

This document is published in:

*Actas del Segundo Simposio sobre Computación Ubicua e
Inteligencia Ambiental (UCAmI 2007) (2008) pp. 169-175*

© 2007.Thomson

Conocimiento Circunstancial en Sistemas de Interacción Natural

David del Valle
Dept. Informática
Universidad Carlos III
Avda. Universidad 30,
28911 Leganés (Madrid)
dvalle@inf.uc3m.es

Jessica Rivero
Dept. Informática
Universidad Carlos III
Avda. Universidad 30,
28911 Leganés (Madrid)
jrivero@inf.uc3m.es

Fco. Javier Calle
Dept. Informática
Universidad Carlos III
Avda. Universidad 30,
28911 Leganés (Madrid)
fcalle@inf.uc3m.es

Dolores Cuadra
Dept. Informática
Universidad Carlos III
Avda. Universidad 30, 28911
Leganés (Madrid)
dcuadra@inf.uc3m.es

Resumen

El trabajo presentado en este artículo se centra en la gestión del conocimiento circunstancial para mejorar los aspectos relacionados con la Interacción Natural. En primer lugar, se presenta la arquitectura cognitiva, marco que sustenta el sistema de interacción. Esta arquitectura está compuesta de distintos modelos (de funcionamiento autónomo) cuya implementación se basa en sistemas multi-agente. Por último, se presenta una primera aproximación del modelo de situación, uno de los componentes más relevantes del sistema, para la gestión de la circunstancia de la interacción.

1. Aproximación Cognitiva para una Interacción Natural

A lo largo del proceso de Interacción Natural, los participantes despliegan numerosas habilidades que implican el manejo de gran cantidad de conocimiento. Para imitar este comportamiento interactivo, será necesario modelar e implementar una parte significativa de ese conocimiento: cuanto mayor sea la base y más diverso sea el conocimiento modelado, más natural será el resultado. Este conocimiento se divide, en primera instancia, en conocimiento del proceso (general a toda interacción) y conocimiento del dominio de interacción (propio de cada sistema concreto).

Para modelar el conocimiento sobre el proceso de la interacción humana, y los mecanismos de razonamiento que sobre él se efectúan, es necesario observar su elevada complejidad y la diversidad que presenta su naturaleza. Por ello, el desarrollo de los sistemas que aspiran a interactuar de un modo natural con las personas pasa por caracterizar todo ese conocimiento y las funciones que lleva asociadas, y descomponerlo en distintos modelos especializados de conocimiento. Estos

componentes serán después organizados en una arquitectura cognitiva que define, además de la mencionada descomposición, las relaciones entre ellos. La arquitectura cognitiva que se utiliza como marco de este trabajo es la descrita en la Fig. 1, y que se basa en Componentes de Interfaz (CCII), Modelo de Diálogo (MD), Modelo de Situación (MS), Modelo de Usuario, Modelo Emocional, Ontología, y Aplicaciones Externas.

Cada uno de estos componentes implementa un Modelo que gestiona un tipo concreto de conocimiento, así como los mecanismos de razonamiento que se asocian al mismo. En primer lugar, los CCII representan las habilidades expresivas del sistema en dos vertientes: tendrá componentes que se encargan de adquirir las expresiones del usuario, interpretar su contenido semántico, y representarlo en forma de Actos Comunicativos (AACC), como extensión de los actos de habla [1]; y también serán necesarios componentes capaces de sintetizar las expresiones del sistema a partir de las secuencias de AACC producidas por el sistema. Por su parte, el componente MD recibe las interpretaciones semánticas de las intervenciones del usuario y con ellas actualiza el estado del diálogo en todas sus facetas (intencional, estructural, contextual, etc). El componente MD es también quien se encarga de generar las nuevas intervenciones del sistema (expresadas como secuencias de AACC) cuando el turno de la interacción recae sobre él y, finalmente, de actualizar el estado del diálogo cuando la intervención del sistema es expresada. Durante este proceso el MD puede requerir la realización de tareas, algunas de las cuales pueden ser ejecutadas por aplicaciones externas, para lo que será necesario considerar la inclusión de un Modelo de Tareas integrado en el MD.

En muchas ocasiones el MD necesita aplicar y alimentar otros tipos de conocimiento humano que pueden tener influencia en la interacción. Así,

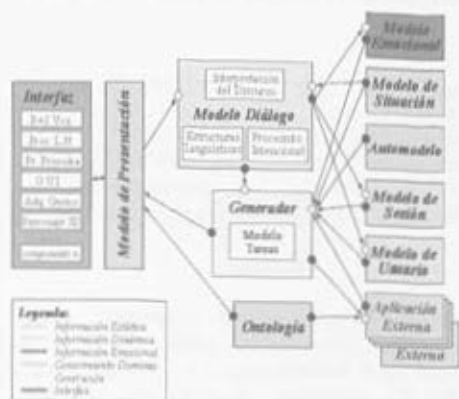


Figura 2. Arquitectura Cognitiva del sistema de Interacción Natural

deben ser considerados el conocimiento de los conceptos que pueden verse involucrados en la interacción y sus relaciones, las características del usuario, las emociones que afectan a la conversación, las metas y creencias (individuales) propias del sistema, y el conocimiento de la circunstancia en que se desarrolla la interacción. Este conocimiento es recogido, respectivamente, por la Ontología, el Modelo de Usuario, el Modelo Emocional, el Auto-Modelo y el Modelo de Situación (explicado en el apartado 4).

De todos estos componentes el MD toma una especial relevancia por soportar, en gran medida, la naturalidad que caracterice a la interacción. Debe ser capaz de mantener abiertos varios subdiálogos simultáneamente, y de hacerlos evolucionar de forma consistente y ordenada para permitir que tanto el usuario como el sistema (de forma manifiestamente pro-activa) puedan introducir en cualquier momento nuevas metas en la conversación. De este modo, el resto de modelos de conocimiento pueden contar, como recurso para resolver sus propias necesidades, con la estrategia de introducir nuevos subdiálogos (iniciados por el sistema, y cuyo origen hay que buscarlo en la gestión de todos los tipos de conocimiento involucrados). Al crecer notablemente la complejidad del flujo del diálogo, se pueden producir malentendidos en la gestión del mismo como actividad combinada [3] entre usuario y sistema, por lo que habrá que aplicar técnicas orientadas a resolver ese problema, y que están presentes en la interacción humana. En particular, se introducirán técnicas de refuerzo y reparación, es decir, las líneas discursivas abiertas

podrán ser reforzadas por cualquier participante (incluido el sistema) cuando el compromiso decrece. Aunque existen diferentes aproximaciones para gestionar el diálogo [2], tanto conversacionales como discursivas (tales como las gramáticas de diálogo y los modelos basados en planes), son los modelos de diálogo intencionales apoyados en Teorías de la Acción Combinada [3] los que se perfilan como los más adecuados para satisfacer estas necesidades. El sistema propuesto en este artículo está soportado por un caso concreto de modelo de diálogo intencional, el Modelo de Hilos [4], que ya ha sido aplicado en varios proyectos de ámbito internacional (proyecto IST 1999-11305 y IST 2001-32440), y nacional (FIT 350301), habiendo probado su versatilidad y proporcionando cierta naturalidad a la interacción. Actualmente está siendo aplicado en otros dos proyectos: CAM MAVIR y SOPAT (CIT-410000-2007-12)

2. Implementación: Sistema Multi-Agente

Los Sistemas de Interacción Natural deben ser implementados sobre arquitecturas que permitan que la ejecución de cada componente pueda progresar de forma autónoma e independiente, pero a la vez coordinada con la del resto de los componentes. La interacción Natural no es un proceso secuencial en que cada uno de los problemas involucrados pueda ser abordado en un punto concreto de la ejecución [5]. Durante la Interacción Natural varios procesos (correspondientes a la gestión de distinto tipo de conocimiento) progresan concurrentemente realimentándose unos a otros para poder resolver conjuntamente los complejos problemas que plantea. Por otro lado, en un mismo sistema pueden coexistir diversos componentes capaces de resolver un mismo problema aplicando diferentes estrategias, de forma que pueden darse situaciones en las que diferentes componentes trabajen de forma simultánea en resolver competitivamente el mismo problema. Las respuestas producidas por cada uno de ellos pueden ser diferentes (debido a la influencia de distintos tipos de conocimiento y a la naturaleza subjetiva de los problemas de la Interacción Natural) y en ese caso, de todas ellas, debe ser elegida aquella que sea más apropiada para la situación concreta en la que se requiere resolver el problema. Además, cada componente puede disponer de distintas estrategias para

resolver cada problema particular, de entre los cuales deberá elegir el mejor en cada momento.

Por otro lado, la resolución de algunos de los problemas involucrados en la Interacción Natural puede consumir, debido a su complejidad, un tiempo demasiado largo como para mantener al solicitante a la espera de una respuesta. En estos casos, el solicitante podría exigir alguna respuesta (incluso incompleta o poco precisa) en un tiempo suficientemente pequeño como para permitirle avanzar en la resolución de sus propios problemas mientras el componente que resuelve el servicio trabaja en mejorar gradualmente su respuesta. De esta forma, el servidor podrá enviar al solicitante nuevas respuestas, cada vez más precisas, hasta haber consumido el tiempo máximo de espera que definió el solicitante, o hasta que el servicio haya sido cancelado por él. Los modelos de conocimiento invocados deben indicar si son o no capaces de resolver la solicitud en el tiempo especificado para la primera respuesta, y también si pueden refinarla en el tiempo máximo indicado.

Cada vez que el solicitante reciba una nueva solución (refinada) debe decidir si descartar los resultados previos que había obtenido (y todo el progreso realizado en base a los mismos) para aplicar el nuevo resultado, o si por el contrario no es necesario (si la ganancia obtenida no justifica ese coste). Esto puede incluso desembocar en una auto-interrupción del sistema (es decir, que el sistema deje de expresar su intervención para expresar otra), bien descartando la intervención que estaba siendo emitida en ese preciso instante, o incluyendo en ella nuevos discursos generados.

Todas estas características hacen de la Interacción Natural un problema imposible de abordar desde los paradigmas de ejecución secuencial y requieren que los sistemas de Interacción Natural sean implementados sobre arquitecturas multi-agente. En ellas los distintos problemas pueden ser resueltos por agentes autónomos e independientes colaborando entre ellos para alcanzar resultados completos y coherentes. La aproximación de sistema de Interacción Natural que aquí se presenta está implementada sobre la plataforma multi-agente *Ecosistema* [11]. En ella conviven agentes solicitándose y atendándose servicios unos a otros a través del intercambio de mensajes.

En esta aproximación multi-agente, el solicitante debe caracterizar su solicitud de servicio con un conjunto de parámetros para fijar,

entre otras características, la necesidad de una solución y la calidad mínima de la misma. En concreto, los parámetros principales son: el valor de *criticidad*, para decidir cuándo compensa o no utilizar una determinada estrategia; el *nivel de calidad*, a partir del cual una solución será considerada satisfactoria; el *tiempo de caducidad*, que define el tiempo máximo que el solicitante esperará respuestas; y el *tiempo de caducidad para la primera respuesta*.

En esta plataforma cada agente está suscrito a una determinada agencia. Ecosistema posee agentes específicos que tienen como objetivo controlar la población de agentes de cada agencia que conviven en cada momento, creándolos o destruyéndolos en función de la carga de los agentes existentes, y manteniendo su número dentro de los límites máximo y mínimo que determina su propia agencia. Las agencias además definen los servicios que sus agentes ofrecen al resto de agentes, cada uno de los cuales se define por la operación que ofrecen y el ámbito en el cuál pueden resolverla. Los ámbitos de resolución de los servicios están organizados jerárquicamente en forma de árbol, de modo que cualquier agente que defina un servicio para una determinada operación en un ámbito específico podrá resolver dicha operación en otros ámbitos para los que no está explícitamente definida (siempre que estos ámbitos hereden del ámbito para el que el servicio está definido). En esta plataforma se incluyen agentes específicos para controlar la población de cada agencia, así como para controlar la actividad de cada uno de sus miembros (eliminando instancias que no den señales de actividad).

Otro de los aspectos importantes de la plataforma es que los agentes no reciben directamente las solicitudes de servicios. La plataforma contiene un agente específico, denominado *Agente Mediador*, que tiene como fin recoger las solicitudes de servicio de los agentes del entorno y decidir cuáles de todos los agentes deben atender dichas demandas. Para ello el *Agente Mediador* considera parámetros como la carga computacional de cada agente o la proximidad del ámbito de las operaciones que ofrecen al de la operación solicitada, pudiendo incluso reencaminar las solicitudes a más de un agente simultáneamente. De esta forma pueden ser obtenidos diferentes resultados para una misma solicitud de servicio, aprovechando así las ventajas que ofrece la diversidad de soluciones.

Sobre la plataforma multi-agente *Ecosistema* han sido implementados el conjunto de agentes que constituyen el sistema de Interacción Natural Interactor. Estos agentes resultan de la implementación de los distintos modelos de conocimiento descritos en la arquitectura cognitiva. Así, por ejemplo el Modelo de Hilos ha sido implementado en cuatro agentes autónomos, independientes, colaborativos y coordinados: El Agente de Interpretación, el Agente de Generación, el Agente de Zona Común y el Agente de Presentación. Estos agentes se encargan, respectivamente, de: interpretar las expresiones de usuario; generar las del sistema e introducir sus iniciativas; representar el estado de la interacción y gestionar la zona común; y, por último, conectar el proceso de interacción con la adquisición de las expresiones de usuario y la expresión de las del propio sistema.

Interactor extiende los servicios definidos en la plataforma *Ecosistema* añadiendo, tanto un identificador de sesión, como el resto de los parámetros necesarios para representar el servicio: tiempo de caducidad, tiempo de caducidad de la primera respuesta, criticidad y nivel de calidad.

Todas estas características hacen posible acometer el tipo de sistema de interacción requerido permitiendo: la ejecución paralela de distintos componentes; resolución iterativa de los servicios; competición de diversas estrategias para obtener diversidad de soluciones para un mismo problema; selección de la mejor estrategia para resolver un problema en función de los requisitos del servicio; mejora de la pro-actividad del sistema al permitirse que cualquier componente pueda iniciar subdiálogos en cualquier momento; y, por último, sienta las bases que permiten afrontar la gestión de turnos solapados y la interacción multi-usuario.

Finalmente, esta arquitectura independiza el desarrollo de cada componente (permitiendo el desarrollo de sistemas más complejos y escalables), facilita la distribución en red del sistema (posibilitando que los agentes se ejecuten en máquinas distintas), y permite tanto registrar cualquier número de agencias que se desee como incluir, modificar o suspender los servicios ofrecidos durante la interacción (de gran utilidad en las fases de desarrollo y evaluación de los componentes, facilitando la comparación de las fortalezas y debilidades de las distintas estrategias).

2.1. Evaluación del la Plataforma Multi-Agente

La viabilidad de la propuesta depende en gran medida de la eficiencia de la comunicación entre los componentes de la plataforma multi-agente.

La implementación ha sido sometida a una evaluación en un entorno que consta de un servidor de bases de datos OracleTM 10g (2x2,21 GHz de CPU y 4 GB de RAM) y de cuatro equipos (2GHz de CPU y 512 de RAM) que albergan los agentes (Java), conectados por JDBC a través de una red LAN 100 MB Ethernet.

Según los resultados, la plataforma es capaz de atender hasta 56 solicitudes de servicio por segundo a un mismo agente, o cursar más de 68 mensajes entre un agente y su servidor.

3. Dominio de Interacción

Actualmente se trabaja en aplicar el sistema de interacción propuesto a dominios de interacción en los que puedan ser explotadas las ventajas que aporta a la interacción la incorporación de la gestión de la circunstancia (en particular, el aspecto material o espacio-temporal). Este sistema está siendo aplicado, concretamente, en el dominio de los servicios que pueden ser ofrecidos por un hotel, en el que se podrán aplicar algunas habilidades de gran interés como las siguientes:

- Guiado de los clientes desde su posición actual hacia destinos concretos como una habitación, una sala de reuniones, una piscina, las escaleras, un ascensor, las zonas WIFI, algún punto de conexión a Internet, las zonas de fumadores, la posición de su vehículo en el garaje, una mesa libre en el restaurante, etc.
- La puesta en conocimiento de la posición de determinados objetos móviles dentro de la habitación del hotel (tales como las llaves o el mando de la televisión).
- La puesta en conocimiento de la posición de determinados objetos fijos de la habitación o puntos de interés de difícil localización (caja fuerte, minibar, toallas, etc.).
- La localización de objetos de la habitación o del edificio y guiado de los clientes en situaciones excepcionales o de emergencia (durante cortes de luz, ayuda a los usuarios para desalojar el edificio o guiado hacia zonas seguras, ayuda a la localización de extintores y mangueras en caso de incendio, etc.).

- Información de las actividades que se desarrollan en el hotel, así como el lugar donde tienen lugar.
- Aviso al cliente del desarrollo de actividades en las que pudiera estar interesado o que pudiera tener contratadas y guiado hasta el lugar en que se desarrollan. Estas pueden incluir, entre otras, las relacionadas con los servicios de restauración (información del menú, establecimiento de comanda, etc.).
- Consideración de las características o limitaciones concretas del cliente para determinar los caminos más adecuados de acuerdo a sus necesidades (evitando escaleras para usuarios con dificultades motrices, por ejemplo) y la forma en la que será guiado por las instalaciones (por ejemplo, con instrucciones más precisas para usuarios con discapacidad cognitiva, utilizando referencias específicas para usuarios con discapacidad visual, etc.).

4. Modelo de Situación

Una vez descrito el Sistema de Interacción, en este apartado se presentará de forma detallada la funcionalidad del modelo de situación. Este modelo trata con distintos aspectos relacionados con la circunstancia, los cuales pueden ser clasificados (según Gee [6]) en: semiótico (el lenguaje o los signos usados en la interacción), político (los roles asignados a cada uno de los interlocutores), operativo (operaciones permitidas dentro de la interacción), material (situaciones espacio-temporales) y socio-cultural (el entorno social de la interacción).

Aunque se podría pensar que el conocimiento recogido por los aspectos semiótico, político, socio-cultural y operativo quedan solapados por otros modelos del Sistema de Interacción o incluso que podrían ser asumidos por estos otros modelos, es necesario que para una Interacción más natural, esto no sea así. Por lo tanto, se ha de marcar y diferenciar la funcionalidad del MS del resto de los componentes. El modelo de Situación ha de ser capaz de fijar y gestionar todas aquellas circunstancias ocurridas durante la interacción. No obstante el MS debe colaborar con el resto de modelos para obtener unos mejores resultados en la interacción.

4.1. Influencia de la circunstancia sobre el Sistema de Interacción Natural

El hecho de incluir el Modelo de Situación dentro del Sistema de Interacción va a permitir tener una conversación entre los interlocutores mucho más natural, puesto que va a manejar e introducir en la misma todas aquellas circunstancias que los rodean. En este apartado, se mostrará cómo puede afectar el conocimiento de la circunstancia sobre el aspecto material (el resto de los aspectos no son tratados en este artículo) en el resto de los modelos y su influencia en el sistema total. Un ejemplo en el que el conocimiento espacio-temporal influye en la gestión del conocimiento de otros modelos se muestra con el Modelo de Tareas, en el cual el plan de ejecución puede variar en función de la circunstancia material. Veamos un ejemplo concreto dentro del dominio de los hoteles (dominio interacción planteado en este trabajo).

Ejemplo 1: El cliente de un hotel se despierta en su habitación y decide que quiere ir a desayunar al restaurante del hotel. El MT es invocado en ese momento para que lleve a cabo todas aquellas tareas involucradas con el hecho de coger el desayuno en el restaurante. Dichas tareas son (1) Llegar al restaurante y (2) Pedir el desayuno.

En dichas tareas se puede observar una dependencia de la circunstancia, ya que para ejecutar la segunda tarea va a ser necesario haber concluido la primera, que quedará finalizada cuando el usuario se encuentre físicamente en la puerta de entrada del restaurante (dependencia espacial). En cuanto a la segunda tarea, se va a tener un requisito temporal para poder realizarla, que será que se esté dentro del rango horario en el cual el restaurante sirve los desayunos. De manera que si el usuario no está dentro de esta franja horaria, la segunda acción no se podrá realizar.

A pesar de lo beneficioso de incorporar el conocimiento de la circunstancia a la interacción, es algo que no se suele hacer o que se asume que forma parte de otros componentes. De modo que se pueden encontrar sistemas con diversos conjuntos de signos con los que poder interaccionar, diversos perfiles de usuario o de sistema, con sus circunstancias posibles asociadas a cada uno de dichos roles; sistemas que tratan con diversas tareas y en los cuales se considera la situación a aquel punto de ejecución en el que se

encuentran las mismas [7]; sistemas con control sobre tareas dependientes del tiempo o del espacio que usan un componente de posicionamiento, como puede ser el 'Navigator' en el sistema Cyberguide [8]; o sistemas en los cuales la interacción depende de una entrada multimodal [5]. Sin embargo, es muy extraño encontrar sistemas en los cuales la interacción dependa de la situación mediante algún tipo de razonamiento, o de la posición pasada, presente o futura del usuario, o de los aspectos socio-culturales, los cuales no se tienen tampoco en cuenta en la interacción.

Uno de los hechos que hace ver que el tratar con circunstancias es interesante es el gran número de investigaciones que se llevan a cabo para modelarlas en sistemas sensibles al contexto y sistemas pervasivos [9], a pesar de que los objetivos de dichos sistemas difieran de los del MS. Con respecto a los sistemas sensibles al contexto, éstos tratan de adaptar sus operaciones basándose en la observación de las circunstancias actuales, en su procesamiento y en las consecuencias que tienen sobre el entorno; en lo aprendido a través de su uso; o en aquello que le especifica el usuario. En cuanto a la información de contexto que consideran, es cualquier elemento cuya localización y estado pueda influir sobre el comportamiento del sistema. En estos sistemas, la mayoría de la interacción está implícita dentro de ellos, de manera que basándose en ella el sistema es capaz de entender el comportamiento del usuario y actuar consecuentemente. El Modelo de Situación, sin embargo, solo tiene en cuenta los aspectos referentes a la circunstancia de la interacción, de manera que estos aspectos representan la situación de la interacción y la influencia sobre su desarrollo.

El MS propuesto presenta algunas características sumamente interesantes comparado con otras aproximaciones:

1. La primera de las características es el hecho de que permite filtrar información a los otros modelos del sistema siguiendo algún criterio que tenga en cuenta la información recibida referente a la situación. De esta manera, cada uno de los componentes solo manejará aquel subconjunto de conocimiento que tenga relevancia dentro de la situación en la que se encuentran los interlocutores. Esto conlleva una mejor eficiencia (puesto que reduce el número de recursos necesarios) y eficacia (pues, por

ejemplo, reduce la ambigüedad del conocimiento). Fijándose en el caso concreto de la "Ontología", en la cual se almacenan términos, conceptos y relaciones entre conceptos y términos, permitirá tratar solo con un subconjunto de información determinado por la circunstancia de cada momento, de manera que se reducirá el tiempo de búsqueda (pues se reduce el espacio de búsqueda) así como se resolverán determinados problemas como los que se deducen en el ejemplo.

Ejemplo 2: Ante la pregunta: "¿Me puedes mostrar el menú?", la Ontología deberá filtrar su conocimiento dependiendo de la circunstancia en la que se encuentre el usuario y asociar el concepto correspondiente al término "menú", de manera que:

- Si la petición la realiza estando en su habitación, al término "menú" le asociará el concepto "servicios disponibles" y la respuesta podría ser: "Por supuesto, los servicios disponibles en el menú son: Programación del despertador..."
 - Si la petición se realiza en el restaurante, el filtrado de la información conducirá a un concepto distinto, asociando "carta de comida" al término "menú", de manera que la respuesta del sistema podría ser: "Si. El menú del día se compone de..."
2. El MS va a permitir hacer una interacción mucho más natural (más humana), porque va a poder interrumpir a otros componentes cuando ocurra algún evento espacio-temporal de interés. Por ejemplo, el Modelo de Diálogo podrá iniciar subdiálogos para informar al usuario del sistema en esos momentos del evento generado. Para la implementación del MS se va a contar con la tecnología de bases de datos espacio-temporales [10], por la integridad, coherencia y seguridad que proporciona. Por tanto, estos mecanismos se realizarán mediante reglas activas espacio-temporales.
 3. Además, el MS también permite realizar diversas tareas sobre esta información situacional: proporciona las posiciones pasadas, predice situaciones futuras, permite llevar a cabo estrategias de guiado de un punto inicio a un punto fin, etc. Estas son otras de las razones por las cuales se opta por las bases de datos espacio-temporales para implementar el MS, y es que con ellas es fácil realizar todas estas acciones.

4.2. Casos de estudio

Para entender mejor en que consiste el MS, así como para ver su funcionalidad, se van a mostrar dos casos de estudio acompañados de sus correspondientes diagramas de secuencia (Fig. 2 y Fig. 3). Con ellos se pretende presentar de una manera clara cómo el MS es capaz de interrumpir la interacción para dar a conocer un evento espacio-temporal producido (que puede ser de interés para el usuario o que requiera su atención de una manera u otra) y cómo puede servir de apoyo para realizar determinadas tareas que solo él puede realizar (por tener tal conocimiento).

Con el fin de mantener dichos casos de estudio dentro del dominio seleccionado, el escenario de los mismos será un hotel.

1. Un cliente del hotel, mientras que camina por el hotel, interactúa con el sistema consultando algún tipo de información. Durante la interacción, el MS detecta un evento espacial y lleva a cabo su ejecución, es decir, comunica de su existencia interrumpiendo, en este caso, al Modelo de Diálogo. La secuencia de acciones realizadas se muestra en la Fig. 2 y corresponde con el siguiente ejemplo:

Usuario – Por favor, ¿me podría mostrar la historia de este hotel?

Sistema – Por supuesto. Fue construido en el siglo XVI por...

Perdone, está pasando por delante del restaurante y está dentro del horario en el que se sirve la comida, ¿está interesado en pasar?

Usuario – ¡Oh! ¡Muchas gracias!

Sistema – ¿Quiere que le siga mostrando la información solicitada sobre la historia del hotel?

Tal y como se puede apreciar en el ejemplo, al producirse la interrupción por parte del MS, se abre un subdiálogo que se cerrará en el momento en que el usuario tome una decisión al respecto.

2. El segundo caso de estudio muestra como el MS puede ser usado para realizar tareas de carácter espacio-temporal.

Cuando el MS se utiliza para tal fin lo que ocurrirá será que el Modelo de Diálogo llamará al Modelo de Tareas, y éste, al ver que la tarea que debería realizar no la puede ejecutar él, llamará al MS. Esta secuencia de llamadas se puede ver en la Fig. 3, y un ejemplo que permite apreciar su aplicación se muestra a continuación:

Usuario – ¿Me podrias indicar como llegar al ascensor?

Sistema – Por supuesto. Gira a la derecha en el siguiente pasillo.

Usuario – Vale. Mientras que llego, ¿podrias decirme a que hora es la cena?

Sistema – Es de 21.30 – 23.00 h.

Sistema – ¡Ten cuidado!, te has pasado el pasillo, da la vuelta y coge el primer pasillo a la izquierda.

Usuario – Muchas gracias.

Sistema – Perdona, ya has llegado. El ascensor está a tu izquierda.

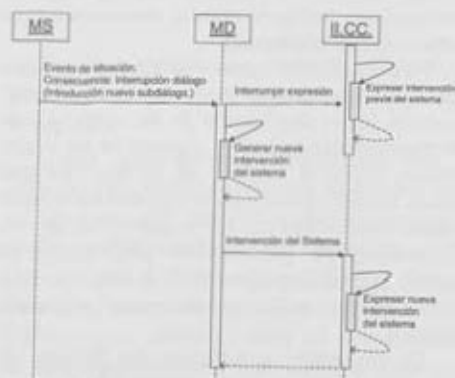


Figura 2. Auto-interrupción del Sistema de IN por un evento espacio-temporal

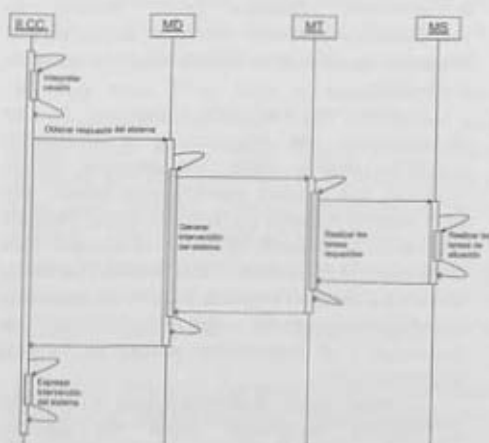


Figura 3. Llamada al Modelo de Situación por parte del Modelo de Tareas.

En este último ejemplo, además de mostrarse el guiado del usuario de un punto inicial a un punto final (tarea que únicamente puede realizar el MS), también se muestra otro evento espacial, referente a cuando el cliente no sigue las especificaciones del guiado realizado por el sistema.

5. Conclusiones

El desarrollo de sistemas de Interacción Natural requiere modelar e implementar la mayor cantidad posible de conocimiento que interviene en los procesos de decisión durante la interacción humana. Simplificar o prescindir de algún tipo de conocimiento implicará obtener resultados menos naturales (más mecánicos).

Para acometer esta investigación, una aproximación plausible (y extendida en el área) abogaría por la distribución de ese conocimiento en modelos especializados, algunos de los cuales pueden encontrar su base en diversos trabajos afines, de distinta orientación pero con los mismos fundamentos teóricos. La cooperación de los componentes (de procesamiento autónomo) a los que dé lugar la implementación de estos modelos producirá interacciones con cierta apariencia humana.

En particular, la inclusión del Modelo de Situación aporta no sólo funcionalidad al sistema (tareas dependientes de la situación), sino que podrá aumentar la eficiencia y la eficacia de otros modelos, filtrando su base de conocimiento por la situación. También podrá mejorar su variabilidad, soportando nuevas estrategias para la búsqueda de soluciones basadas en parámetros de la situación.

Aunque un modelado completo de las circunstancias que subyacen a la interacción requeriría incluir todos los aspectos de la situación, una primera aproximación basada sólo en el aspecto material (espacio-temporal) produce mejoras en la naturalidad de la interacción. Para dar soporte al desarrollo de este modelo, las Bases de Datos Espacio-Temporales aparecen como una tecnología apropiada que proporciona los elementos y el rendimiento necesarios para su implementación.

El trabajo futuro se orienta a darle completitud al modelo, incluyendo todos los aspectos mencionados, y en proporcionar metodologías y herramientas para simplificar el proceso de adquisición e implementación del conocimiento

de este tipo relativo a dominios de interacción concretos.

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto MAVIR (respaldado por la Comunidad Autónoma de Madrid), y está siendo extendido en el proyecto SOPAT: Servicio de Orientación Personalizada y Accesible para el Turismo (CIT-410000-2007-12), financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

REFERENCIAS

- [1] J. R. Searle. "Speech Acts". Cambridge University Press, 1969.
- [2] P. R. Cohen, "Dialogue Modeling. Survey of the state of the art in Human Language Technology". 1997. chap. 6, pp.234-240.
- [3] H.H. Clark. "Using Language". © Cambridge Univ. Press, 1996.
- [4] J. Calle, A. García-Serrano, P. Martínez. "Intentional Processing as a Key for Rational Behaviour through Natural Interaction", *Interacting With Computers* (ISSN: 0953-5438), Vol. 18/6, pp. 1419-1446. © 2006 Elsevier (U.K.).
- [5] P. R. Cohen, M. Johnston, D. R. McGee, S.L. Oviatt, J. Pittman, I. Smith, L. Chen, J. Clow, "QuickSet: Multimodal interaction for distributed applications", in the Proceedings of the Fifth International Multimedia Conference (Multimedia'97), ACM Press: Seattle, WA, pp. 31-40, 1997.
- [6] Gee, J.P. *Introduction to Discourse Analysis*. Routledge, 1999.
- [7] Paternò, F. *Model-Based Design and Evaluation of Interactive Applications*. Springer, 2000
- [8] Abowd, G., Atkeson, C., Hong, J., Long, S., Kooper, R., Pinkerton, M. *Cyberguide: A mobile context-aware tour guide*. *ACM Wireless Networks*, 3:421-433, 1997
- [9] Meyer, S., Rakotonirainy, A. A survey of research on context-aware homes. In *Proc. of the Australasian information security workshop conf. on ACSW frontiers*, 2003.
- [10] Bertino E., Cuadra D., Martínez P. An Object-Relational Approach to the Representation of Multi-Granular Spatio-Temporal Data. *Proc. of 17th International Conference, CAISE 2005*, Porto, Portugal, 2005.
- [11] Rivero, J., Cuadra, D., Valle, D., Calle, J. Incorporating Circumstantial Knowledge Influence over Natural Interaction. *Proceedings of AUPC '07 (Agent-Oriented Software Engineering Challenges for Ubiquitous and Pervasive Computing Workshop)*; IEEE International Conference on Pervasive Services (ICPS 2007).