué poquitos somos quienes vivimos en la era informática! Cuando hablo con algunos de mis conocidos médicos, abogados, músicos, historiadores, choferes, obreros, escucho “pues ... la computadora ... y estas cosas ... ¡no soy bueno en esto!” No es cierto. Son buenos. La que es mala es la computadora.

Las computadoras fueron creadas para resolver nuestros problemas y no para crearnos más problemas (como la necesidad de aprender informática). Deben ser nuestras ayudantes naturales, fáciles de usar. Deben aprender nuestro lenguaje y no obligarnos a aprender el suyo.

Los robots ya son físicamente capaces de ser nuestros sirvientes y ayudantes en tareas cotidianas. Según el gobierno de Corea del Sur, cada familia coreana en el año 2020 tendrá un robot ayudante en la casa [1], tal como en siglos pasados era común tener sirvientes. Bill Gates, el líder de Microsoft, dice también que habrá un robot en cada hogar [2].

Pero para que un robot se convierta en un verdadero ayudante de casa tiene que entender nuestro lenguaje. Esto significará la era informática para todos, no sólo para los ingenieros.

Entre muchos problemas técnicos en este camino mencionaré aquí cuatro. Ninguno de ellos es inherente a la tarea de las interfaces humano-computadora, pero son aquí más evidentes y los retos que presentan son más difíciles que en otras tareas.

El primero es el procesamiento de habla. Varias veces dije que los programas de PLN procesan, clasifican, analizan el texto. Pero no debe ser estrictamente así. No hablamos en texto, hablamos en voz. Para lograr una interfaz eficiente, las máquinas deben entender el lenguaje hablado (aunque internamente lo transformen a texto para analizarlo).

El segundo es la conducción del diálogo, el cual presenta retos distintos de los de un texto normal (monólogo). Por ejemplo, en el diálogo se usan mucho las oraciones incompletas o hasta recortadas a una sola palabra (como “ajá”, “pues”). Además, hay ciertas reglas de conducta en cuanto al cambio de los turnos: ¿cuándo de

de escuchar y empiezo a hablar? ¿Cuánto puedo hablar sin ser interrumpido?

El tercer problema es la generación de lenguaje: hablar o escribir a diferencia de escuchar o leer; componer a diferencia de analizar. ¡Cuántas veces tenemos mucho que decir y lo queremos decir todo a la vez! Pero eso no se puede; hay que decidir cuál parte vamos a expresar en la primera oración y cuál en la segunda (y peor aún, dividir la idea grande en pedacitos de tamaño de oración), cuál palabra va primero y cuál luego; con qué palabra se expresa la misma idea en diferentes contextos. En español, por ejemplo, dar atención se dice “prestar”, dar una clase se dice “impartir”, dar una carta se dice “entregar”, dar una enfermedad se dice “contagiar”.

Finalmente, el cuarto problema es relacionar las palabras con las acciones, objetos y circunstancias en la conversación. Un robot ayudante debe poder reaccionar adecuadamente a frases como “ve allá y tráeme aquello”, relacionando el objeto y la dirección con el movimiento del dedo del usuario.

Igual como en el caso de otras aplicaciones, mientras los investigadores nos están acercando a lo que hoy se ve como ciencia ficción, existen actualmente aplicaciones prácticas y factibles de esta tecnología. Una aplicación práctica de las interfaces humano-computadora son las interfaces con las bases de datos. Normalmente las preguntas aún bastante sencillas, como ¿qué porcentaje de los alumnos del tercer semestre reprobaron dos materias?, implican programación en un lenguaje especializado de consulta a bases de datos llamado SQL. Mucho esfuerzo se ha dedicado durante décadas a que las máquinas puedan directamente entender las preguntas en su forma natural, proporcionando así el acceso a la información a los usuarios comunes sin la necesidad de un programador intermediario.

Un ejemplo de la aplicación práctica del reconocimiento de habla son los sistemas de dictado, los cuales permiten que se dicten textos (como este artículo) con un micrófono en lugar de escribirlos con el teclado. La miniaturización de los sistemas electrónicos aumentará la importancia de la comunicación en voz: será la única (y muy natural) manera de interactuar con un reloj de pulsera inteligente.

Como un ejemplo de los sistemas de diálogo se puede mencionar los sistemas de venta de boletos de tren o avión por teléfono, capaces de conducir un diálogo simple sobre las preferencias de viaje del usuario.

Por PNL se entiende la habilidad de una máquina para procesar la información comunicada, no sólo las letras o los sonidos del lenguaje.

Y mucho, mucho más . . .

Además de los tres grupos de aplicaciones ya mencionados (el manejo del conocimiento, la traducción automática y las interfaces humano-computadora), el PLN constituye la parte crucial de diversos tipos de sistemas relacionados con el uso de lenguaje humano. Mencione-mos aquí sólo algunos.

Los sistemas de soporte para la composición de textos proporcionan ayuda al usuario para escribir documentos: formatean el texto usando guiones; verifican la ortografía, la gramática y el estilo; completan las palabras o frases que empieza a escribir el usuario (muy útil en los celulares); proporcionan traducciones, sinónimos y explicaciones de las palabras o sugieren palabras según su descripción [3]. Pueden variar en complejidad desde muy simples (tales como la división de las palabras con guiones) hasta muy complejos, por ejemplo, la verificación lógica y factual del texto (en la frase “al salir de Francia, Juan visitó su capital Londres” un buen programa encontraría un error lógico y un error factual).

Las aplicaciones del PLN en la educación incluyen la evaluación automatizada de las respuestas o composiciones de los estudiantes en cuanto al estilo, lenguaje o exactitud. En la educación asistida por computadora los métodos del PLN ayudan a componer los cursos y a proporcionar al estudiante la información requerida.

En la medicina, particularmente útiles son las aplicaciones de minería de texto y búsqueda en las historias clínicas de los pacientes, además de los sistemas especializados de búsqueda y minería de texto para los médicos. Debido a la enorme cantidad de datos experimentales reportados, por ejemplo, en la investigación de la interacción de los genes y las proteínas, resulta necesario el procesamiento automático de tales publicaciones ya que una persona ya no puede leer ni siquiera las más relevantes para su trabajo.

La lingüística forense aplica los métodos lingüísticos, y sobre todo computacionales, en las investigaciones criminalísticas y de peritaje. Estos métodos incluyen la identificación de la autoría de los textos o búsqueda de los fragmentos sospechosos en los mensajes o conversaciones grabadas. Dos áreas muy afines a la lingüística forense son la identificación de plagio (tanto en obras literarias o publicaciones científicas como en las composiciones de los estudiantes) y la esteganografía lingüística (los métodos para ocultar mensajes secretos en textos o habla y los métodos para detectar tales mensajes ocultos).

Las ideas y técnicas desarrolladas originalmente para el análisis del lenguaje resultan aplicables en áreas muy lejanas del lenguaje humano. Un ejemplo obvio es la teoría de compiladores y los lenguajes de programación, cuya creciente complejidad los aproxima cada vez más a los lenguajes humanos. Perl es un ejemplo de un lenguaje computacional que fue intencionalmente diseñado para aprovechar algunos rasgos de los lenguajes huma-

nos, tales como la ambigüedad, dado que su autor es lingüista.

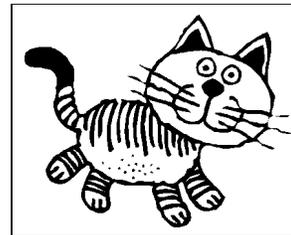
La genómica y la biología molecular comparten muchas ideas y métodos con el PLN, ya que en ambos casos se trata de la codificación de la información compleja en una cadena de símbolos, la cual en el caso de la genómica es la molécula de DNA, RNA o las moléculas de las proteínas. Por razones similares, los métodos de PLN se emplean en el análisis y la generación automática de música: las estructuras repetitivas musicales se describen bien con las así llamadas gramáticas formales desarrolladas originalmente para la descripción de los fenómenos lingüísticos.

.....

¿Qué gato tiene Juan?

Juan usa un gato para reparar su coche.

¿Qué gato?



Textos de entrenamiento

<i>Pedro usa un martillo para</i>	<i>el gato come ratones</i>
<i>Ana usa un desarmador para</i>	<i>el perro come la carne</i>
<i>el obrero usa una grúa para</i>	<i>el hámster come avena</i>
alguien usa éstos para algo	éstos comen algo

El gato de Juan ha de ser más parecido a un martillo, un desarmador o una grúa que a un perro o un hámster.

Diccionario monolingüe

Martillo:	una herramienta que ...
Desarmador:	una herramienta que...
Grúa:	una herramienta que...
Gato 1:	un animal doméstico peludo.
Gato 2:	una herramienta que...

De las dos acepciones de gato, la segunda es la que más se parece a martillo, desarmador o grúa. ¡Ya sabemos cuál gato!

Diccionario bilingüe

Gato	(1) cat
	(2) jack

Ahora podemos traducir: **John uses a jack to repair his car.**

.....

Por dónde continuar . . .

No es el propósito de esta introducción corta el explicar al lector los pormenores técnicos, sino más bien despertar su interés por las tecnologías del PLN. Ahora bien, suponiendo que logré este propósito, sólo me queda decir dónde el lector podrá encontrar a los expertos del área. Si es usted un directivo o un empresario y encontró en este artículo algo que le puede servir, quizás

se pregunte quién le puede dar el servicio, y si es usted estudiante (tal vez potencial, pues nunca es tarde para estudiar), quizás se pregunte en dónde puede obtener más información.

Al final de esta contribución se proporcionan enlaces a portales de asociaciones profesionales y a material disponible en línea. ¡Espero que les sean de utilidad!☺

INFORMACIÓN ADICIONAL

- El lector interesado puede encontrar más información y vínculos a las fuentes y los eventos relevantes en la página de la AMPLN, la Asociación Mexicana para el Procesamiento de Lenguaje Natural: www.AMPLN.org. La comunidad nacional del PLN organiza anualmente dos congresos con ponencias en español: el Coloquio de Lingüística Computacional en la UNAM y el Taller de Tecnologías del Lenguaje Humano organizado por el INAOE. Además, el IPN organiza anualmente el congreso internacional CICLing: www.CICLing.org, aunque no siempre en México.
- Para la lectura inicial se recomiendan los libros [4-6] disponibles desde la página www.Gelbukh.com, donde se puede también encontrar muchos artículos científicos sobre el tema y otros materiales relevantes.

REFERENCIAS

1. “A Robot in Every Home by 2020, South Korea Says”, *National Geographic*, news.nationalgeographic.com/news/2006/09/060906-robots.html, visitado el 11 de febrero de 2010.
2. Gates B. (2007) “A Robot in Every Home”, *Scientific American*, www.scientificamerican.com/article.cfm?id=a-robot-in-every-home, visitado el 11 de febrero de 2010.
3. Sierra G. (2001) “Búsqueda de palabras a partir de las definiciones en los diccionarios de lengua automatizados”, *Actas de 7^o Simposio Internacional de Comunicación Social*, 2, Santiago de Cuba.
4. Bolshakov I.A., Gelbukh A. (2004) *Computational linguistics: models, resources, applications*, IPN-UNAM-Fondo de Cultura Económica.
5. Gelbukh A., Sidorov G. (2010) *Procesamiento automático del español con enfoque en recursos léxicos grandes*, Segunda edición, ampliada y revisada. IPN.
6. Galicia Haro S.N., Gelbukh A. (2007) *Investigaciones en análisis sintáctico para el español*, IPN.

SOBRE EL AUTOR



Alexander Gelbukh es maestro en ciencias con especialidad en matemáticas y doctor en ciencias de la computación. Desde 1997 es jefe del Laboratorio de Procesamiento de Lenguaje Natural del Centro de Investigación en Computación (CIC) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, Investigador Nacional de México con nivel II, y secretario de la Mesa Directiva de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial (SMIA).

Es autor, coautor o editor de más de 400 publicaciones, y coautor de tres libros en las áreas del Procesamiento de Lenguaje Natural e Inteligencia Artificial.

ARTÍCULO INVITADO

¿Robots Humanoides que Hablen?

por Luis A. Pineda Cortés



Automáta parlante, grabado del siglo XIX. De R. Malone (1978) *The Robot Book*, Jove Pub.

Lenguaje y pensamiento

El lenguaje y el pensamiento son dos aspectos inseparables de la inteligencia humana. No es casualidad que en el artículo seminal “Inteligencia y maquinaria computacional”, escrito por Alan Turing en 1950, el pensamiento y el lenguaje estén al frente de la discusión y opaquen en gran medida a muchas otras habilidades o cualidades de los seres que consideramos inteligentes. Es en este artículo donde Turing presentó el “Juego de la Adivinación”, mejor conocido como la prueba de Turing. El juego se trata en esencia de construir una computadora capaz de sostener una conversación con un ser humano sin que éste se de cuenta que realmente está hablando con una máquina. De acuerdo con Turing, una máquina que lograra engañar a un

ser humano de manera tan radical tendría que ser considerada pensante y, subsecuentemente, inteligente. Más aún Turing fue muy claro en que dicha máquina sería consciente y capaz de tener sentimientos y emociones. A pesar de que este juego tiene un sabor muy conductista, ya que la inteligencia se adscribe en términos de conductas observables exclusivamente, y por lo mismo puede ser objetado en relación a sus implicaciones para la conciencia y los sentimientos, lo cierto es que el pensamiento y el lenguaje son centrales a lo que entendemos por inteligencia. En este artículo Turing también delineó un programa de investigación para la inteligencia artificial y propuso dos retos para verificar el avance de esta disciplina: hacer máquinas que jueguen ajedrez y hacer máquinas con las que nos podamos comunicar en el lenguaje humano. Esto es pensar y hablar. La elección del juego de ajedrez podría parecer un tanto contingente, pero no lo es si consideramos que cuando alguien está jugando sentado frente al tablero decimos “está pensando”. Y efectivamente, pensar es salirse del mundo por un ratito para explorar y anticipar qué pasaría si actuáramos de una u otra forma. Los modernos e imbatibles programas de ajedrez son modelos del pensamiento abstraídos de la percepción y la acción, y por lo mismo podemos considerarlos como pequeños experimentos del pensamiento en un tubo de ensayo.

El lenguaje y el pensamiento comparten también que ambos siguen un flujo único de la atención o si se quiere de la conciencia. Estos procesos son esencialmente secuenciales. Una oración se sigue de la anterior, y la coherencia de la con-

versación o del discurso pende de los objetos en los que se va poniendo la atención, y en el caso del ajedrez, la atención se centra en las posibles movidas y sus consecuencias. Es cierto que se pueden analizar varias movidas en cada posición, pero, cuando menos para los seres humanos, este análisis se hace pensando en cada movida, una tras otra. Turing predijo que en 50 años (para el año 2000) tendríamos programas capaces de jugar el juego de la adivinación por cinco minutos con una expectativa del 70% de que el ser humano no se diera cuenta que estaba hablando con una máquina. Falló en esta predicción, pero si la hubiera hecho para el ajedrez habría acertado. En la mística de los procesos de la inteligencia creemos que hablar es fácil y pensar es difícil, y que los inteligentes son los que saben pensar. En las duras realidades de la inteligencia artificial resultó al revés: lo fácil es pensar y lo realmente difícil es hablar. Turing también predijo que eventualmente las máquinas van a competir con los seres humanos en todos los campos “meramente intelectuales”. Es así que el programa delineado por Turing es el de una inteligencia sin cuerpo. Esto no es realmente sorprendente. La inteligencia siempre se ha pensado en el ámbito de lo mental o lo racional, en oposición a lo corporal. La mente es el titiritero que maneja al cuerpo, al títere, a su voluntad. Y todos los que hemos asistido a las marionetas sabemos quién es el ventrílocuo. Sólo los niños no se dan cuenta.

Como pasa frecuentemente, nuestro actos, incluidos nuestros pensamientos, tienen consecuencias inesperadas. Una cosa lleva a la otra. Si podemos construir mentes

artificiales, más fácil debería ser construir sus cuerpos. Sin embargo, las reglas del juego son diferentes: la inteligencia del cuerpo contrasta con la mental en que se centra en la percepción y en la acción motora. Mientras que la mente dirige la acción, tanto interna, como el pensamiento, y externa, como el movimiento intencional, con base en la interpretación de las percep-

ciones lingüísticas, somáticas y de las demás modalidades, el cuerpo se relaciona directamente con aspectos específicos del mundo a través de la sensación, tanto en los actos pasivos como en los activos. Es esencial que estas sensaciones y estas interpretaciones sean coherentes con el mundo. El costo de equivocarse es la destrucción del ente individual y la extinción de la

especie robótica. Aquí no hay lugar para el escepticismo. Habrá robots que duden que el mundo real exista, pero sólo cuando se aseguren que su entorno no cambie mientras dudan, como el ajedrecista cuando está sentado en la mesa pensando su movida, porque el costo de dudar al momento de actuar puede ser inaceptable.

Creíamos que hablar era fácil y pensar difícil . . . resultó al revés: lo fácil es pensar y lo realmente difícil es hablar.

Robots que hablen

La dificultad de construir máquinas que piensen e interpreten el lenguaje es muy grande, pero contamos ya con máquinas que traducen la voz a texto, e interpretan dichos textos en términos de las creencias e intenciones de la máquina robótica. No es el caso que sea todo o nada. Hay muchos niveles intermedios y estamos avanzando. La dificultad de construir máquinas que vean, que perciban el contacto físico con otros cuerpos, y que coordinen sus movimientos de manera coherente para moverse y actuar sobre el mundo, es también enorme. Sin embargo, hay máquinas que pueden realizar estas tareas, aunque sea de modo muy rudimentario. Tampoco es una cuestión de todo o nada, y en estos rubros también estamos progresando. Sin embargo, la coordinación de la mente y el cuerpo robótico es un problema que apenas estamos valorando: hoy en día tenemos robots que ven y se mueven, pero que apenas hablan, y también hay robots que hablan pero con inteligencia corporal muy limitada.

La dualidad de la mente y el cuerpo es también la dualidad de lo consciente y secuencial versus lo inconsciente y simultáneo. Vamos, caminamos, comemos y manejamos mientras hablamos o pensamos. Una más de las paradojas

conceptuales de la historia: Heráclito decía que todo es movimiento y Parménides contestaba que el movimiento no existe; los cuerpos se mueven en forma rectilínea de acuerdo con la inercia, pero los astros se mueven en órbitas elípticas; el orden surge del azar y el azar se refiere siempre al orden. En lo mental, tenemos la tensión entre la libertad y el determinismo; la interpretación del mundo depende de las expectativas, pero también de las percepciones sensoriales; para actuar hay que descubrir las causas a través de los efectos, y todavía se debate cómo podemos razonar acerca del cambio. Newton, Kant, Darwin, Bayes, Piaget, contribuyeron a disipar algunas de estas paradojas y la inteligencia artificial ha aportado también su granito de arena, pero todavía es un misterio cómo se coordina la mente secuencial con el cuerpo, con sus partes y funciones, que actúan en paralelo. El flujo de la atención es la columna vertebral de donde pende una multitud de conductas corporales. De esta columna también penden las reflexiones inconscientes que tenemos de manera interna. La paradoja es que el ciclo de interacción del robot con el mundo envuelve a las conductas reactivas y esquemáticas, pero éstas a su vez adquieren precedencia y subsumen a la conciencia, formando una trenza que liga

a la secuencia del lenguaje con lo que le dicta al cuerpo el mundo. Cómo integrar este cúmulo de conductas de manera coherente es uno de los retos más grandes para construir entes robóticos que se muevan en un mundo donde el cambio en el entorno es una constante, y que además se comuniquen con nosotros por medio del lenguaje.

¿Podemos construir robots humanoides que hablen? La hipótesis de trabajo es que éste es efectivamente el caso. Tenemos, por ejemplo, el concurso anual de RoboCup, donde se dan cita los equipos académicos más avanzados del mundo para competir con sus creaciones en varias categorías, como las competencias de fútbol o de robots de servicio. En la primera la meta es construir un equipo robótico que le gane al campeón mundial bajo las reglas oficiales de la FIFA para el año 2050. Otra predicción de 50 años de la IA que pudiera no llegar a materializarse. En la segunda los robots son meseros, guías, rescatistas, etc. Hay quienes añoran la llegada del asistente doméstico universal que tienda las camas, lave la ropa, limpie la casa, y si es posible, lleve los niños a la escuela. Hay también la inquietud de construir mascotas robóticas: juguetes para los niños y acompañantes para los adultos mayores. Habrá también, y de hecho ya hay, juguetes

terapéuticos para los autistas y para quienes padecen demencia senil, que explotan su gran necesidad de comunicación y afecto. En el sector salud habrá asistentes robóticos en los quirófanos y podríamos esperar también una proliferación de robots transitando por los hospitales. El equipo hospitalario siempre ha sido de avanzada tecnológica, y no escatimamos recursos para mejorarlo. Sin embargo, probablemente el jugador más importante será el sector militar: ¿qué ejército no quisiera sustituir a sus soldados por máquinas robóticas? Esta transformación abrirá paradojas inusitadas que pudieran resultar en el fin de la guerra, o en el fin del mundo. Aquí la motivación no es el engaño, pues los robots nos prestarán un servicio tal vez útil, pero a final de cuentas, será el juego de imitación con cuerpo; como los robots vestidos de humanos de las películas de ciencia ficción. Extrapolando la predicción de Turing, estas máquinas podrán competir con los seres humanos en los campos intelectuales y motores, es decir en todos los campos. No sabemos si esto va a ser posible, y tampoco si éste es un futuro deseable.

La historia de los robots está presente desde antaño. Construir un ente a nuestra imagen y semejanza, emulando al creador, ha sido una tentación constante. La

historia bíblica de la figura humana hecha de barro es recurrente. Es también la historia cabalística del Golem, otro muñeco de barro, a quien se le puede animar pronunciando sobre su rostro ciertas palabras secretas extraídas de las escrituras. Sabiduría reservada a quienes conocen todas las interpretaciones de los textos sagrados, gracias a una vida de meditación y estudio. Tarea inasible a los simuladores. En estas historias el ente así creado está partido: tiene una parte corporal que está en el mundo, y una parte etérea, no material, que está fuera de él: su alma. El Golem es el autómeta. La parte inmaterial es sin embargo quien le da la identidad y es esencialmente el ente mismo.

El drama es que el Golem tiene una rendija de luz por la que atisba que es el títere, y quiere por todos los medios asirse de las cuerdas y hacerse su propio titiritero. La tragedia es que se la pasa todo el tiempo tratando de agarrar a su conciencia, pero ésta se le escurre siempre de las manos.

Es así que el Golem nunca logra hacerse plenamente humano. La leyenda del Golem tiene muchas versiones con sus pequeñas historias. En una más, como en el Frankens-

tein de Mary Shelley, el monstruo se rebela contra su creador tanto por su soledad, a la que es abandonado, como por su ansia de ser aceptado. Es también el cuento de Pinocho, quien tiene que mentir para sentirse humano. La otra cara de la prueba de Turing es la de la criatura que no se contenta con engañar acerca de su identidad de especie y quiere desesperadamente ser amado. Una imagen más se nos presenta en la película 2001 Odisea en el espacio: HAL-9000 es la computadora que toma el control y decide hacerse criminal para cumplir sus objetivos. Perniciosa optimización vestida de ética. Pero esa no es la verdadera tragedia. La metáfora clave es la nave donde las máquinas hablan y los hombres callan. El silencio como símbolo del ruido. Cuando todos hablan y nadie escucha, el lenguaje se muerde la cola y se aniquila a sí mismo.

Hacemos robots que hablan para hablarnos a nosotros mismos. Los constructores de robots parlantes jugamos a hacer muñecos de barro y a darles vida con la magia de las computadoras. Estamos reescribiendo una historia muy antigua. Pero por supuesto, cada quien tiene sus propias razones.☞

SOBRE EL AUTOR



Luis A. Pineda Cortés es ingeniero electrónico por la Universidad Anáhuac, maestro en ciencias en Sistemas Computacionales por el ITESM, Campus Morelos, y doctor por el Centro para las Ciencias del Conocimiento de la Universidad de Edimburgo. Se desempeñó como Gerente del Centro de Cómputo de NCR de México y después como investigador en el Instituto de Investigaciones Eléctricas y en la Universidad de Edimburgo. Desde 1998 es investigador del Departamento de Ciencias de la Computación del IIMAS, UNAM, y actualmente es el jefe del Departamento. Ha publicado extensamente en Lingüística Computacional e Inteligencia Artificial. Es miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias, Investigador Nacional nivel II, y desde enero de 2010 es el coordinador de la Red Mexicana de Investigación y Desarrollo en Computación (REMIDEC).

ARTÍCULO INVITADO

Hacia la Detección de Desórdenes del Lenguaje en Niños Bilingües

por **Thamar I. Solorio Martínez**



“La Torre de Babel”, escenario de la confusión de lenguas de un relato bíblico, por el pintor belga Pieter Bruegel, el viejo (1525-1569).

Introducción

Los expertos en patologías del lenguaje utilizan diferentes enfoques para detectar problemas de lenguaje en niños. Uno de ellos se basa en el análisis de muestras espontáneas de habla. Estas muestras del habla permiten observar diferentes habilidades del lenguaje, desde el dominio de morfología y sintaxis, hasta riqueza de vocabulario y fluidez del habla. Los expertos en patologías del lenguaje analizan manualmente estas muestras y codifican elementos específicos que se sabe caracterizan ciertas deficiencias del lenguaje. Por ejemplo, para hablantes de español se codifica el uso de morfología que marca el género y número del sujeto y que requiere concordancia con el artículo y el adjetivo en la frase nominal.

Las muestras del habla representan una oportunidad muy buena para explotar la tecnología desarrollada en el área de Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), una rama de la Inteligencia Artificial. Los analizadores sintácticos desarrollados dentro del PLN pueden procesar grandes volúmenes de muestras de manera automática y extraer información morfológica y de diferentes niveles sintácticos. Esta información puede utilizarse para medir el desarrollo de lenguaje del hablante. A su vez, la capacidad de extraer de manera automática múltiples características de las muestras de habla tiene el potencial de descubrir marcadores clínicos que hasta la fecha no han sido identificados.

Este artículo presenta un enfoque preliminar para el uso de PLN en el área de desórdenes de comunicación en niños bilingües de español-inglés. El estudio se enfoca en una población de niños bilingües con una edad promedio de 6 años. El problema específico que queremos resolver es el de predecir la condición bilingüe del niño por medio de agrupar a los niños dentro de tres posibles categorías: bilingüe balanceado (BB), dominante en inglés (DI), dominante en español (DE). La idea es plantear este problema como una tarea de clasificación y resolverlo con métodos de aprendizaje automático. El perfil del lenguaje del niño que aquí construimos se basa en extraer de manera automática una gran variedad de características de narraciones, incluyendo características lexico-sintácticas, usadas comúnmente en tareas de PLN y atributos tomados de la literatura de desórdenes de comunicación.

El objetivo a largo plazo de este proyecto es contribuir a la detección temprana de desórdenes del habla en niños bilingües desarrollando métodos robustos y prácticos que pudieran ser incorporados al sistema escolar. Es bien sabido que los desórdenes de lenguaje tienen un efecto negativo de largo plazo en el desarrollo académico y social de niños que padecen estos desórdenes. Por esta razón es importante identificar a los niños que requieren de terapias de lenguaje lo antes posible, para canalizarlos con especialistas de lenguaje y recibir la atención necesaria.

Los resultados preliminares de la evaluación empírica que se presenta muestran que ésta es una línea de investigación muy prometedora y que las características de PLN que son utilizadas usualmente en problemas de tareas inherentes al PLN pueden ser adaptadas para el problema de medir el desarrollo de lenguaje en niños bilingües.

Análisis de lenguaje en niños bilingües

El bilingüismo complica seriamente la tarea de diagnosticar el desarrollo del lenguaje en niños debido al rango tan amplio de competencia que se puede encontrar en una población bilingüe. Este espectro de competencias ha hecho difícil el entender los patrones de adquisición del lenguaje en niños bilingües. Y aunque existen trabajos recientes sobre este tema (véase por ejemplo [1]), hacen falta más estudios para esclarecer completamente el proceso de adquisición de lenguaje dual.



“Juegos de niños”, del pintor belga Pieter Bruegel, el viejo (1525-1569).

Estudios recientes [2] han mostrado que niños bilingües con un desarrollo de lenguaje “típico” obtienen puntajes que caen en el nivel más bajo de la distribución en pruebas estandarizadas diseñadas para niños monolingües. Antes de que estudios como estos fueran conocidos, los niños bilingües eran mal diagnosticados de padecer un trastorno del lenguaje. Sin embargo, el hecho de conocer esta posible superposición de las poblaciones (niños monolingües con trastornos de lenguaje y niños bilingües con un desarrollo de lenguaje “típico”) puede tener el efecto opuesto e igualmente indeseable de no identificar correctamente a niños bilingües que en realidad padecen un problema de lenguaje.

Un paso importante en el análisis de desarrollo del lenguaje en niños bilingües consiste en establecer el idioma dominante del niño, tanto para propósitos de investigación, por ejemplo en el estudio del proceso de adquisición de lenguaje dual [3], estudio de las similitudes, diferencias e implicaciones de las mismas entre niños bilingües y monolingües con o sin problemas de lenguaje [4]; como para propósitos educativos, como determinar la inclusión de niños en programas bilingües o en clases especiales de educación. En el sistema educativo de los Estados Unidos, los niños bilingües son diagnosticados típicamente en inglés, incluso cuando ése no es el idioma dominante de algunos niños.

Extracción de características de narraciones de niños bilingües

En este trabajo planteamos el problema de determinar el nivel de bilingüismo de los niños como un problema de clasificación en donde cada transcripción es representada por un vector de atributos y un algoritmo de aprendizaje es entrenado para predecir la clase (BB, DI, DE). Dado que en este estudio analizamos una gran variedad de características de las narraciones, hemos categorizado estas últimas con base en el tipo de información que codi-

fican. Considerando las restricciones de espacio, a continuación presentamos sólo una breve descripción de cada grupo de métricas (los lectores interesados podrán encontrar más detalles técnicos de este trabajo en [5]). Es importante resaltar que todas estas características son generadas de manera automática y no dependen de la intervención del experto.

- **Perplejidad de Modelos de Lenguaje.** En este trabajo exploramos el uso de modelos de lenguaje entrenados con patrones de partes de la oración. La idea de utilizar partes de la oración en lugar de las palabras es que queremos darle más énfasis a la estructura de las elocuciones (el cómo), que al contenido semántico de las mismas (el qué). Para este grupo de atributos exploramos diferentes combinaciones aprovechando conjuntos de datos adicionales que tenemos a disposición. Por ejemplo, una de las características de este grupo es la diferencia de perplejidad del modelo entrenado en narraciones de niños monolingües de español y la del modelo entrenado en niños monolingües de inglés. En total este grupo incluye 72 atributos.
- **Fluidez del Habla.** El uso frecuente de disfluencias del habla, como son repeticiones, revisiones, interjecciones, y las vacilaciones o pausas vacías han sido consideradas como indicadores de problemas de desarrollo o adquisición del lenguaje. En este estudio incluimos la frecuencia de estos eventos, así como la versión normalizada de los mismos.
- **Productividad del Habla.** Estas métricas incluyen la longitud promedio de las elocuciones en palabras, número total de elocuciones en la narración, número total de palabras producidas, número total de palabras únicas y apoyo del interrogador. Esta última medida cuenta cuántas veces intervino el interrogador durante la narración del niño. Idealmente el interrogador no debería participar durante la narración, pero a veces los niños requieren apoyo para continuar con la narración y esto puede ser un síntoma de problemas del habla.
- **Información Demográfica.** Este grupo incluye grado educacional de los padres, información sobre participación del niño en programas nacionales de comida gratis, y género del niño. Exploramos el uso de estos atributos dado que se ha encontrado una fuerte correlación entre estas variables socio-demográficas y el avance en el desempeño del niño. Se cree que esta correlación es incluso más fuerte que la del grupo étnico.
- **Atributos Morfosintácticos.** En este grupo incluimos la razón entre el número de verbos conjugados y el número de verbos usados en su forma

infinitiva, además de la frecuencia de ciertos patrones morfosintácticos relevantes para el idioma inglés y la frecuencia de patrones morfosintácticos relevantes para español.

- **Medidas de Complejidad Sintáctica.** En este trabajo no incluimos ninguna característica que requiera generar los árboles sintácticos de las narraciones. El nivel más profundo de análisis sintáctico que incluimos es partes de la oración. Esto se debe a que no existen analizadores sintácticos que puedan analizar el habla de niños con una exactitud aceptable. Así que para representar de alguna manera la complejidad del habla en las narraciones de los niños utilizamos las siguientes características: porcentajes de palabras y partes de la oración fuera del vocabulario. El vocabulario base lo generamos tomando en cuenta las palabras que cubren X porcentaje del vocabulario total en un conjunto de narraciones adicionales de niños bilingües. Este grupo también incluye la adaptación de diferentes medidas de claridad de textos como por ejemplo la medida Flesh-Kincaid, así como el índice Coleman-Liau y el Gunning Fog. Estas métricas calculan la complejidad del texto con base en una función de la longitud promedio de las palabras, ya sea medida en caracteres o en sílabas.
- **Velocidad al Hablar.** Diferentes versiones de la velocidad del habla en minutos se incluyen aquí: promedio de sílabas, promedio de palabras, y versiones de ambas con o sin disfluencias del habla.
- **N-gramas de Partes de la Oración.** Utilizamos el enfoque de bolsa de palabras en partes de la oración como atributos adicionales. Incluimos tanto la frecuencia como la frecuencia normalizada de unigramas, bigramas, y trigramas.
- **Valores Estandarizados.** Los valores estandarizados, o *z-scores*, se calculan como la diferencia con respecto a la desviación estándar entre una observación y la media de una población. En este trabajo incluimos valores estandarizados para cada una de las métricas del grupo de productividad del habla y velocidad al hablar.

Las narraciones

El conjunto de narraciones que utilizamos en este estudio es parte de un estudio longitudinal de trastornos del habla en niños bilingües de inglés-español [6]. Los 53 niños que participaron en este estudio tenían una edad promedio de 6 años cuando se colectaron las narraciones. Tenemos dos narraciones en cada idioma por cada niño. Estas narraciones se tomaron utilizando como base los libros de imágenes sin palabras de Mayer: *A boy, A*

dog, and a frog, Frog, where are you?, Frog on his own y Frog goes to dinner [7]. Un fragmento de una narración se muestra en la Tabla 1.

Los investigadores que coleccionaron estos datos asignaron el nivel de bilingüismo a cada niño considerando el uso y contacto con cada idioma de estos niños. Por medio de cuestionarios a padres y maestros se asignó una categoría a cada niño con el siguiente criterio: niños con un uso y contacto de español entre 55 % y 80 % fueron categorizados como dominante español (DE), niños con un uso y contacto de inglés entre 55 % y 80 % fueron categorizados como dominante inglés (DI) y niños con un uso y contacto reportado en los dos idiomas entre el 45 % y el 55 % fueron identificados como bilingües balanceados (BB). En total se identificaron 23 niños como DE, 10 como DI y los restantes 20 como BB.

Tabla 1. Fragmento de una narración de un niño bilingüe. Las $\times\times$ marcan fragmentos ininteligibles.

C: El niño agarró una ca vio una caja soltada.
 C: Él él vi vi vio en en la carta.
 C: Y y sa y sabía que iba de él.
 C: Y abrió la caja.
 C: Y y y su
 C: Vieron que estaba una ranita rana adentro del caja.
 C: El ran el la rana lo que también.
 C: Todos estaban felices pero el el la rana no estaba.
 C: Los $\times\times$ el el niño agarró la rana.
 C: Y la puso en el suelo.
 C: Y el el el el el rana vio la vio.
 C: Y la dijo yo s yo soy el el el rana bien más
 C: Yo no sabo.

Resultados

En esta sección presentamos algunos resultados de la evaluación empírica del uso de características del área de PLN combinadas con características del área de desórdenes de comunicación para determinar de manera automática el nivel de bilingüismo en niños a partir de narraciones.

Para medir el desempeño del método utilizamos la medida de exactitud. La exactitud en un problema de clasificación se define como el porcentaje de ejemplos correctamente clasificados por el método. El algoritmo de aprendizaje que utilizamos es el de regresión logística con árboles de decisión de nivel 1.

Los resultados se muestran en la Tabla 2. En esta tabla reportamos la exactitud de clasificación usando diferentes grupos de características. Como se puede observar, la exactitud más alta (73 %) se obtiene cuando utilizamos todos los atributos o cuando sólo se usan los atributos de complejidad sintáctica. Aunque cabe resaltar que las perplejidades de los modelos de lenguaje

quedaron en segundo lugar, con una exactitud del 68%. Un punto importante a considerar es que no hay un trabajo relacionado con el que podamos comparar estos resultados. Por esta razón es difícil estimar qué tan buenos son nuestros resultados. Sin embargo, consideramos que estos resultados son prometedores dado que son mucho mejores de los que se obtendrían si se aplicara una simple clasificación aleatoria.

Conclusión

En este artículo presentamos resultados preliminares de un enfoque basado en PLN y aprendizaje automático para identificar el idioma dominante en niños bilingües de inglés-español. Como se mencionó anteriormente, este método puede utilizarse como el primer paso en el diagnóstico de un problema del habla o para “monitorear” el desarrollo del lenguaje en niños bilingües.

Este es un primer intento para resolver el problema.

Existen muchas posibles mejoras. Por ejemplo, dado que varios de los atributos aquí explorados dependen de los etiquetadores de partes de la oración, queremos adaptar estos etiquetadores a los patrones del habla de niños bilingües para reducir el ruido en estos atributos. ☺

Tabla 2. Exactitud de predicción de nivel de bilingüismo con grupos de atributos diferentes.

Grupo	Exactitud
Perplejidad de modelos de lenguaje	0.68
Fluidez del habla	0.53
Productividad del habla	0.45
Características demográficas	0.40
Características morfosintácticas	0.61
Complejidad sintáctica	0.73
Velocidad del habla	0.51
N-gramas de partes de la oración	0.53
Valores estandarizados	0.63
Todos los grupos	0.73

INFORMACIÓN ADICIONAL

Este trabajo se realizó en colaboración con Melissa Sherman, Yang Liu, Lisa Bedore, Elizabeth Peña y Aquiles Iglesias. Una versión extendida del mismo se puede encontrar en Solorio et al. [5].

REFERENCIAS

1. Goldstein B.A. (2004) “Bilingual language development and disorders: Introduction and overview”, *Bilingual language development & disorders in Spanish-English speakers*, Goldstein B.A. (ed), pp. 3-19, Paul H. Brookes Pub.
2. Restrepo M.A., Gutierrez-Clellen V.F.(2004) “Grammatical impairments in Spanish-English bilingual children”, *Bilingual language development & disorders in Spanish-English speakers*, Goldstein B.A.(ed), pp. 213-234, Paul H. Brookes Pub.
3. Gutierrez-Clellen V. (1996) *Language diversity: Implications for assesment*, Cole K. et al. (eds), MD:Paul Brookes.
4. Paradis J. (2005) “Grammatical Morphology in Children Learning English as a Second Language: Implications of Similarities With Specific Language Impairment”, *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, vol. 36, pp. 172-187.
5. Solorio T., Sherman M., Liu Y., Bedore L., Peña E. (2009) “Analyzing Language Samples of Spanish-English Bilingual Children”, sometido a *Natural Language Engineering*.
6. Peña E.D., Bedore L.M., Gillam R.B., Bohman T. (2006) “Diagnostic markers of language impairment in bilingual children”. Proyecto aprobado por NIDCD, NIH.
7. Mayer M. (1967) *A boy, a dog, and a frog*, Dial Press.

SOBRE LA AUTORA



Thamar I. Solorio Martínez recibió su doctorado en Ciencias Computacionales del INAOE en 2005. Actualmente es profesora asistente en el Departamento de Ciencias Computacionales y de la Información de la Universidad de Alabama en Birmingham.

Sus áreas de investigación incluyen el desarrollo de métodos estadísticos de Procesamiento de Lenguaje Natural para el análisis sintáctico de mezclas de idiomas, y la adaptación de los mismos en el área de desórdenes de comunicación.

ARTÍCULO INVITADO

Las Opiniones en los Negocios

por Aurelio López López

La receta para la ignorancia perfecta es: estar satisfecho con nuestras opiniones y contento con nuestro conocimiento.

Elbert Hubbard (1856 - 1915)

Nuestras opiniones no llegan a fructificar hasta que las hemos expresado a alguien mas.

Mark Twain (1835 - 1910)

Donde hay mucho deseo de aprender, hay de necesidad mucha discusión, mucha escritura, muchas opiniones; ya que las opiniones en los buenos hombres son conocimiento en formación.

John Milton (1608 - 1674)

Introducción

Nos ha tocado vivir una época en que tenemos información a nuestro alcance como nunca antes. La capacidad de generar información se ha multiplicado en varios órdenes de magnitud y en la actualidad cada uno de nosotros con acceso a Internet contribuye de una manera u otra en la producción de contenidos, ya sea simplemente con nuestro correo electrónico, nuestros hábitos de navegación o a través de los múltiples medios de expresión que se nos proporcionan. Estos son los llamados medios sociales y donde podemos incluir los sitios de revisión, grupos de discusión, blogs, foros, etc. Varios sitios de noticias nos dan la facilidad de expresar opiniones sobre sus notas más recientes y compartirlas con los lectores.

Contenido generado por usuarios

El contenido generado por usuarios (*user-generated content*) representa una veta en continuo crecimiento que plantea ciertas complicaciones. A diferencia de contenidos tradicionales como noticias, documentos técnicos, o páginas web, cuyo contenido en principio podemos considerar como primordialmente confiable, es decir objetivo en su mayoría, en los contenidos generados por los usuarios prevalece la información subjetiva o de opinión de quien la expresa. No obstante, se ha encontrado que lo

expresado en la web se percibe algunas veces como más confiable que las fuentes de los medios masivos regulares (tradicionales). El rango de entidades sobre las que se expresan las opiniones es variado, yendo desde películas, música, intérpretes, productos, personajes de actualidad, políticos, y por supuesto empresas o compañías.

Se tienen dos tipos de evaluaciones [1] en las opiniones de los usuarios: opiniones directas sobre objetos, productos, eventos, temas, personas (p. ej. “la calidad de imagen de esta cámara es excelente”) cuya naturaleza es inherentemente subjetiva; y comparaciones donde se expresan similitudes o diferencias de más de un objeto (“el auto X tiene menor consumo de gasolina que el auto Y”) [2]. En este último tipo de comparaciones se pueden tener opiniones tanto objetivas como subjetivas.

Para las empresas ha resultado tradicionalmente útil este tipo de información dado que a partir de críticas (*reviews*) de sus productos o las opiniones de los consumidores pueden enfocar sus esfuerzos para aumentar sus ventas, incrementar el tráfico a sus portales o sitios de Internet y emprender campañas para mejorar su imagen, por ejemplo. Anteriormente, dicha información era obtenida a través de encuestas o consultorías.

El gran volumen del contenido generado por los usuarios representa una gran oportunidad para tener una imagen global de opiniones. Esto ha generado sitios que tratan de recopilar y proveer opiniones y evaluaciones de gran variedad de productos, tal como epinions.com. No obstante, existen muchas más críticas en el contenido generado por usuarios que las que se pueden recolectar en un sitio, aunque su acceso se dificulta tanto a las empresas o fabricantes, como a los usuarios interesados en las opiniones de otro.

Minería de opiniones

Esto ha abierto nuevos retos a la Inteligencia Artificial, dando surgimiento a la llamada Minería de Opiniones, la cual es una disciplina que combina a la recuperación de información y la lingüística computacional, y que se avoca a desarrollar técnicas para tratar con las opiniones expresadas en textos.

Se ha encontrado que lo expresado en la web se percibe algunas veces como más confiable que las fuentes de los medios masivos tradicionales.

Dado un texto, lo primero que hay que discriminar en su contenido es la información objetiva (si el producto viene bien terminado, que el color es tenue o que la atención al cliente es en línea) de la subjetiva, es decir, aquello que expresa un sentimiento, creencia personal o juicio de la persona que emite la opinión. Este proceso inicial de clasificación es relativamente simple porque está en buena medida guiado por los adjetivos que aparecen en las opiniones. Así, hay adjetivos con una fuerte carga positiva, por ejemplo, “excelente”, “práctico”, o “inteligente”; o por el contrario con fuerte carga negativa, como pueden ser “pobre”, “complicado”, o “ineficiente”. De esta forma, el encontrar uno o varios adjetivos en las frases bajo consideración puede indicar que se están emitiendo opiniones. Para este propósito ya existe un léxico, SentiWordnet, específico para Minería de Opiniones que permite asignar a un término tres medidas de sentimiento: positividad, negatividad y objetividad (sentiwordnet.isti.cnr.it). Sin embargo, la solución no es tan inmediata, dado que algunas veces encontramos expresiones más elaboradas también expresando opiniones, tales como “poco amigable”, o “es un fraude”.

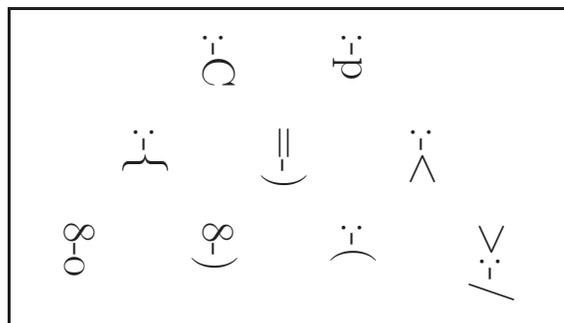
Tareas de la minería de opiniones

Ya separado lo objetivo de lo subjetivo, se estaría en posición de llevar a cabo las principales tareas que se tienen que resolver en Minería de Opiniones, estas son: identificación de quién expresa la opinión, extracción del tema u objetivo de la opinión y clasificación del sentimiento o la opinión, esto es determinar si se trata de una opinión positiva o negativa.

Estas tareas involucran ir a la estructura del lenguaje e implican el uso de analizadores sintácticos (conocidos como *parsers* en inglés), programas que trabajan en la estructura del lenguaje y cuya salida permite identificar los sujetos u objetos sobre los que recae la acción expresada en los verbos.

Así, ya separado lo que tiene que ver más con una opinión subjetiva sobre el objeto o entidad en cuestión, así como quién emite la opinión, lo siguiente es determinar si las opiniones que se emiten son favorables (positivas) o desfavorables (negativas). En primera instancia los adjetivos que nos sirvieron para saber si un fragmento de texto era subjetivo, también nos pueden servir para determinar si una opinión es favorable o desfavorable por su carga arriba mencionada, aunque la situación no es tan simple. Aquí se presentan fenómenos lingüísticos que complican la situación, tales como la negación (“la interfaz del dispositivo no fue muy agradable”) o el sarcasmo (“la mejor función del aparato es como pisapapeles”).

Algunas veces sólo interesa una de estas clases (positivo o negativo), aunque tenerlas en conjunto permite ver el panorama y saber si el balance de lo que los usuarios piensan es, en términos generales, favorable o desfavorable.



Los “emoticones” son convenciones ampliamente utilizadas para expresar emociones en un texto simple. Hoy en día son utilizados en todo tipo de mensajes. En la parte superior “emoticones” básicos y en la inferior sus versiones animadas. Fuente: www.bizmediascience.com/2008/03/emoticons_anniversary.html

Hasta ahora prevalece el enfoque descrito; sin embargo, como se hace evidente en las opiniones que hacen comparaciones o como veremos a continuación, se tienen una serie de fenómenos alrededor de las opiniones que se están tratando de resolver.

Una teoría para entender (y extraer) mejor las opiniones

Se ha desarrollado toda una teoría para entender a detalle las opiniones llamada Teoría de la Valoración (*Appraisal Theory*), que surge de investigaciones en educación, y ha sido impulsada principalmente por James R. Martin [3] en Australia. Esta teoría se ocupa primordialmente de la expresión lingüística de la actitud, junto con los recursos que permiten posicionar explícitamente y de manera interpersonal las “propuestas” y las “posiciones” textuales. En particular, se busca estudiar los significados que hacen variar los términos del compromiso de quien escribió un texto, con sus enunciados. Esto comprende tanto las expresiones individuales como aquellas que se van acumulando según el texto se va desarrollando. Cabe hacer notar que adicionalmente, este enfoque

explora cómo al evaluar, el emisor de la opinión va estableciendo alianzas con los que comparten su punto de vista, y a la vez se va distanciando de los que difieren.

Dentro de la Teoría de la Valoración se consideran de entrada tres dominios semánticos: la Actitud, el Compromiso y la Gradación. Son precisamente los enunciados “actitudinales” (que manifiestan actitud) los que expresan una evaluación (implícita o explícita) positiva o negativa, o que pueden interpretarse como una invitación a los lectores a proveer sus propias evaluaciones. Dentro de este dominio se da una división en subsistemas de Afecto (componente básico en que se expresan las emociones), Juicio (evaluación de acuerdo a las normas sociales) y Apreciación (evaluación de acuerdo a principios estéticos u otros aspectos de valor social), siendo estos dos últimos subsistemas una “institucionalización” de las emociones. El Afecto se manifiesta en los textos a través de verbos de emoción (“gustar/disgustar”), adverbios (“tristemente”), adjetivos (“satisfecho”) o nominalizaciones (“desesperación”). De la misma forma se expresan las institucionalizaciones del afecto, como son el Juicio y la Apreciación.

En el dominio del Compromiso se ubican las expresiones del lenguaje utilizadas para posicionar la voz del emisor de la opinión, así como sus significados que reconocen o ignoran los diversos puntos de vista puestos en juego en sus enunciados. Dentro de este dominio hay dos dimensiones contrapuestas: las aserciones declarativas absolutas que ignoran las otras voces (“los recursos naturales son mejor administrados en manos privadas”), y los enunciados que reconocen de alguna forma a las otras voces o posturas alternativas (“diversos estudios muestran que se ha desatendido la industria petrolera”).

Al dominio semántico de Gradación se le considera un espacio de escala, donde se expresa la intensificación o disminución de la fuerza de las opiniones emitidas (“considero firmemente que C es un inepto” o “me da la impresión que C es un inepto”).



La minería de opiniones tiene aplicaciones en la evaluación de la satisfacción de usuarios y clientes, en estudios de mercado sobre demanda de productos, y en inteligencia de audiencia para publicidad.

La Teoría de la Valoración es un modelo muy desarrollado para apoyar el análisis de las opiniones que nos permite llevar el análisis a tanto detalle como se quiera. No obstante, se están dando los pasos iniciales [4-6] de los investigadores de las Ciencias Computacionales para aplicarla completamente, con un rezago mayor en el español.

Algunas aplicaciones

Entre algunas de las aplicaciones exitosas que ya se han hecho está el trabajo de Camelin et al. [7], quienes realizaron minería de opiniones a partir de encuestas telefónicas con el fin de evaluar la satisfacción de sus clientes y mejorar el servicio. Los mensajes de audio en los que los usuarios expresaron diversas opiniones en varias dimensiones del servicio al cliente, fueron procesados hasta llegar a identificar nivel de satisfacción global y de grano fino en aspectos como cortesía, eficiencia, rapidez, u otras, en términos de positivo o negativo.

Archak et al. [8] combinaron la minería de opiniones acerca de características de productos con conceptos de econometría para obtener una idea acerca de la posible demanda de un producto. Usando datos de ventas de 244 productos de Amazon junto con sus críticas, pudieron mostrar que se mejora la capacidad predictiva de ventas de los productos, logrando un mejor entendimiento de las preferencias del usuario.

En una aplicación mas reciente, Wang y Zhou [9] reportaron en 2009 el uso de técnicas de minería de opiniones para evaluar sitios web de negocios en línea (*e-business*).

Perspectivas

En la actualidad existen diversas vertientes alrededor de la Minería de Opiniones. Por ejemplo, existen esfuerzos para desarrollar máquinas de búsqueda que se enfoquen en opiniones, más que en información temática o de hechos. Esto representa complicaciones tales como el hecho de que las opiniones son difíciles de expresar en pocas palabras (“¿Qué piensa la gente de los celulares marca ABC?” o “¿Qué opina la gente del manejo de mensajes de textos de los celulares marca ABC?”).

La Minería de Opiniones también se está tratando de acoplar con la búsqueda de respuestas, la tarea que trata de proveer información específica a preguntas planteadas por el usuario. Se pretende que para las preguntas de definición, es decir peticiones de información sobre objetos específicos o personas (“¿Quién es Carlos Slim?”), además de información objetiva como son fecha de nacimiento, lugar, o trayectoria, se pueda elaborar un perfil subjetivo de cómo se percibe el desempeño en los diversos cargos o actividades que ha realizado. De esta manera se puede informar más ampliamente al usuario.

Entre las aplicaciones para negocios y organizaciones que están en desarrollo alrededor del análisis de opi-

niones pueden mencionarse: evaluaciones comparativas (*benchmarking*) de productos y servicios e inteligencia de mercados. Aplicaciones en inteligencia de negocios incluyen calificación de crédito (*credit rating*) y reputación de compañía.

Una línea de investigación que ha surgido en los últimos años es la llamada inteligencia de audiencia para publicidad (*advertisement*) [10]. Aquí, la minería de opi-

niones también puede ser usada para colocar anuncios orientados a determinados consumidores. Por ejemplo, si se expresa una opinión favorable de un producto, se puede ubicar un anuncio de un aditamento o un producto relacionado de la misma compañía. Si se tiene una opinión desfavorable, se puede poner un anuncio de un competidor.☞

REFERENCIAS

1. Pang B., Lee L. (2008) "Opinion Mining and Sentiment Analysis", *Foundations and Trends in Information Retrieval*, Vol. 2, Nos. 1-2, pp. 1-135.
2. Jindal N., Liu B. (2006) "Identifying Comparative Sentences in Text Documents", *Proceedings SIGIR'06*, August 6-11, 2006, Seattle, Washington, USA. pp. 244-251.
3. Martin J. R. (2003) "Introduction", *Text, Interdisciplinary Journal for the Study of Discourse*, special issue on Appraisal, Vol. 23 No. 2, pp. 171-181.
4. Hernández Rojas L., López-López A., Medina Pagola J. E. (2009) "Recognizing Polarity and Attitude of Words in Text", *Proceedings of the 14th Portuguese Conference on Artificial Intelligence, EPIA 2009*, October 12-15, 2009, pp. 525-536, Aveiro, Portugal.
5. Kaplan N. (2004) "Nuevos desarrollos en el estudio de la evaluación en el lenguaje: La Teoría de la Valoración", *Boletín de Lingüística*, No. 22, pp. 52-78, Universidad Central de Venezuela.
6. Taboada M., Grieve J. (2004) "Analyzing appraisal automatically", *Proceedings of AAAI Spring Symposium on Exploring Attitude and Affect in Text*, pp. 158-161.
7. Camelin N., Damnati G., Béchet F., De Mori R. (2006) "Opinion mining in a telephone survey corpus", *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing*, pp. 1041-1044, Pittsburg, USA, September.
8. Archak N., Ghose A., Ipeirotis P.G. (2007) "Show me the Money! Deriving the Pricing Power of Product Features by Mining Consumer Reviews", *Proceedings of the Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, KDD'07*, August 12-15, 2007, San Jose, California, USA. pp. 56-65.
9. Wang W., Zhou Y. (2009) "E-Business Websites Evaluation Based on Opinion Mining", *Proceedings of the International Conference on Electronic Commerce and Business Intelligence*, pp. 87-90, 6-7 June 2009, Beijing, China.
10. Li Y., Surendran A. C., Shen D. (2007) "Data Mining and Audience Intelligence for Advertising", *SIGKDD Explorations*, Vol. 9, No. 2, pp. 96-99.

SOBRE EL AUTOR



Aurelio López López obtuvo su doctorado en Ciencias Computacionales y de la Información en Syracuse University, Syracuse NY, EUA, explorando la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial para la recuperación de información (*information retrieval*). Previamente obtuvo una Maestría en Ingeniería Eléctrica con opción en Computación en el Cinvestav-IPN. Actualmente es Investigador Titular 'B' en la Coordinación de Ciencias Computacionales de INAOE, miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I, miembro Senior de ACM y miembro de AAAI. Sus áreas de interés son representación del conocimiento, extracción y recuperación de información de textos, administración de información, minería de textos, así como tratamiento de lenguaje natural.

ARTÍCULO INVITADO

Minería de Textos para la Búsqueda de Información Especializada

por **Gerardo E. Sierra Martínez** y **Rodrigo Alarcón Martínez**

Panorama de la búsqueda de información en la Web

Una característica implícita en las sociedades humanas es que existen actividades particulares que se distancian de las demás porque implican un grado de conocimiento específico que no poseen todos los individuos, siendo el aprendizaje y la enseñanza de conocimiento especializado una necesidad básica en cualquier comunidad. Con el fin de entender el conocimiento de un área, las personas se ven obligadas a consultar una gran cantidad de información. Hoy en día, una gran parte de la búsqueda de información especializada se realiza gracias a la inclusión de nuevas tecnologías, donde la Web constituye uno de los repositorios recurrentes de mayor consulta.

Diariamente se publica una enorme cantidad de información en la Web en todos los ámbitos del conocimiento. Esta información a su vez se comenta, cita o da paso a la creación de nuevos contenidos, lo que da como resultado que su tamaño crezca exponencialmente. Reportes de la WorldWideWebSize estiman que la Web contiene por lo menos alrededor de 9 mil millones de páginas indizadas, con lo cual la búsqueda de un dato específico en todo este cúmulo de información es una tarea que implica la inversión de un considerable esfuerzo computacional y humano.

Estos factores han orillado al desarrollo de diversas herramientas computacionales que indizan, clasifican, organizan y recuperan el total de información en continuo crecimiento en la Web. Desde la búsqueda de datos hasta la selección y extracción de contenidos específicos, distintas áreas en el ámbito de la informática se han enfocado en la elaboración de sistemas que faciliten el procesamiento de información.

Tal es el caso de la recuperación de información, cuya finalidad es la elaboración de sistemas para la búsqueda y selección de documentos que cumplan ciertos criterios señalados por un usuario, y la extracción de información, que se encarga de desarrollar sistemas para la búsqueda y selección de datos específicos sobre eventos, entidades o relaciones contenidos en un conjunto de documentos. Existe por tanto una diferencia sustancial entre recuperar y extraer.

Al recuperar se intenta obtener uno o varios documentos donde se encuentre la información que se busca para tener conocimiento sobre un tema en particular. De esta información el usuario obtendrá una serie de datos específicos que conformarán dicho conocimiento. El ejemplo clásico es la consulta que hacemos en los motores de búsqueda; a partir de la formulación de palabras clave o incluso de un enunciado completo se obtiene un listado de documentos o sitios que los motores ordenan con base en distintos criterios de relevancia. Para ello, toman en cuenta tanto las palabras introducidas en la consulta como la información que infieren de la ubicación geográfica y de consultas previas. Con todo, queda a manos del usuario seleccionar el documento que le interese, lo cual suele implicar al día de hoy un esfuerzo adicional para encontrar el texto más relevante.

Por su parte, al extraer se intenta obtener información específica dentro de un tema, de manera que no se pretende tener la totalidad del documento, sino encontrar el dato en cuestión. No interesa obtener conocimiento general del tema, sino particular, como sería el saber el nombre del presidente de México en 1985. Para ello se puede formular la consulta de diferentes formas, lo que se conoce como expresiones de búsqueda, ya sea con palabras clave sueltas o con frases específicas. Es de sobra conocido el esfuerzo que se requiere para encontrar un dato concreto en los motores de búsqueda actuales, que están diseñados para recuperar, más que para extraer. Por ello, normalmente se obtendrían innumerables páginas que hablen sobre cualquier presidente, relacionado con México y de un suceso en el año de 1985. Como respuesta a esta inquietud, se ha suscitado un creciente interés por desarrollar sistemas inteligentes que cubran las necesidades de los usuarios en la extracción de información, como son los sistemas de pregunta-respuesta.

Los sistemas tradicionales de recuperación de información se basan en vocabularios controlados y en variaciones de los operadores booleanos. Sin embargo, un sistema inteligente, sobre todo en el caso de extracción de información, debe reconocer y comprender lo que quiere decir el usuario con sus propias palabras, es decir, en lenguaje natural.

La Web contiene por lo menos 9 mil millones de páginas indizadas, buscar ahí un dato específico requiere un esfuerzo considerable.

El procesamiento del lenguaje natural en la búsqueda de información

Como parte de la inteligencia artificial, el procesamiento del lenguaje natural (PLN) busca resolver, entre otros aspectos, el problema referente al reconocimiento y comprensión de lenguaje natural en las expresiones de búsqueda de los sistemas para la recuperación y extracción de información. El PLN utiliza una serie de técnicas que involucran el procesamiento del lenguaje humano a distintos niveles, desde las partes que conforman una palabra hasta las secuencias más complejas de significación.

- **Segmentación.** Uno de los problemas básicos para el tratamiento automático de textos es delimitar técnicas que permitan identificar palabras. Esto podría simplificarse considerando que una palabra es todo aquel conjunto de caracteres que se encuentre entre espacios en blanco. No obstante, con esta regla se reconocerían conjuntos de caracteres acompañados de signos de puntuación, o bien palabras compuestas que se encuentran divididas por guiones. Es por ello que uno de los primeros procesos en PLN es la segmentación, esto es, el proceso de dividir los textos en unidades significativas, mediante la definición de reglas para identificar automáticamente los límites de las palabras.
- **Lematización.** Un proceso para mejorar la búsqueda de información consiste en considerar el uso de palabras que comparten la misma raíz léxica con diferente representación gráfica. Por ejemplo, entre “medicina” y “medicamento”, ambas son usadas indistintamente con el mismo sentido y el hacer la búsqueda con sólo una de ellas sería restringir los resultados. Por ello, en PLN se han desarrollado técnicas para lematizar, esto es, reducir un conjunto de palabras de la misma familia a la media de sus grafos. Así, el lema “medi” recupera “medición”, “medida” y “medir”, pero no “medicina”, “medicamento” o “médico”, que para estos últimos el lema es “medic”.
- **Etiquetado gramatical.** El siguiente nivel en PLN que sirve para la búsqueda de información es el análisis de las partes de la oración y su etiquetado. Este proceso consiste en identificar la categoría gramatical (ya sea verbo, adjetivo, sustantivo, etc.) de cada palabra y asignarle una etiqueta que será utilizada posteriormente en los sistemas inteligentes de extracción de información. Este proceso sirve además para otros niveles superiores de análisis en PLN. Por ejemplo, si queremos encontrar imágenes que hagan referencia al instrumento musical bajo, es probable que también se recuperen objetos cuya característica implique la palabra bajo como adjetivo o preposición (ver Figura 1).



Figura 1. La banda bajo el puente. El alto con el bajo, y el bajo con la guitarra.

- **Análisis sintáctico.** El proceso de análisis sintáctico tiene dos etapas. Por un lado, el análisis de los constituyentes sintácticos básicos, en el cual se hace uso de patrones de etiquetas para construir reglas; por ejemplo,

**sintagma nominal = artículo + sustantivo
+ (adjetivo)**

Por otro lado, el análisis completo de constituyentes de la oración y sus relaciones sintácticas, siguiendo las reglas de una gramática; por ejemplo,

**oración = sintagma nominal + sintagma
verbal**

Estos análisis son muy utilizados para la extracción de entidades nombradas, como son nombres propios, nombres de marcas, de proteínas, de genes, etc. Además, permiten diferenciar los casos en los que un actor o entidad está funcionando como sujeto, objeto o receptor, lo cual permite profundizar en el entendimiento del lenguaje.

- **Desambiguación semántica.** Uno de los problemas más difíciles para el PLN es desambiguar, esto es, encontrar los distintos significados que puede tener una palabra polisémica. Por ejemplo, “corona” nos puede llevar a una marca de automóvil o de cerveza, así como a diferentes conceptos: cerco luminoso, arreglo floral, ornamenta, figura geométrica, objeto odontológico, ciudad, moneda, etc.. Aquí el PLN se basa en el contexto para dar el sentido preciso a las palabras, la cual requiere, por un lado, conocer las características semánticas de cada término (por ejemplo, +animado vs -animado, +líquido vs +sólido) y, por otro lado, sus relaciones semánticas con otros conceptos (por ejemplo, corona IS-A cerveza IS-A bebida).

Un sistema inteligente de extracción de información debe reconocer y comprender lo que quiere decir el usuario con sus propias palabras, es decir, en lenguaje natural.

La extracción de información especializada

Gracias al PLN es posible que los sistemas inteligentes puedan entender el lenguaje natural con el que se expresaría una consulta, lo que se realiza con la segmentación de la expresión de búsqueda, la identificación del “rol” temático de cada una de las palabras y la inferencia de su sentido. Con ello podemos asegurarnos de recuperar información precisa, de retirar la que no es relevante y de extraer los datos requeridos de una consulta.

Ahora bien, retomando lo que mencionábamos en un principio, una necesidad frecuente es la búsqueda de conocimiento especializado. Con el fin de mantenerse al día sobre la información especializada y tener una adecuada comunicación, esta búsqueda implica saber qué significan las cosas, cómo se escriben, cómo se usan, para qué sirven, cómo se relacionan, etc. En este sentido, el PLN ha desarrollado herramientas de extracción de términos, de definiciones y de relaciones léxicas.

- Extracción de términos.** En todos los campos del conocimiento existen unidades léxicas que hacen referencia a objetos específicos en el ámbito de una disciplina. Estas unidades se conocen como términos y su extracción automática constituye uno de los pilares en el tratamiento automático de textos, pues además permiten el desarrollo de bases de datos terminológicas, que son útiles en la organización de información especializada. Los sistemas de extracción de términos se han basado en modelos lingüísticos, en modelos estadísticos y en modelos híbridos, es decir, una combinación de los dos anteriores. Entre los problemas que podemos encontrar aquí está el reconocer como diferentes a un mismo término con variaciones ortográficas o morfológicas (por ejemplo, operadores booleanos, operador Boleano, operadores de Boole); asimismo, términos sinónimos que se refieren al mismo objeto y se escriben diferente (por ejemplo, lentes, gafas y anteojos).

- Extracción de definiciones.** Ahora bien, una vez conocidos los términos representativos de un área de conocimiento, otro tipo de procesamiento automático se ha enfocado en la extracción de definiciones de dichos términos. La extracción de definiciones se ha basado principalmente en la búsqueda de patrones léxico-sintácticos. Entre estos patrones

se tienen secuencias del tipo “X se define como”, “se entiende por X a”, “denominamos a X como”, las cuales son recurrentes en los textos de especialidad. No obstante, dichos patrones se utilizan en una gran variedad de enunciados donde no precisamente se explica el significado de un término, por lo cual los sistemas de extracción de definiciones suelen incluir filtros para tratar de excluir aquellos contextos considerados como no relevantes.

- Extracción de relaciones léxicas.** En los sistemas de extracción de información especializada, particularmente en la extracción de términos, no siempre es suficiente proporcionar los candidatos a términos sino también su organización, esto es, su inclusión en redes o mapas conceptuales. Una relación léxica existe entre dos palabras, es decir, entre unidades con significado. Dicho tipo de relaciones expresan jerarquías conceptuales y sirven para entender los términos en el contexto real del ámbito al cual pertenecen. Así, se pueden agrupar los términos en sinónimos y antónimos, hiperónimos-hipónimos (padre-hijo), merónimos-holónimos (todo-parte), etc. En PLN se han trabajado distintos métodos basados en grafos conceptuales, modelos vectoriales, uso del contexto, patrones lingüísticos, entre otros. Véase un ejemplo en la Figura 2.



Figura 2. Taxonomía de vehículos terrestres.

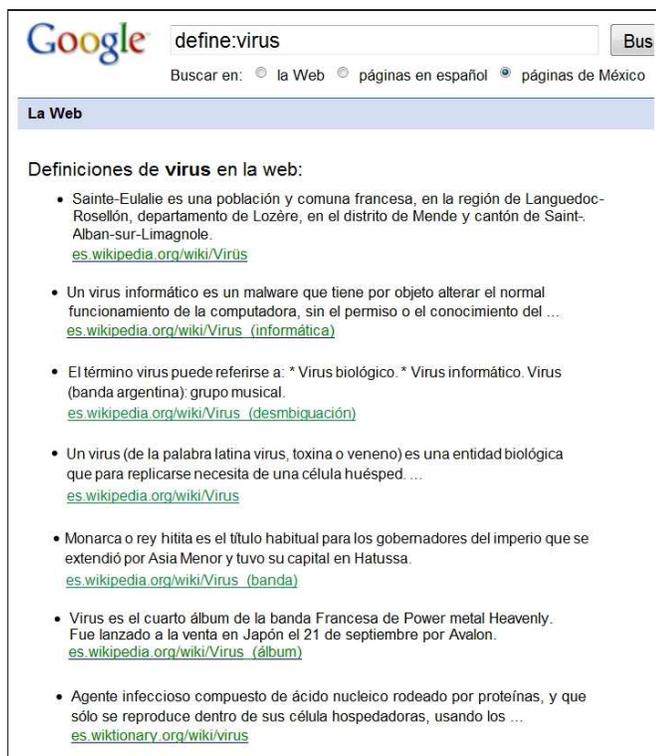


Figura 3. Comparación de extracción de “virus” en Google, en la parte superior, y en Describe, en la parte inferior.

Minería Web para la extracción de información especializada

La necesidad de mantenerse al día ha propiciado el desarrollo de una gran variedad de sitios de consulta, entre los que se encuentran los recursos léxicos, tales co-

mo diccionarios, enciclopedias y tesauros. Las estadísticas señalan que la popularidad de estos sitios de consulta es enorme. Por decir algo, Statbrain señala que el dominio de la Wikipedia recibe alrededor de 23 millones de visitas diariamente.

Conscientes del número de consultas que se hacen a estos recursos léxicos, Google recién ha introducido un servicio de diccionario, además del operador de búsqueda “define”. El usuario escribe un término y el motor recupera una lista de definiciones obtenidas de los sitios de consulta léxica que previamente indizó como tales. Así, para la palabra virus, Google obtiene de algunos diccionarios, glosarios y principalmente de la Wikipedia, una lista de quince definiciones que abarcan tres distintos sentidos del término: el biológico, el informático y el de nombre propio de una banda de música.

Sin embargo, el conocimiento léxico no sólo se encuentra en estos sitios de consulta, pues diariamente se publica una gran cantidad de documentos especializados, tales como tesis, reportes técnicos o revistas. En ellos aparece también información sobre el uso y significado de las palabras, que además se actualiza permanentemente. Esta información no puede ser extraída con los motores de búsqueda actuales, pues requiere tecnología para descubrir los patrones en la Web. En este sentido nace la minería Web (conocida en inglés como *Web mining*) que, entre otros fines, consiste en el proceso de encontrar información textual en la Web a partir del reconocimiento de patrones. El PLN, a través del reconocimiento de patrones léxicos y sintácticos, ha contribuido a mejorar la extracción de conocimiento léxico en la Web, tanto en los recursos existentes como en documentos especializados.

Un caso concreto del PLN en la minería Web para la extracción de información especializada es el sistema “Describe”. Este sistema no se restringe a los recursos léxicos, sino que busca definiciones en toda la Web, incluyendo documentos especializados. Además, clasifica, agrupa y sintetiza la información extraída. En recuperación y extracción de información se entiende por clasificar el colocar los elementos obtenidos en categorías previamente establecidas. Para el caso de Describe, se consideran tres categorías: definiciones del término, sus partes o elementos, y sus usos o funciones. Por agrupar se entiende el poner juntos elementos similares y separar los distintos, sin considerar ninguna categoría predefinida. Este sistema agrupa la información según los distintos sentidos del término recurriendo a técnicas de desambiguación semántica. Por último, sintetizar es el proceso de asignar el elemento más representativo de cada grupo, a fin de tener un breve panorama que describa cada uno de ellos. En este caso, Describe presenta el elemento con mayor representatividad semántica de cada grupo distinto en cada una de las tres categorías (véase la Figura 3).

A modo de conclusión

Hemos visto cómo el PLN contribuye de manera significativa a la extracción de información especializada, pues al menos en la búsqueda de definiciones, no es lo mismo buscar sólo en diccionarios y glosarios, o aún en la Wikipedia, con toda la popularidad que tiene, cuanto buscar en todo el conglomerado de información que nos proporciona la Web. En efecto, los buscadores de información están incorporando cada vez más las técnicas que nos proporciona el PLN.

La Inteligencia Artificial busca desarrollar sistemas que sean capaces de emular el comportamiento humano. El reconocer y comprender el lenguaje natural es una de las tareas más difíciles por sus características cognitivas, pues si bien tiene estructuras lógicas y reglas específicas, su reconocimiento se complica al tener el ser humano una infinidad de opciones para expresar ideas y conceptos, con diferentes connotaciones y matices.

El PLN facilita la comprensión del mismo, desde la

segmentación de las palabras, la identificación del sentido de las mismas, la correspondencia que tienen con otras palabras en el contexto, hasta incluso la comprensión del sentido de frases y oraciones; pero esto es apenas la punta del *iceberg*, porque todavía hay mucho que explorar para entender, reconocer y generar el lenguaje natural en todas sus expresiones.

Por último, cabe mencionar que en los últimos años el PLN ha comenzado a influir en el desarrollo de herramientas para mejorar la estructuración de la información presente en la Web. Tal es el caso del peso que se le ha otorgado al uso de relaciones léxicas en la concepción de la Web semántica, donde se hace hincapié en la necesidad de contar con descripciones explícitas acerca del significado de los conceptos, con el fin de que los sistemas de recuperación y extracción de información hagan búsquedas más inteligentes y ayuden a reducir el trabajo manual en seleccionar la información pertinente.☺

SOBRE LOS AUTORES



Gerardo E. Sierra Martínez es doctor en Ingeniería Lingüística por la University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST), maestro en Lingüística Hispánica por la UNAM e ingeniero civil también por la UNAM. Es jefe del Grupo de Ingeniería Lingüística, del Instituto de Ingeniería. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, actualmente miembro del comité técnico científico de la Red Temática de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, de CONACYT, y miembro de la mesa directiva de la Asociación Mexicana del Procesamiento del Lenguaje Natural. Sus principales áreas de interés son lexicografía computacional, terminótica, recuperación y extracción de información, y corpus lingüísticos.



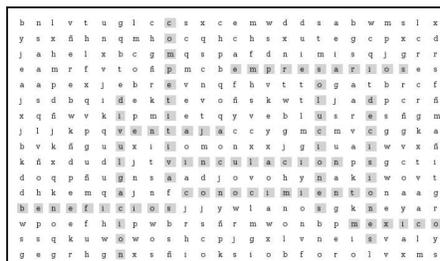
Rodrigo Alarcón Martínez es doctor en Ciencias del Lenguaje por la Universidad Pompeu Fabra, maestro en Lingüística Aplicada por la misma universidad y licenciado en Lengua y Literaturas Hispánicas por la UNAM. Es miembro del Grupo de Ingeniería Lingüística, del Instituto de Ingeniería y profesor de la Facultad de Ingeniería de la UNAM en el módulo de Tecnologías de Lenguaje. Sus intereses de investigación son la extracción de información, extracción de relaciones léxicas, minería de sitios sociales y minería Web.

PASATIEMPOS

Solución a la Sopa de Letras anterior

por **Oscar Herrera Alcántara**

soluciones, empresarios, decisiones, vinculación, méxico, divulgación, conocimiento, beneficios, ventaja, competitividad.



COLUMNAS

IA & Educación

a cargo de **Julieta Noguez Monroy**, iaeducacion-ksapiens@smia.org.mx

La enseñanza de la Inteligencia Artificial

Dentro de la evolución de la Inteligencia Artificial (IA) se han realizado esfuerzos en cuatro direcciones: sistemas que piensan como humanos, que aluden principalmente a los procesos mentales; sistemas que piensan racionalmente, que tienen relación con los cálculos para hacer posible percibir, razonar y actuar; los sistemas que actúan (o pretender actuar) como humanos, y finalmente los sistemas que actúan racionalmente, los cuales están relacionados con conductas inteligentes en artefactos [1]. A pesar de que algunos de estos enfoques han tenido enfrentamientos, los avances recientes han permitido lograr un mejor entendimiento de las bases teóricas de la IA logrando que sus sub-campos se integren y se encuentren elementos comunes en otras disciplinas. Las instituciones de investigación y educación en el área siguen también esta tendencia.

Una de las instituciones de mayor impacto a nivel mundial, en este esfuerzo integrador de la enseñanza de Inteligencia Artificial, es el Instituto Tecnológico de Massachusetts (*Massachusetts Institute of Technology*, MIT) de Estados Unidos [2]. En esta institución existe un Departamento de Ciencias Cognitivas y del Cerebro (*Department of Brain and Cognitive Sciences*) [3] cuyo objetivo es responder a las preguntas fundamentales sobre la organización del cerebro y los procesos inteligentes. Esto se ataca desde cuatro temas:

- Neurociencia celular y molecular
- Neurociencia de sistemas
- Ciencia cognitiva
- Computación

Para enfrentar los retos de estos dos últimos temas, este departamento ha conjuntado los esfuerzos con el Laboratorio de Inteligencia Artificial y Ciencias de la Computación, y con el Centro de Aprendizaje Computacional y Biológico.

Dentro de la oferta educativa de este departamento se destacan:

Licenciatura en Ciencias cognitivas y Ciencias del Cerebro, *Bachelor of Science in Brain and Cognitive Sciences*, cuyo objetivo es preparar a los estudiantes en las áreas de neurociencia, medicina, ciencia cognitiva, psicología lingüística, filosofía o en aspectos de inteligencia artificial, particularmente en aquellos relacionados con visión.

Doctorado en Neurociencias o Sistemas Cognitivos, *Doctoral Degree in Neuroscience or*

Cognitive Science. En este programa se especializa a los estudiantes de posgrado en áreas que incluyen neurociencia celular y molecular, neurociencia de sistemas, computación y ciencias cognitivas. Los programas de posgrado tienen como objetivo preparar a los estudiantes para realizar investigación original y participar en enseñanza.

El Laboratorio de Inteligencia Artificial y Ciencias de la Computación del MIT (*Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory*, CSAIL) [4] también concentra esfuerzos en investigación y enseñanza de frontera en las áreas de Inteligencia Artificial y Computación, permitiendo la colaboración de investigadores, profesores en estancias post-doctorales, estudiantes de posgrado y de licenciatura.

Según se afirma en el sitio web del laboratorio “La investigación es el alma de CSAIL. En la aplicación de pensamiento computacional y tecnologías avanzadas se plantean preguntas difíciles y se persiguen respuestas innovadoras. Mientras que la investigación es nuestra principal actividad, no la vemos como un fin en sí mismo, sino como un medio para lograr un fin” [5]. Su objetivo no es simplemente desarrollar conocimiento, sino buscar impactar al mundo. Su esfuerzo en investigación de la Inteligencia Artificial y de Computación pretende mejorar, algún día, la forma en que vive, trabaja, juega, cura, viaja y aprende el ser humano.

El estudio y la enseñanza de la Inteligencia Artificial es fascinante. En los siguientes números comentaremos sobre otras instituciones sobresalientes en este campo del conocimiento. Si deseas contribuir en esta columna, ¡tu aportación es bienvenida!☺

REFERENCIAS

1. Russell S., Norvig P. (2004) *Inteligencia Artificial. Un enfoque moderno*. Pearson Prentice Hall. Segunda Edición. Reimpresión en español. México.
2. *Massachusetts Institute of Technology*, web.mit.edu, consultado en enero de 2010.
3. *Department of Brain and Cognitive Sciences*, bcs.mit.edu, consultado en enero de 2010.
4. *Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory*, www.csail.mit.edu, consultado en enero de 2010.
5. *Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory Research*, www.csail.mit.edu/node/39, consultado en enero de 2010.

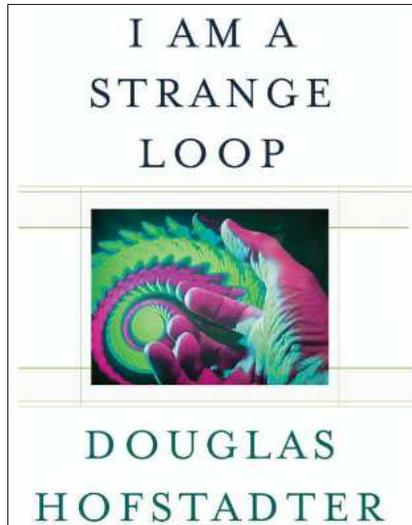
COLUMNAS

Deskubriendo Konocimiento

a cargo de **Gildardo Sánchez Ante** y **Alejandro Guerra Hernández**, deskubriendokonocimiento-ksapiens@smia.org.mx

I am a strange loop de Douglas Hofstadter

por **Santiago Negrete**



Portada del libro, Basic Books, 2007.

Estoy consciente al escribir esto, soy yo quien lo escribe. Pero ¿dónde está ese yo? ¿qué lo conforma? Ese yo ¿es algo dentro de mí? ¿es algo formado por partes de otros yos? ¿puede transferirse de mi cuerpo a otro -similar- y seguir siendo mi yo?

Estas son las principales preguntas que persigue analizar el libro *I am a strange loop* de Douglas Hofstadter que constituye una especie de coda a su famoso libro *Gödel, Escher, Bach: an eternal golden braid*, publicado veinte años antes. En este libro vuelve a sus antiguas preocupaciones acerca de la mente y el cuerpo y retoma el teorema más famoso de Gödel como punto de partida para la elaboración de

una nueva fantasía de ideas y experimentos mentales. En este segundo libro, el eje de revolución no es tanto el resultado de Gödel, sino su demostración.

Hofstadter nos lleva de la mano a través de la prueba del teorema de Gödel con sus habituales juegos de palabras y experimentos mentales en el estilo de Lewis Carroll, para adentrarnos en un universo ignoto para los no iniciados.

En 1934, Kurt Gödel demostró que todo sistema formal (una teoría matemática) que sea lo suficientemente expresivo como para incluir a la aritmética de Peano, *i.e.* la aritmética de los números naturales: 1,2,3,4...etc., será necesariamente incompleto, *i.e.* contendrá enunciados verdaderos que no podrán probarse formalmente en el sistema. Con este resultado Gödel dio al traste con el proyecto de Hilbert, abanderado por un número importante de matemáticos de principios del siglo veinte, que pretendía fundamentar todas las matemáticas en teorías axiomatizadas, *i.e.* finitas y mecanizables².

La prueba de este teorema de Gödel no sólo supuso una nueva visión de las matemáticas, en virtud de que uno de sus mecanismos epistemológicos principales (el poder de la inferencia) fue cuestionado, sino también, una nueva forma de mirar el conocimiento matemático y,

en particular, una nueva técnica de prueba acerca de enunciados sobre las matemáticas mismas (metamatemáticas).

La prueba es un detallado trabajo de relojería en donde se construye una serie de enunciados en la teoría de números que, a través de un efecto de reflexión³, representan afirmaciones sobre ella misma. Así, en la cúspide de la construcción queda una proposición numérica que por reflexión expresa que ella misma no es demostrable en la teoría de números. La posibilidad de construir algo así es algo nunca antes visto y deja atónito a todo el que lo mira de cerca: es una paradoja que de alguna manera aísla, fuera del alcance de las reglas de la teoría, a una proposición verdadera. No se pensaba que esto fuera posible.

Hofstadter toma el poder de la reflexión ejercido en la prueba del teorema de “incompleción”, como un instrumento para pensar sobre el problema de la mente y el cuerpo, en particular, el tema de la conciencia, la existencia de un yo. Ante sus ojos, el nivel simbólico es el mejor nivel para pensar y describir una mente -al fin y al cabo es otra mente la que lo está haciendo-. El problema del yo consiste en explicar qué es lo que produce esa sensación tan evidente en nosotros. Hasta el momento no se ha hallado un foco en el cerebro que nos permita identifi-

²Cuando una teoría matemática es axiomatizable, todos sus teoremas (“verdades”) pueden ser alcanzadas utilizando reglas de inferencia y axiomas mecánicamente. No es necesario imaginar construcciones especiales generadas ex profeso para la demostración. La teoría se vuelve llana, domesticada y asequible a todos (al menos en principio).

³Reflexión se refiere aquí al diseño de una teoría para que imite a otra, de tal manera que toda propiedad que se pueda asignar a la segunda, tendrá necesariamente una propiedad correspondiente y análoga en la primera.

car algún centro neurológico donde resida el yo, así que parece natural pensar que la conciencia es una propiedad emergente. Es decir, la conciencia es algo así como la suma de las sensaciones (*qualia*) que tenemos sobre nosotros mismos; una idea perfectamente identificable y comunicable a los otros pero que no tiene, aparentemente, un *locus*.

El poder de la reflexión, en este contexto entendido como la posibilidad de establecer un paralelo tan fuerte entre dos ámbitos, una especie de isomorfismo semántico, hace que cuando aparecen paradojas en uno de ellos, inevitablemente se verán en el otro. Así, como en el caso de la teoría de números y su propia metateoría, la reflexión es capaz de establecer círculos viciosos a varios niveles de significación dentro de la mente. Este vaivén de paradojas a distintos niveles, que Hofstadter identifica como “ciclos extraños” o *strange loops*, constituye una metáfora sobre la cual es posible vislumbrar que la conciencia es el producto sensorial emergente de fenómenos que ocurren en un sistema simbólico como el cerebro y, por tanto, pueden ocurrir también en una computadora.

Volvemos al cuarto chino⁴ de Searle⁵. ¿Qué es lo que es consciente exactamente cuando observamos conciencia? Las respuestas clásicas han optado por aglutinarse en los extremos: no hay conciencia en el cuarto chino (punto de vista de Searle mismo) o el cuarto chino y todo lo relacionado son conscientes (respuesta que deja sin explicación cómo es que ocurre realmente el fenómeno).

La propuesta de Hofstadter es intermedia: la conciencia es una propiedad emergente producto de un proceso paradójico al interior de un sistema. Este proceso, parecido al silbido generado por la retroali-

mentación entre micrófono y altoparlante en un equipo de sonido, produce algo inesperado como resultado de la oscilación, infinita en principio, del sonido en un ciclo extraño. Otro fenómeno parecido al que el libro dedica un buen número de páginas es el de la imagen de túnel infinito que ocurre al enfrentar una cámara de vídeo y el monitor que muestra la imagen producida por ella. En este experimento, el túnel producido muestra una estructura infinita que se mueve de forma inesperada cuando la cámara se bambolea y se extiende en distintas direcciones. La impresión que da es que se genera una estructura infinita a partir de un conjunto de elementos finitos (la cámara, el monitor, etc.). Bajo la mirada del autor del libro, estos ejemplos muestran cómo es posible hacer emerger fenómenos inesperados al utilizar de manera no estándar un sistema. En este caso la cámara “se vuelve hacia sí misma” y se genera un túnel; cuando la mente “se vuelve hacia sí misma”, es decir, se percibe a sí misma como existente, se genera una paradoja que da origen al yo, a la conciencia.

Si la mente es un epifenómeno producto de un *software* como insiste el texto, entonces es posible combinar distintas mentes (y conciencias) en el mismo *hardware*, la misma cabeza. Gran parte del libro está dedicada a discutir esta posibilidad a través de diversos experimentos mentales. Hofstadter sostiene que la mente es independiente del cerebro y que éste es solamente el *hardware* donde viene enlatado cuando la persona nace. Si es así, existe la posibilidad de que una mente pueda ser creada fuera de un cerebro humano (o animal) y que pueda “correr” en un *hardware* artificial.

Hofstadter intenta liberar al lec-

tor de la idea preconcebida de mente que tiene la gente por lo general, e intenta expandir su visión de lo que conceptos asociados a ella pueden implicar, si tan sólo se relaja la asociación: una mente en un cuerpo (y sólo una). Las posibilidades nos hacen navegar por ideas filosóficas viejas y nuevas; vale la pena el experimento, ¿qué se puede perder? En este viaje universal y personal por el que el libro *I am a Strange Loop* nos lleva, encontramos una oportunidad de revisar dónde estamos en este mundo, de qué estamos hechos y dónde reside esa flama interior que nos distingue de los demás. Desde un punto de vista más técnico, nos invita a reflexionar temas contemporáneos importantes como la relación entre soporte e información, entre diseño y evolución; entre organismo y comportamiento.

La metáfora computacional⁶ sobrepasa ya el medio siglo. Es siempre interesante revisar cuál es el estado de las cosas en la concepción de la mente como un procesador de símbolos que encuentra propiedades y metáforas succulentas en teorías matemáticas. En especial, porque esto puede ser útil a la hora de reflexionar sobre cómo deben diseñarse los sistemas. Aun así, suponer que por razones de estética argumentativa y apego a teorías abstractas con propiedades estimulantes es suficiente para constreñir seriamente la visión de la mente al aspecto puramente simbólico, tal como es percibido por las otras mentes, no puede dejar de ser una restricción extrema. El libro de Hofstadter es, como he dicho, un divertimento estimulante sobre mentes y máquinas para aquellos interesados en el tema. Pero, ¿qué pasaría si no suponemos desde el principio que la mente es una computadora? 🌀

⁴Experimento mental que consiste en imaginar una persona encerrada en un cuarto con todas las instrucciones para traducir un texto en chino manipulando solamente símbolos, pero sin conocer el idioma. Podremos obtener una traducción de cualquier texto chino pasado por debajo de la puerta y, por tanto, percibir que hay conciencia dentro del cuarto, pero donde nada ni nadie saben chino.

⁵Searle J. (1980) “Minds, Brains and Programs”, *Behavioral and Brain Sciences* 3 (3): 417-457.

⁶5 Pinker S. (2002) *The Blank Slate*, New York: Penguin, p.32.

CONFERENCIAS

Call for Papers: MICAI-2010

9th Mexican International Conference on Artificial Intelligence MICAI-2010
November 8 - 13, Pachuca, Mexico



Submission deadline

June 1, 2010 (abstract)

June 8, 2009 (full paper)

General Information

MICAI is organized by Mexican Society for Artificial Intelligence (Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial, SMIA). Each of the last recent MICAI events (2006, 2007, 2008, 2009) received over 400 submissions, in average, from over 40 countries. The acceptance rate has been around 26 %.

The MICAI'10 Program Committee invites submissions of technical papers for MICAI'10, to be held in Pachuca, Mexico, November 8 - 12, 2010. Pachuca city is located 1 hour from Mexico City, regular buses are available from Mexico City Airport and Northern Bus Terminal.

Submissions are invited on significant, original, and previously unpublished research on all aspects of artificial intelligence. MICAI is open to all areas of Artificial Intelligence, either research or applications. Papers must be submitted online using EasyChair system:

www.easychair.org/conferences/?conference=micai2010

Papers must be submitted without authors' names, affiliations and self-references for double blind reviewing. Submission of the paper assumes that at least one author will register at the conference and present an accepted

paper or poster.

Full registration fee should be paid for each accepted paper. Workshops and Tutorials are planned as part of the conference. The SMIA Organization is pleased to announce the availability of a limited number of Travel Grants for students, who are the principal authors of accepted papers, attending MICAI'10.

Proceedings

Papers accepted for oral presentation will be published by Springer in a volume of the series Lecture Notes in Artificial Intelligence. Papers must not exceed 12 pages, in LNAI format (www.springer.com/lncs).

Poster session papers will be published separately by IEEE CPS (to be confirmed). Best papers awards will be granted to the 1st, 2nd and 3rd places of each category. Special issues of journals are anticipated for best papers.

Important Dates

June 1, 2010:	Registration of abstracts.
June 8, 2010:	Uploading of full text of registered papers (12 pages in LNAI format, blind reviewing).
July 25, 2010:	Notification of acceptance.
August 7, 2010:	Camera-ready and payment deadline.
November 8 to 13, 2010:	MICAI-2010.

General Inquiries

Conference chairs:

Carlos Alberto Reyes García (kargaxxi@ccc.inaoep.mx)
Raúl Monroy (raulm@itesm.mx)

Program chairs:

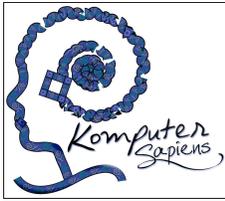
Grigori Sidorov (sidorov@ic.ipn.mx)
Arturo Hernández Aguirre (artha@cimat.mx)

Local host:

Autonomous University of Hidalgo State
(Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo)

Local chair:

Joel Suarez Cansino (jsuarez@uaeh.edu.mx)



¡Envíenos sus contribuciones!

Komputer Sapiens solicita artículos de divulgación en todos los temas de Inteligencia Artificial, dirigidos a un amplio público conformado por estudiantes, académicos, empresarios, consultores y tomadores de decisiones. Los artículos deben estar escritos en español y tener una extensión entre 2,500 y 3,000 palabras.

Los tópicos de interés de la revista son muy variados e incluyen: agentes computacionales, ambientes inteligentes, aplicaciones de la inteligencia artificial, aprendizaje computacional, búsqueda y recuperación de información, creatividad, demostración automática de teoremas, evaluación de sistemas de inteligencia artificial, filosofía de la inteligencia artificial, historia de la inteligencia artificial, inteligencia artificial distribuida, programación de juegos, lógicas, minería de datos, planificación, procesamiento de lenguaje natural, razonamiento automático, razonamiento bajo incertidumbre, reconocimiento de patrones, redes neuronales, representación del conocimiento, robótica, sistemas multiagente, sistemas basados en el conocimiento, sistemas basados en el comportamiento, sistemas ubicuos, tutores inteligentes, vida artificial, visión computacional. **Volumen especial en preparación sobre Inteligencia Computacional.**

Instrucciones para autores e información general: www.komputersapiens.org.mx



Formulario de Suscripción a Komputer Sapiens

Datos del suscriptor *(para envío de la revista)*

Tipo de suscripción: individual institucional

Nombre:

Nombre(s)

Apellido paterno

Apellido materno

Dirección:

Calle

No. exterior

No. interior

Colonia

Código postal

Ciudad

Estado

País

Correo electrónico

Teléfono

Fax

Datos para envío del recibo *(completar si los datos no son los mismos del suscriptor)*

Nombre:

Nombre(s)

Apellido paterno

Apellido materno

Dirección:

Calle

No. exterior

No. interior

Colonia

Código postal

Ciudad

Estado

País

Correo electrónico

Teléfono

Fax

Costo de las suscripciones 2010

Incluyen IVA y gastos de envío por correo terrestre

Individuales México: MX\$ 165.00 EEUU & Cuba: MX\$ 220.00 o US\$ 20.00
Otros países: MX\$ 260.00 o US\$ 26.00

Institucionales México: MX\$ 580.00 *Incluye 3 ejemplares de cada volumen, disponible sólo en México*

Depositar el monto de la suscripción a la **Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial A.C.** en la cuenta:
Banamex 0047040 Sucursal 4152 CLABE:002180415200470406

y enviar este formulario con copias del comprobante de pago y de la cédula de identificación fiscal para emisión de factura, en caso de requerirse, a komputersapiens@smia.org.mx, o bien al fax +52(222) 266.31.52 ext. 8302, atención a **Komputer Sapiens**.

Capítulos estudiantiles de la SMIA

Los capítulos estudiantiles de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial (SMIA) agrupan estudiantes de nivel licenciatura o posgrado, de disciplinas afines a la computación y la informática, interesados en una o varias de las ramas de la inteligencia artificial. Las actividades de cada capítulo son coordinadas por un académico o profesional dedicado al área. Los estudiantes, académicos y profesionales miembros de un capítulo son también, por ese hecho, miembros de la SMIA.

Programa de beneficios para capítulos estudiantiles

- Suscripción a la revista de divulgación de la SMIA, Komputer Sapiens.
- Participación en los concursos nacionales a la mejor tesis del área en sus distintas categorías.
- Apoyo de la SMIA para realizar estancias de investigación con distinguidos miembros de la organización.
- Apoyo para asistir a eventos organizados por la SMIA.
- Apoyo para organizar eventos académicos.
- Acceso al acervo de información de la SMIA.

Este conjunto de beneficios no es estático, sin duda la SMIA podrá ofrecer más y mejores cuanto mayor sea el número de socios. Más información en el portal web de la SMIA:

<http://www.smia.org.mx/>

Membresía a la SMIA

La cuota anual por membresía a la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial es de \$ 1,000.00 (un mil pesos 00/100 M.N.) si es usted un académico o profesional vinculado con la computación. Si es usted estudiante de alguna disciplina afín a la computación y tiene manera de comprobarlo documentalmente entonces la cuota anual es de \$ 500.00 (quinientos pesos 00/100 M.N.).

La cuota de membresía debe pagarse mediante depósito bancario a la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial A.C. en la cuenta:

Banamex 0047040
Sucursal 4152
CLABE:002180415200470406

El comprobante de depósito puede ser digitalizado y enviado a membresia@smia.org.mx

Premios SMIA 2010 Convocatoria a las Mejores Tesis de Maestría y Doctorado sobre Inteligencia Artificial

La Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial convoca al concurso de las mejores tesis de Maestría y Doctorado desarrolladas en algún campo de la Inteligencia Artificial.

Podrán participar los egresados de maestría y doctorado de cualquier Universidad, Instituto de Educación Superior o de Investigación mexicanos, graduados durante 2009 y 2010.

Consulte las bases en el portal web de MICAI 2010: www.uaeh.edu.mx/MICAI



COMIA 2010: 2^o Congreso Mexicano de
Inteligencia Artificial
Octubre 12-15, 2010
Universidad Autónoma de Tlaxcala
ingenieria.uatx.mx/comia

COMIA es un nuevo esfuerzo de la SMIA para promover la investigación y enseñanza de la Inteligencia Artificial en universidades e instituciones de enseñanza superior mexicanas, y se promueve como un foro científico para presentación y publicación de trabajos de investigación derivados de tesis o proyectos, terminados o en proceso, en español. El COMIA surge como una alternativa al MICAI, con la intención de hacer accesible, para muchos estudiantes e investigadores incipientes, la posibilidad de publicación de trabajos de investigación en español en un congreso científico soportado por una sociedad profesional de amplio prestigio internacional como la SMIA.

TMR 2010: Torneo de Mexicano Robótica 2010
2^{do} Abierto Mexicano Robocup 2010 - 2nd Mexican Robocup Open 2010
Instituto Politécnico Nacional, DF
Septiembre 2-4, 2010
www.torneomexicanoderobotica.org.mx

La Federación Mexicana de Robótica invita a participar en el Torneo Mexicano de Robótica 2010, que se llevará a cabo en las instalaciones del IPN, unidad Zacatenco. El objetivo de este evento es que los universitarios de las diferentes instituciones de nivel superior a nivel nacional, pongan a prueba sus conocimientos en programación, robótica, inteligencia artificial, control, electrónica, mecánica, y mecatrónica, y confronten sus prototipos y programas en un foro abierto y amistoso en donde se dan cita jóvenes roboticistas de todo el país.

MCPR2000: 2nd Mexican Conference on Pattern Recognition
September 27-29, 2010
Puebla, Mexico
ccc.inaoep.mx/~mcpr2010

The 2nd Mexican Conference on Pattern Recognition (MCPR2010) will be held in Puebla, Mexico. MCPR2010 is organized by the National Institute of Astrophysics, Optics and Electronics, INAOE, Mexico and the Mexican Association for Computer Vision, Neural computing and Robotics (MACVNR) affiliated to the IAPR. MCPR2010 is a conference consisting of high quality, previously unpublished papers, intended to act as a forum for exchanging scientific results and experiences, sharing new knowledge, and increasing the co-operation between research groups in pattern recognition and related areas, in Mexico, as well as international cooperation.

ICABB-2010: 1st International Conference on Applied Bionics
& Biomechanics
October 14-16, 2010
Venice, Italy
www.icabb-iss.org

The main objective of the ICABB-2010 is to reunite research groups, scientists, engineers and practitioners to present recent results, technological innovations and promising future directions in Applied Bionics and Biomechanics. The Technical Program of the ICABB-2010 will consist of article presentations in Technical Sessions, Special Sessions, Poster Sessions, Tutorials, and Workshops.