

Integración de los Sistemas de Diálogo para la Interacción en Redes Sociales*

Spoken Dialogue Systems for its Interaction in Social Networks

D. Griol, M.Á. Patricio, J.M Molina Á. Arroyo Z. Callejas, R. López-Cózar
Dpto. de Informática Dpto. Sist. Int. Aplicados Dpto. Leng. y Sist. Informáticos
Univ. Carlos III de Madrid Univ. Politécnica de Madrid Univ. de Granada
{dgriol,mpatrici}@inf.uc3m.es, molina@ia.uc3m.es aarroyo@eui.upm.es {zoraida,rlopezc}@ugr.es

Resumen: Con el desarrollo de la denominada Web 2.0 y el gran interés y extensión que han alcanzado actualmente las redes sociales, se están introduciendo rápidamente un gran número de aplicaciones que originan a la vez nuevas formas de comunicación e interacción entre los usuarios. Por otro lado, la investigación en el campo de los sistemas de diálogo posee en la actualidad un gran número de retos relativos a la introducción de nuevas modalidades tanto de entrada como de salida, así como aplicaciones y metodologías que favorezcan la adaptación de estos sistemas a las características y preferencias específicas de cada usuario. Las redes sociales, y más concretamente los mundos virtuales, suponen de este modo un escenario perfecto para llevar a cabo estas líneas de investigación. En este artículo presentamos un estudio relativo a la integración de sistemas de diálogo en redes sociales, describiendo en nuestro trabajo la utilización de un sistema de diálogo que proporciona información académica para crear un avatar conversacional dentro del mundo virtual de Second Life.

Palabras clave: Sistemas de Diálogo, Redes Sociales, Mundos Virtuales, Second Life

Abstract: With the development of so-called Web 2.0 and the great interest and extension that social networks have now reached, a large number of applications that originate new forms of communication and interaction among users have been quickly introduced. Furthermore, research in the field of dialogue systems currently have a number of challenges related to the introduction of new input and output modalities, as well as applications and methodologies that allow the personalization of these systems to the specific characteristics and preferences of each user. Social networks and, in particular virtual worlds, have thus a perfect setting to carry out these research objectives. In this paper we present a study about the integration of dialog systems with social networks, describing the use of a dialogue system that provides academic information to develop a conversational bot in the Second Life virtual world.

Keywords: Dialogue Systems, Social Networking, Virtual Worlds, Second Life

1. *Introducción*

El desarrollo de la denominada Web 2.0 ha hecho posible la introducción de numerosas aplicaciones utilizadas diariamente por un gran número de usuarios. Estas aplicaciones han originado nuevas formas y canales de comunicación que están cambiando

profundamente las formas de comunicación entre los usuarios de Internet. Las redes sociales han surgido en este marco como un fenómeno de consumo global durante los últimos años.

De acuerdo con (Nielsen, 2009), dos terceras partes de los internautas visitan redes sociales o blogs, actividad que consume el 10% del tiempo que pasan en la red. La relevancia adquirida por este tipo de actividades está favoreciendo la aparición de

* Trabajo financiado parcialmente por los Proyectos CICYT TIN2008-06742-C02-02/TSI, CICYT TEC2008-06732-C02-02/TEC, CAM CONTEXTS (S2009/TIC-1485) y DPS2008-07029-C02-02

nuevas formas de comunicarse, de compartir información y de interactuar que nos afectan también en nuestra vida cotidiana (Ellison, Steinfield, y Lampe, 2007; Boyd y Ellison, 2007; Dwyer, 2007; Boyd y Heer, 2006).

Con el avance en estas tecnologías, se han producido durante la última década enormes avances en el desarrollo de *mundos virtuales* o “metaversos”. Estos mundos pueden definirse como entornos gráficos simulados por ordenador “cohabitados” por los usuarios a través de sus avatares. Tradicionalmente, los mundos virtuales se han estructurado a priori predefiniendo las tareas realizables por los usuarios. En la actualidad, en los mundos sociales virtuales, la interacción social posee un papel clave y los usuarios pueden determinar sus experiencias en el mundo virtual siguiendo sus propias decisiones (Yoonhyuk y Hyunmee, 2009).

De este modo, los mundos virtuales se han transformado en verdaderas redes sociales útiles para la interacción entre personas de diferentes lugares que pueden socializar, aprender, entretenerse, etc. Debido al potencial social de los mundos virtuales, se han convertido en un atractivo para instituciones, empresas e investigadores, con la finalidad de desarrollar robots virtuales con las mismas apariencia y capacidades que los avatares correspondientes a usuarios humanos. Estos robots virtuales se denominan “metabots”, término acuñado a partir de la contracción de los términos metaverso y robot. Por tanto, un metabot es un software completamente capaz de interactuar en uno o más metaversos a través de uno o varios avatares.

Los metabots intensifican de este modo la percepción del mundo virtual, proporcionando gestos, miradas, expresiones faciales y movimientos necesarios para el proceso de comunicación. Sin embargo, la interacción social en mundos virtuales se lleva a cabo generalmente en modo de texto mediante servicios de tipo chat. Nuestra propuesta es enriquecer la comunicación en estos entornos, añadiendo capacidades de conversación a los metabots (López-Cózar y Araki, 2005; Griol et al., 2008). Con este fin, proponemos la integración de sistemas de diálogo para la construcción de metabots inteligentes con la capacidad de conversar oralmente (Eynon, Davies, y Wilks, 2009; Justine Cassell y Churchill,

2000) y, al mismo tiempo, beneficiarse de las modalidades visuales que proporcionan estos mundos virtuales.

Nuestro trabajo se centra en dos puntos fundamentales. En primer lugar, dado que es muy difícil encontrar trabajos en la literatura que describan la integración de las Tecnologías del Habla y el Procesamiento del Lenguaje Natural en los mundos virtuales, mostrar que esta integración es posible. A partir de esta integración, ambas tecnologías pueden beneficiarse de las ventajas que supone disponer de la voz como manera más natural de poder comunicarse, así como de disponer de las modalidades visuales que proporcionan estos entornos virtuales. En segundo lugar, mostrar una aplicación práctica de esta integración mediante la utilización de un sistema de diálogo que proporciona información académica y empleando el mundo virtual Second Life. De este modo, el sistema de diálogo desarrollo puede además beneficiarse de la posibilidad de interactuar con el gran número de usuarios que ofrecen estos entornos

2. *Second Life*

Second Life (SL) es un mundo virtual tridimensional desarrollado por Linden Lab en 2003 y accesible a través de Internet. Un programa cliente gratuito llamado Second Life Viewer permite que sus usuarios, llamados “residentes”, interactúen unos con otros a través de avatares con capacidad de movimiento, proporcionando de este modo un nivel avanzado de servicio de red social. Los residentes pueden explorar, conocer a otros residentes, socializar, participar en actividades individuales y de grupo, crear y comerciar con objetos y servicios.

Existen diferentes formas que pueden utilizarse para la comunicación entre los residentes, las principales son los gestos, mensajes de texto y la voz. Los gestos son animaciones a partir de las cuales se puede simular una determinada acción. SL incluye una herramienta a partir de la cual se pueden diseñar gestos personalizados. Los residentes pueden utilizar además la funcionalidad de un chat, que posibilita la transmisión de mensajes de texto. Finalmente, los residentes pueden optar también por la utilización de la voz, lo que permite a los usuarios utilizar sus micrófonos para hablar entre ellos en tiempo real.

Actualmente SL se utiliza con éxito como una plataforma para la educación en muchas instituciones, como colegios, universidades, bibliotecas y entidades gubernamentales (por ejemplo, la Universidad de Ohio, la Royal Opera House de Londres, la Universidad Pública de Navarra, el Instituto Cervantes, la Universidad Politécnica de Madrid, la Universidad de Vigo, etc.). Hemos decidido utilizar Second Life como laboratorio experimental de nuestra investigación por varias razones. En primer lugar, porque es uno de los mundos sociales virtuales más populares: su población es hoy en día de millones de residentes en todo el mundo. En segundo lugar, porque utiliza unas tecnologías muy avanzadas para el desarrollo de simulaciones realistas, con lo que los avatares y el medio son más creíbles y similares a los usuarios del mundo real. En tercer lugar, porque la capacidad de SL para la personalización es extensa y fomenta la innovación y la participación del usuario, lo que aumenta la naturalidad de las interacciones que tienen lugar en el mundo virtual.

Para llevar a cabo nuestra investigación disponemos de una isla en Second Life llamada TESIS (Tierra para la Experimentación en Sistemas Inteligentes Simulados). En esta isla se han desarrollado diferentes instalaciones virtuales en las que se llevan a cabo numerosas actividades educativas. La figura 1 muestra una imagen de la isla TESIS durante una presentación virtual de las ponencias realizadas en uno de nuestros cursos de doctorado.



Figura 1: Una imagen de la isla TESIS en Second Life

3. Creación de un metabot conversacional para un dominio específico

Hemos desarrollado un metabot conversacional, al que hemos llamado *Demic*, que facilita información académica. *Demic* se basa en las funcionalidades proporcionadas por un sistema de diálogo desarrollado previamente denominado Universidad Al Habla (UAH) (Callejas y López-Cózar, 2005; Callejas y López-Cózar, 2008). La información que proporciona el metabot puede clasificarse en cuatro categorías: asignaturas, profesores, estudios de doctorado y matrícula, tal y como muestra la Tabla 1.

El sistema se ha desarrollado mediante la arquitectura típica de sistemas de diálogo hablado actuales, incluyendo un módulo de reconocimiento automático del habla, un gestor de diálogo, un módulo de acceso a bases de datos, almacenamiento de datos y la generación de respuesta oral mediante un generador de lenguaje y un sintetizador de texto a voz. El gestor de diálogo que utiliza *Demic* se ha desarrollado utilizando documentos VoiceXML que se crean dinámicamente usando PHP. De esta manera, se puede adaptar las respuestas del sistema siguiendo el contexto de la conversación y el estado de diálogo, mejorándose con ello la naturalidad de la interacción. Por ejemplo, los mensajes de ayuda proporcionados por el sistema tienen en cuenta el tema de que el usuario y el sistema están abordando en un momento determinado. El contexto se utiliza también como mecanismo para decidir la estrategia de confirmación para su uso. La Figura 2 muestra a *Demic* interactuando con el avatar de un usuario.

La Figura 3 muestra un ejemplo de diálogo adquirido con *Demic*. Los turnos etiquetados con D se refieren al avatar conversacional *Demic* y con U se refieren al usuario.

Demic gestiona un cliente oficial de Second Life para llevar a cabo su conexión con el mundo virtual. La Figura 4 muestra la arquitectura desarrollada para la integración del agente conversacional en Second Life. El sistema de diálogo que gobierna al metabot se sitúa fuera del mundo virtual, utilizándose para ello los servidores de datos y de VoiceXML necesarios. Mediante código desarrollado con C# .NET y la utilización

Categoría	Información proporcionada por el usuario (nombre y ejemplos)		Información proporcionada por el sistema
Asignatura	<i>Nombre</i>	Inteligencia Artificial	Grado, profesores, profesor responsable, semestre, créditos, página web
	<i>Grado</i> , en el que se imparte en el caso que existan varias asignaturas con el mismo nombre	Informática	
	<i>Grupo</i> y opcionalmente <i>tipo</i> , en el caso de que el usuario pregunte por un grupo específico	A Teoría	Horario, profesor
Profesores	Cualquier combinación de <i>nombre</i> y <i>apellidos</i>	José José García Sr. García	Localización Despacho, Información de Contacto (teléfono, fax, email), grupos y asignaturas, cursos de doctorado
	Opcionalmente <i>semestre</i> , en caso de que el usuario pregunte por las horas de tutoría	Primer semestre Segundo semestre	Horas de Tutoría
Estudios Doctorado	Nombre del Programa de Doctorado	Desarrollo de Software	Departamento, responsable
	Nombre del curso si el usuario solicita información sobre un curso específico	Programación Orientada a Objetos	Tipo, créditos
Matrícula	Nombre de la convocatoria	Confirmación Registro Provisional	Fecha Inicial, Fecha Final, Descripción

Tabla 1: Información proporcionada por el metabot conversacional

Figura 2: Imagen de *Demic* (a la izquierda) en Second Life

de la librería SpeechLib se lleva a cabo la conexión de audio para capturar la señal proporcionada por el sintetizador texto a voz y transmitirla al módulo servidor de voz en Second Life (SLVoice). Este módulo es

D1: Soy *Demic*. Puedo proporcionarte información sobre asignaturas, profesores, estudios de doctorado y matrículas.
U1: Me gustaría conocer información sobre profesores.
D2: Dime el nombre del profesor.
U2: José García.
D3: {*Información sobre el profesor*} ¿Deseas algo más?
U3: Me gustaría saber también cuál es el periodo de matrícula en el Grado de Informática.
D4: {*Información sobre la matrícula*} ¿Deseas algo más?
U4: No, gracias.
D5: ¡Gracias!

Figura 3: Ejemplo de diálogo adquirido mediante la interacción con *Demic*

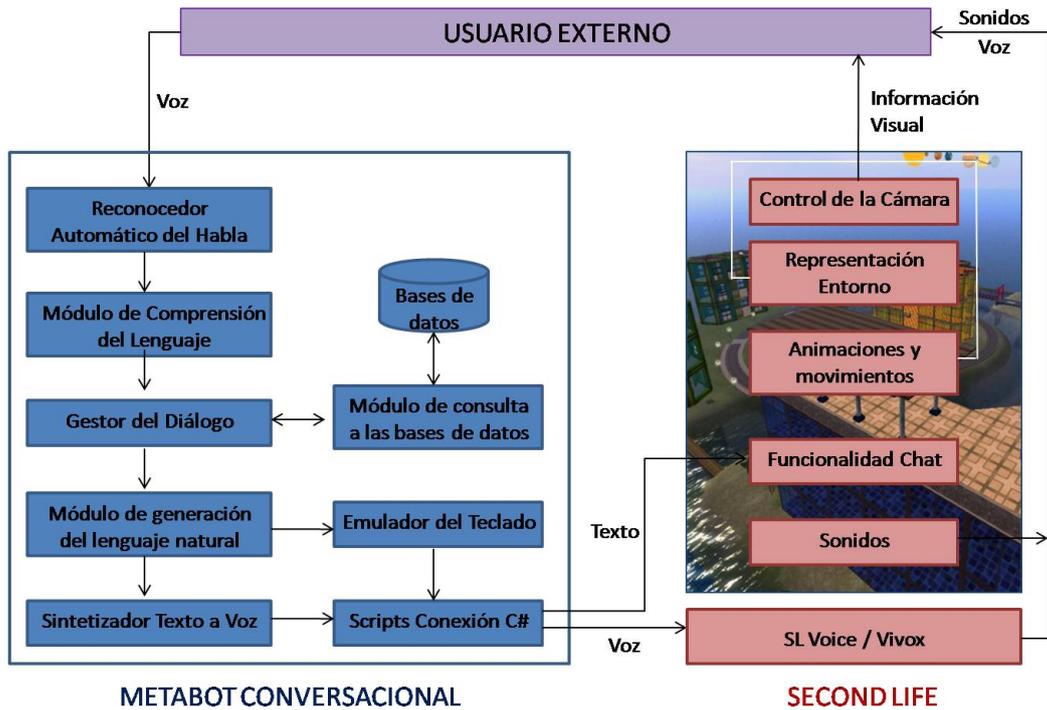


Figura 4: Esquema de la arquitectura utilizada para la integración del metabot conversacional en Second Life

externo al programa cliente para visualizar el mundo virtual (Second Life Viewer) y está basado en la tecnología Vivox, que utiliza los protocolos RTP, SIP, OpenAL, TinyXPath, OpenSSL y LibCurl para la transmisión de los datos de voz. De este modo, el visor de Second Life se encarga de configuración, control y funciones de pantalla, pero no así de la señal de voz (tanto desde el micrófono como desde el servidor de voz Vivox). Además, utilizamos la utilidad lipsynch proporcionada por Second Life para sincronizar de este modo la señal de voz con los movimientos de los labios del avatar. Mediante esta funcionalidad se posibilita además informar visualmente de que el avatar conversacional se está comunicando oralmente en un determinado momento, dado que permite mostrar la forma de onda junto a la cabeza del avatar. Por último, hemos integrado un emulador de teclado que permite además transmitir la transcripción de texto generada por el avatar conversacional directamente al Chat de Second Life, para los casos de que se desee además transmitir este texto al usuario. Utilizando esta funcionalidad es posible además transmitir mediante el chat

un mensaje distinto a la señal de voz generada, de manera que esta información textual pueda complementar la información proporcionada vocalmente (por ejemplo, en los casos en los que la información que hay que proporcionar mediante la voz es demasiado largo y puede simplificarse mediante una explicación vocal y un texto que la complementa).

3.1. Selección de la apariencia visual del metabot en el mundo virtual

Uno de los primeros problemas que surgen en el desarrollo de metabots consiste en definir los parámetros dentro de los cuales los humanos nos comunicamos en el metaverso y cómo posibilitar que los metabots sean sensibles a estos parámetros. De este modo, para construir metabots que son capaces de integrar comportamientos humanos hemos definido un concepto que denominamos *Avatar Rank* (Arroyo, Serradilla, y Calvo, 2009) y que nos permite tener en cuenta estos parámetros para medir la “popularidad del avatar” en el mundo virtual.

El concepto del Avatar Rank está inspirado en el ranking definido por el

buscador Google para la administración de los enlaces tras realizar una búsqueda, imaginando las relaciones entre las localizaciones de los avatares como una red de enlaces. Así, con el término “popularidad” nos referimos a la atención que está recibiendo un avatar en un determinado momento. Por lo tanto, cuanto mayor sea el valor del Avatar Rank, tanto mayor será la atención que le estarán prestando otros avatares (ya sean humanos o robots), y como consecuencia, la actividad que realiza tendrá más público potencial.

El Avatar Rank se construye además sobre una medida más comprensible: la puntuación (*Score*). Esta medida consiste en realizar una simplificación para el caso de comunicación unidireccional entre dos avatares. De este modo, la puntuación de *A* sobre *B* [*Score* (*A*, *B*)] se define como el “nivel de atención” que está recibiendo *A* de *B*.

Para desarrollar en nuestros metabots la capacidad de distinguir cuándo otros avatares se dirigen a él, calculamos el *Score*(*Metabot*, *AvatarN*), y si esta puntuación supera un umbral determinado (prefijado en la experimentación que hemos llevado a cabo en 0,3), puede considerarse que el AvatarN está interesado en nuestro metabot. Obviamente, el cálculo del Avatar Rank se deriva de una matriz de puntuaciones (los *Scores*) que indican la influencia que cada avatar o metabot ejerce sobre los demás y de la influencia que los demás ejercen sobre él. Para el cálculo del *Score* se utilizan dos medidas trigonométricas: la distancia entre *A* y *B*, y el ángulo facial de *A* en *B*. En resumen, el *Score* es mayor cuanto más directamente esté *B* mirando a *A* y más cerca se encuentren uno de otro. Las siguientes ecuaciones definen el valor del Avatar Rank y de las funciones *Score*.

$$\begin{aligned} \text{Score}(\text{Avatar}B) &= \text{Score}(A \leftarrow B) = \\ &= S_{a,b} = \text{Score}(a,b) \end{aligned}$$

$$\text{Score}(a,b) = \frac{D_{max} - (\text{distance}(a,b) - D_{min})}{D_{max}} \cdot \frac{\Pi - |\text{atan}(b-a) - \text{rotation}(b)|}{\Pi}$$

$$\text{ScoreMatrix} = \begin{bmatrix} S_{1,1} & S_{1,2} & \dots & S_{1,N} \\ S_{2,1} & S_{2,2} & \dots & S_{2,N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{N,1} & S_{N,2} & \dots & S_{N,N} \end{bmatrix} \forall i \in N, S_{i,i} = 0$$

$$\text{avatarRank}(X) = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N S_{X,i}$$

La Figura 5 muestra una representación gráfica de la función *Score*. La función *Score* se asemeja a una formulación matemática del concepto del espacio personal.

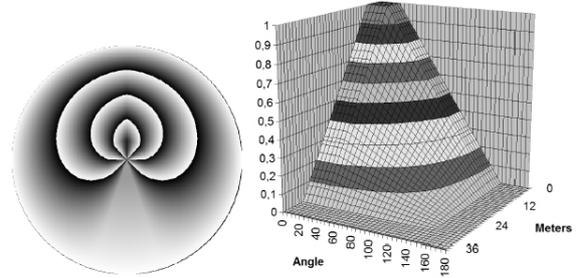


Figura 5: Función *Score*. Izquierda: Representación espacial. Derecha: Representación en escala lineal

3.2. Experiencia preliminar con el avatar desarrollado

Para medir el impacto de la apariencia del metabot sobre la interacciones de los usuarios, lo hemos comparado con dos chatbots que también interactúan en la isla TESIS. El primero de ellos es el chatbot Elbot (<http://www.elbot.com>), participante en los 18th Loebner Prize for Artificial Intelligence celebrados en 2008. Para poder utilizarlo en esta comparativa, se le ha dotado de una apariencia humana (metabot *Chatterbox*).

Adicionalmente, hemos generado una imitación de metabot, que hemos denominado *Pretender*. Cada vez que alguien se acerca a este metabot, éste realiza una búsqueda en un portal web de citas famosas, y pronuncia la frase con la mejor puntuación. Al mismo tiempo, el metabot también indexa las frases que recibe de otros avatares, que se almacenan en una lista indexada de frases escuchadas.

Los metabots anteriores han estado en funcionamiento durante varios meses en la isla TESIS en Second Life, registrándose cada diálogo. La Figura 6 muestra los resultados de las interacciones recibidas durante dos meses por los tres metabots.

De los resultados, podemos ver que el metabot *Pretender* tiene una utilización con un menor número de turnos de diálogo,

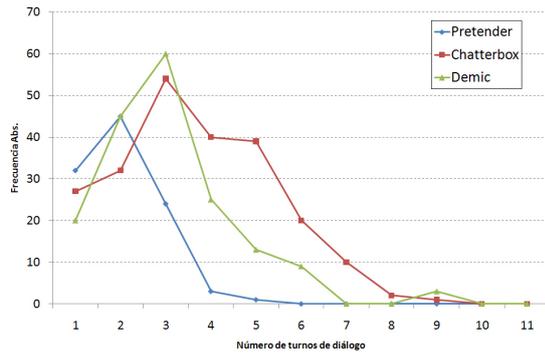


Figura 6: Turnos de diálogo para las conversaciones con cada metabot: *Demic*, *Chatterbox* y *Pretender*

Demic aumenta este número y es el robot *Chatterbox* el que tiene una mayor cantidad de interacciones. Los resultados indican que cuanto más hábil es un avatar para entablar el diálogo, mayor número de conversaciones recibe. Basándose en estos resultados, se realizó otro estudio en el que se eligió tres formas visuales para *Demic*: apariencia completamente humana, meros rasgos humanos y apariencia robótica. La Figura 7 muestra los resultados de esta evaluación. Puede observarse como la apariencia física del bot tiene una gran influencia en los resultados obtenidos, obteniéndose un mayor número de conversaciones cuanto mayor es la similitud del avatar a un ser humano.

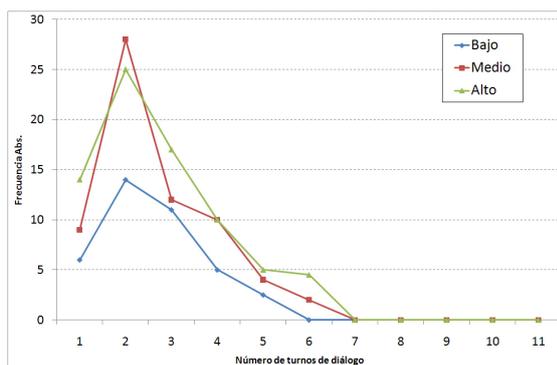


Figura 7: Turnos de diálogo teniendo en cuenta la apariencia humana del avatar *Demic*

Mediante la participación de alumnos y profesores de la universidad hemos adquirido también una serie de diálogos utilizando los mismos escenarios definidos para realizar una adquisición previa utilizando el sistema de

diálogo que gobierna al avatar con usuarios reales fuera del mundo virtual de Second Life. La Tabla 2 muestra las estadísticas de la adquisición de 50 diálogos. La principal conclusión que puede extraerse de este estudio preliminar es la práctica inexistencia de diferencias en cuanto a estas estadísticas entre los diálogos adquiridos utilizando únicamente el sistema de diálogo y los diálogos adquiridos mediante la interacción con el avatar conversacional en Second Life.

4. Conclusiones

El desarrollo de las redes sociales y los mundos virtuales ofrece una amplia gama de oportunidades y nuevos canales de comunicación que se pueden incorporar a las interfaces tradicionales. En este trabajo hemos propuesto una metodología para integrar sistemas de diálogo en la creación de metabots conversacionales. Siguiendo esta propuesta se ha desarrollado un metabot que proporciona información académica en Second Life y que es capaz de interactuar oralmente con los avatares de los usuarios.

Second Life ofrece un gran número de posibilidades para la evaluación de estos nuevos canales y metodologías de comunicación dada la posibilidad que tienen sus usuarios de socializar, explorar, conocer a otros residentes y acceder a un gran número de recursos educativos y culturales. En el trabajo que presentamos hemos evaluado dos aspectos principales de la interacción de los usuarios en estos mundos virtuales con el avatar. La primera es la influencia de las características gráficas en la comunicación oral del avatar con los diferentes usuarios. Con el segundo estudio hemos evaluado además que las características de los diálogos se mantienen tras la integración realizada, pudiendo disponer además de un número de modalidades adicionales que nos ofrece la interacción en el mundo virtual.

Como trabajo futuro queremos evaluar nuevas características que pueden incorporarse al desarrollo del metabot conversacional y mejorar el proceso de comunicación, realizando un análisis detallado de la integración de las modalidades para la presentación de la información que ofrece SL adicionalmente al uso de la voz. En especial, queremos llevar a cabo un estudio del efecto del comportamiento emocional del metabot en

Número medio de turnos de usuario por diálogo	4,99
Porcentaje de confirmaciones por parte del avatar	13,51 %
Preguntas del avatar para requerir información	18,44 %
Respuestas generadas por el avatar tras una consulta a la base de datos	68,05 %

Tabla 2: Estadísticas de los diálogos adquiridos mediante la participación de estudiantes y profesores en Second Life

la comunicación oral, mediante la integración de texturas que permiten dotar de gestos y emociones a las expresiones faciales de los avatares.

Bibliografía

- Arroyo, A., F. Serradilla, y O. Calvo. 2009. Multimodal agents in second life and the new agents of virtual 3d environments. En *Proc. of the 3rd International Work-Conference on The Interplay Between Natural and Artificial Computation (IWINAC'09)*, páginas 506–516.
- Boyd, D. y N. Ellison. 2007. Social Network Sites, Definition, History and Scholarship. *Journal of Computer Mediated Communication*, 13(1).
- Boyd, D. y J. Heer. 2006. Profiles as Conversation: Networked Identity and Performance on Friendster. En *Proc. of the IEEE International Conference on System Sciences*, páginas 1279–1282, Kauai, (Hawaii).
- Callejas, Z. y R. López-Cózar. 2005. Implementing modular dialogue systems: a case study. En *Proc. of Applied Spoken Language Interaction in Distributed Environments (ASIDE'05)*, Aalborg, Denmark.
- Callejas, Z. y R. López-Cózar. 2008. Relations between de-facto criteria in the evaluation of a spoken dialogue system. *Speech Communication*, 50(8–9):646–665.
- Dwyer, C. 2007. Digital Relationships in the 'MySpace' Generation: Results from a Qualitative Study. En *Proc. of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)*, páginas 19–28, Hawaii.
- Ellison, N., C. Steinfield, y C. Lampe. 2007. The Benefits of Facebook 'Friends': Social Capital and College Students' Use of Online Social Network Sites. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 12(4).
- Eynon, R., C. Davies, y Y. Wilks. 2009. The Learning Companion: an Embodied Conversational Agent for Learning. En *Proc. of the WebSci'09: Society On-Line*, Athens, Greece.
- Griol, D., L.F. Hurtado, E. Segarra, y E. Sanchis. 2008. A Statistical Approach to Spoken Dialog Systems Design and Evaluation. *Speech Communication*, 50(8–9):666–682.
- Justine Cassell, Joseph Sullivan, Scott Prevost y Elizabeth F. Churchill. 2000. *Embodied Conversational Agents*. Mit Press.
- López-Cózar, R. y M. Araki. 2005. *Spoken, Multilingual and Multimodal Dialogue Systems*. John Wiley & Sons Publishers.
- Nielsen. 2009. Global Faces and Networked Places: A Nielsen Report on Social Networking's New Global Footprint. *Nielsen Online*.
- Yoonhyuk, Jung y Kang Hyunmee. 2009. User goals in social virtual worlds: A means-end chain approach. *Computers in Human Behavior*, Article in Press.