



NETEXPERT: SISTEMA BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA LOCALIZACIÓN DE EXPERTOS

Josep M. PUJOL SERRA y Ramon SANGÜESA SOLÉ

Josep M. Pujol es Ingeniero en Informática por la FIB-UPC y estudiante del doctorando de Inteligencia Artificial del LSI-UPC.

Ramon Sangüesa Solé es Doctor por la UPC en Inteligencia Artificial

e-mail: {jmpujol,sanguesa}@lsi.upc.es

URL: <http://www.lsi.upc.es/~{jmpujol,sanguesa}>

1.- ABSTRACT

Localizar las competencias y conocimientos de los miembros de una comunidad es un problema clave para mejorar la gestión del conocimiento en un grupo. En la actual sociedad, inundada por grandes cantidades de información, las personas que tengan conocimientos en un tema concreto, (también llamadas expertos), pueden ayudar a ahorrar recursos y esfuerzos. Encontrar el experto adecuado y saber cómo poder llegar a él son problemas que siempre han existido pero, debido a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, el problema está adquiriendo mas y mas importancia ya que las nuevas tecnologías ocultan gran parte del conocimiento sobre el resto de nuestra comunidad (también llamado entorno social).

NetExpert es un sistema basado en agentes autónomos que permite buscar a un experto y descubrir cómo podemos acceder a él a través de dos interficies de usuario: o bien con un *web browser (Applet)*, o bien con un teléfono móvil WAP. El sistema NetExpert muestra: 1) quién tiene el conocimiento necesario y 2) el mejor camino para poder acceder al experto mediante la creación de una red social (*Social Network*). Saber que miembro de la comunidad tiene conocimientos sobre un tema es vital pero también es vital saber quien conoce a quien para poder acceder a un determinado experto. Por lo tanto NetExpert construye no solo una Red Social sino también una Red de Conocimientos que descubren el entramado oculto de una comunidad.

2.- INTRODUCCIÓN

Localizar quién tiene el conocimiento necesario para realizar una determinada tarea es un problema de importancia vital. En el futuro será un factor crítico, a causa del aumento de grupos de trabajo distribuidos propiciado por las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones.

Para poder ser más eficientes es básico gestionar el conocimiento que se genera así como su posterior reutilización. En cualquier entorno los problemas a resolver tienen similitud a problemas resueltos anteriormente, poder recuperar el conocimiento que se generó durante la resolución del problema anterior puede ser de ayuda para

resolver el problema actual. La buena gestión del conocimiento permite también dar soporte a la decisión, puesto que cualquier decisión que se tome en un tema debe estar respaldada por un conocimiento en dicho tema. La disciplina conocida como *Knowledge Management* [1,2,3] (Gestión de Conocimiento) se encarga de los métodos y tecnologías necesarias para este tipo de situaciones.

Para una buena gestión del conocimiento no basta con crear una cantidad ingente de documentación. Ya existen unos vastos repositorios de información y muchas maneras de acceder a ellos. Pero ¿cuál es la pieza de información clave que nos permitirá resolver nuestro problema? El tiempo y el esfuerzo son recursos limitados que no pueden ser malgastados analizando información irrelevante. Entendemos por información relevante aquella que puede ayudarnos a resolver un problema o tomar la decisión correcta. Se debe primar el concepto de *calidad* por encima de la *cantidad* de información. ¿Cómo podemos discernir la calidad de la información o del conocimiento si no tenemos un buen conocimiento del dominio? Precisamente los expertos tienen un gran conocimiento de su dominio ganado con el tiempo y la práctica: son capaces de filtrar la información obtenida tras una fase de búsqueda y acopio, encontrando la que necesitan para resolver el problema. De momento solo disponemos de expertos humanos pero todo cambia.

Un experto es alguien con un gran conocimiento y experiencia sobre un determinado dominio. Cabe remarcar que un experto no tiene porqué ser doctor ni ingeniero, (por ejemplo, un experto puede ser aquel que sabe desatascar la fotocopiadora). La utilidad de los expertos para resolver problemas es evidente. ¿Qué es más eficiente en términos de rendimiento, buscar en un gran repositorio de información o bien hablar un rato con un experto? ¿Que decisión da mas confianza, aquella tomada solamente por nosotros o aquella tomada con la colaboración de un experto? [4]

Podríamos pensar que los expertos no son indispensables ya que existen grandes repositorios de información y conocimientos que pueden ayudarnos a resolver los problemas que surgen, pero vivimos en un mundo muy competitivo y de recursos limitados, donde aparte de tener que resolver problemas también se deben resolver antes que el resto de competidores.



LOCALIZAR UN EXPERTO

El objetivo de resolución de un problema se transforma en el de encontrar un experto que lo puede resolver o ayudar a resolverlo pero, ¿cómo encontramos a un experto?

Primero se debe remarcar que un experto es una persona reconocida como tal dentro de una comunidad [5]. ¿Es útil la información de la comunidad para localizar expertos? Vamos a intentar mostrar que, en efecto, lo es y cómo las tecnologías de la información y la Inteligencia Artificial pueden ayudar a usar esta información de la comunidad para localizar expertos.

La utilización del termino *localizar* en lugar de *buscar* no es arbitraria. Con una pequeña licencia lingüística tomamos el termino *localizar* como la composición de dos operaciones. Una es *buscar*, buscar a alguien que tiene el conocimiento suficiente para resolver un problema. La segunda es *saber cómo llegar al él*. El problema de localizar un experto se puede descomponer en dos partes:

- Encontrar quien tiene el conocimiento necesario. *Who knows what?* [6]
- Saber como podemos llegar a contactar con el experto. *Who knows who knows what?* [6]

Cuando tenemos un problema pensamos en quién es la mejor persona para preguntarle sobre cómo solucionarlo. Si no conocemos a nadie entonces preguntamos a nuestros conocidos; de hecho estamos trasladando el problema de localizar un experto a nuestros conocidos. Supongamos que finalmente tenemos éxito y damos con alguien que nos puede ayudar ¿Cómo podemos pedirle ayuda si seguramente no lo conocemos o no tenemos la confianza suficiente? Para salvar este escollo las personas utilizamos las *cadena de referencias* [7]. No accedemos directamente a la persona sino que utilizamos a otras personas para que nos presenten. Por ejemplo, si queremos acceder a una persona *X* puede que no la conozcamos pero esa persona puede tener un conocido *Y* que a su vez sea conocido nuestro. En tal caso utilizaremos a *Y* para que nos presente y así obtener la atención de *X*.

Para resolver el problema de encontrar un experto y saber como llegar a él hay que recurrir a dos conceptos clave.

- **Knowledge Network (Red de Conocimientos):** Es un grafo que relaciona personas que comparten conocimiento. Las personas son nodos. Una arista del grafo significa que las dos personas relacionadas tienen conocimientos similares. Esta es la red que utilizamos para saber quien sabe de algún tema. El concepto de Knowledge Network fue

utilizado por Noshir Contractor y Ann Bishop en el sistema IKNOW [6], desarrollado en la Universidad de Illinois.

- **Social Network (Red Social):** Es un grafo que relaciona personas que se conocen. Las personas son nodos. Una arista del grafo significa que las dos personas relacionadas se conocen aunque no compartan conocimientos. El concepto de Social Network fue utilizado por Henry Kautz en el sistema Referral Web [7], desarrollado por el departamento de investigación de ATT.

Toda comunidad tiene estos dos tipos de redes. Ahora bien, una persona aislada sólo tiene una visión parcial y sesgada de las estructuras sociales y de los conocimientos de los miembros de la comunidad a la que pertenece. Una persona sólo conoce bien la información que le atañe a si mismo. Y seguramente también tendrá un buen conocimiento de las personas con las que tiene una relación muy fuerte. Actualmente las tecnologías de la información y la comunicación favorecen el trabajo distribuido, los nuevos canales de comunicación como el email, videoconferencias, videochats, etc. permiten comunicarnos eliminando las barreras físicas pero a cambio nos ocultan el entorno de nuestro interlocutor. Gran parte del conocimiento que nosotros tenemos de los miembros de la comunidad real se extrae de la observación su entorno, este entorno se ve reducido en los sistemas virtuales

3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA NETEXPERT

A fin de resolver el problema de la localización de expertos en una comunidad virtual y hacer más eficiente la tarea de localizarlos se ha desarrollado el sistema NetExpert.

NetExpert es un sistema, basado en varios agentes autónomos [8,9], que permite localizar expertos dentro de una comunidad formada por investigadores (el concepto de agente será descrito posteriormente en la arquitectura). Esta comunidad de investigadores esta compuesta por diversas personas de diferentes campos de investigación como Agentes, Seguridad, Banda Ancha, etc.

Cabe resaltar que en esta comunidad los miembros son expertos en sus correspondientes áreas de trabajo.

NetExpert permite encontrar qué miembros de la comunidad tienen conocimiento sobre un determinado tema y también cómo podemos llegar a ellos a través de la Red Social de la comunidad. El sistema NetExpert se integra dentro de otro sistema llamado *Colaboratorio* [10,11] desarrollado por la UPC dentro del proyecto de Internet2 Catalunya (i2CAT) [12].

La Figura 1 muestra la interficie de usuario Applet del sistema NetExpert.

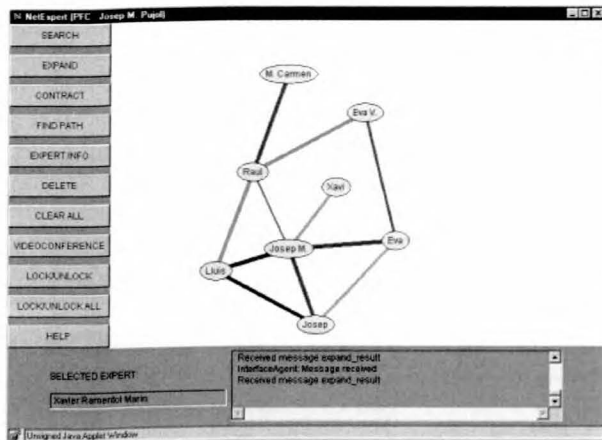


Figura 1: Pantalla principal de la interficie de usuario en Applet.

En la pantalla de la Figura 1 podemos observar que hay diversos expertos, las relaciones entre los cuales pueden ser de diversos tipos y tener diferentes importancias. Vemos también en la Figura 2 unas pantallas de la interficie de usuario WAP. Esta interficie de usuario se ha debido simplificar al máximo debido a las limitaciones de los dispositivos WAP.



Figura 2: Diversas pantallas de la interficie de usuario WAP

La mejor manera para mostrar las capacidades del sistema NetExpert es describir brevemente sus funcionalidades.

FUNCIONALIDADES DE NETEXPERT

a) Buscador

NetExpert permite realizar búsquedas de un experto utilizando palabras de la misma forma que en un motor de búsqueda convencional como Google, Altavista, etc. Existen cuatro tipos de búsqueda:

- **Name:** Búsqueda por el nombre o apellido de los expertos. Los resultados son expertos.
- **Knowledge profile:** Búsqueda por el perfil de conocimientos. Todos los expertos, que son miembros de la comunidad, tienen un perfil de conocimientos, generado automáticamente por el sistema. Utilizan-

do técnicas de aprendizaje automático. Los resultados de la búsqueda son expertos.

- **Web:** Búsqueda por el contenido de las webs personales de los expertos de la comunidad. Los resultados de la búsqueda son expertos.
- **Resources:** Búsqueda por el contenido de las webs personales. Los resultados son recursos web. Un recurso web es cualquier fichero accesible a través de la web. Los recursos web que el sistema NetExpert devuelve como resultado de una búsqueda no se limitan a páginas web como la gran mayoría de motores de búsqueda, también pueden ser documentos pdf, doc, archivos comprimidos, ficheros de vídeo, de audio, etc. Así pues, podemos realizar una búsqueda y que el resultado sea una imagen jpg o bien un documento word. Por poner un ejemplo, el segundo resultado por importancia de la búsqueda «*mapa campus nord*» es una imagen .jpg que contiene un mapa de los edificios de la UPC cercanos a la diagonal incluido el *Campus Nord*.

b) Obtener información del experto

Podemos obtener información sobre los miembros de la comunidad. Esta información puede ser desde información personal como email, nombre, número de teléfono hasta información de los documentos que el experto ha publicado en la comunidad.

c) Comunicarse con un experto

NetExpert permite ponerse en contacto con el experto sin tener que abandonar el sistema. Podemos contactar con el experto vía email, videoconferencia de altas prestaciones. Finalmente también podemos contactar con el experto con una llamada telefónica desde nuestro móvil en caso de utilizar la interficie de usuario WAP.

d) Explore the Knowledge and Social Networks

NetExpert permite navegar por las redes de conocimientos y social mediante dos simples operaciones: expandir y contraer. Cuando seleccionemos un experto podemos ver con qué miembros de la comunidad comparte conocimientos (*Knowledge Network*) y a quién conoce (*Social Network*). Gracias a las redes sociales podemos descubrir información sobre los miembros de la comunidad que estaba oculta para nosotros. Sacar provecho del conocimiento descubierto depende de nosotros.

e) Encontrar el camino óptimo

El camino óptimo entre dos expertos es la mejor cadena de referencia para ir de un experto hacia cual-

quier otro utilizando las relaciones sociales. Muchas veces cuando encontramos un experto que se ajusta a nuestras necesidades pero puede que no le conozcamos y no sepamos como llegar a él. Utilizando la red social podemos descubrir si tenemos algún conocido en común que nos pueda presentar. Una manera más directa de descubrir este camino es utilizando esta funcionalidad del NetExpert.

La optimalidad del camino viene calculada por un heurístico que considera la distancia del camino, (es decir, el numero de pasos que debemos hacer), y la importancia de las relaciones entre los miembros del camino. El camino óptimo resultante debe minimizar la distancia del camino y maximizar el peso de las relaciones de los integrantes del mismo.

Las comunidades de personas tienden a tener una topología característica denominada *Small Worlds* [13,14]. Una de las características de esta topología es que tiene una distancia media entre nodos pequeña, es decir, el numero de pasos que se deben hacer para ir de un nodo (experto) a cualquier otro es pequeño.

Veamos a continuación algunas pantallas de la interficie de usuario Applet del sistema:

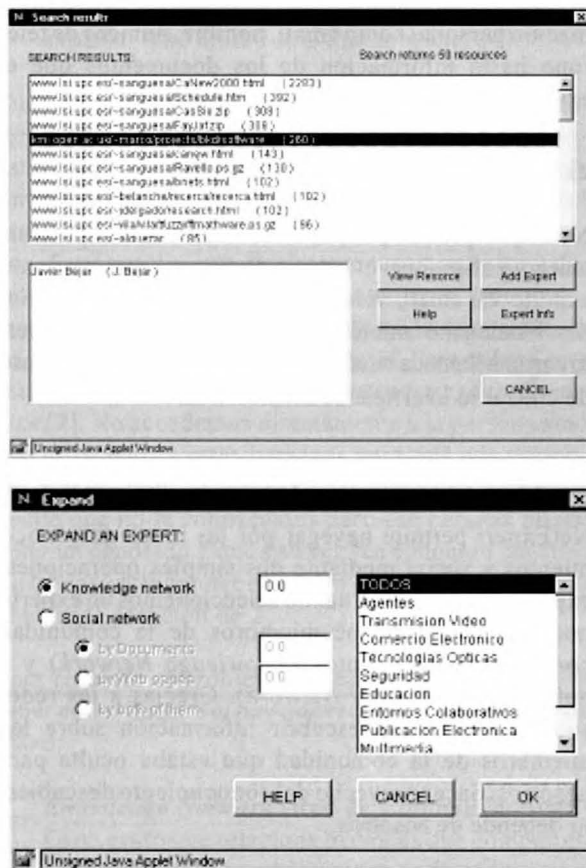


Figura 3: En la primera pantalla podemos ver el resultado de una búsqueda por recursos (observar que el 3er resultado es un .zip). En la segunda pantalla, el diálogo de la operación expand.

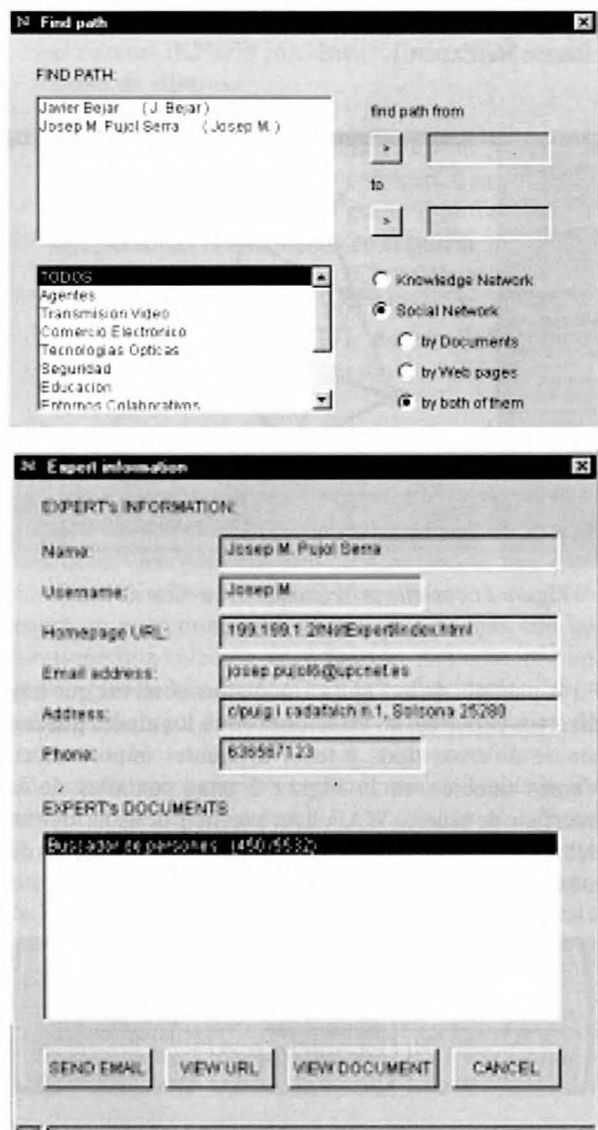


Figura 4: En la primera pantalla podemos ver el dialogo para encontrar el camino óptimo. En la siguiente, el diálogo donde se puede obtener información personal sobre un experto.

4.- CONOCIMIENTO GENERADO POR NETEXPERT

Hasta ahora se ha mostrado como el sistema NetExpert puede ayudar a resolver el problema de la localización de expertos. Para realizar su tarea NetExpert necesita diversas fuentes de información a partir de las cuales ha de generar el conocimiento. Todo este proceso de extracción de conocimiento a partir de información se realiza de forma implícita, sin la intervención de ninguna persona. Para conseguirlo se han utilizado técnicas y métodos de inteligencia artificial y aprendizaje automático.

Parte del conocimiento que usa NetExpert se genera en cooperación con el sistema Colaboratorio, los dos sistemas generan conocimiento con técnicas avanzadas de inteligencia artificial. Veamos pues el conocimiento que

crean conjuntamente el sistema NetExpert y el Colaboratorio.

- **Knowledge profile:** Perfil de conocimiento. Para modelar el perfil de un experto, que a su vez es miembro de la comunidad de investigadores, se ha usado la técnica del *Vector Space Model* con TF-IDF [15,16]. Esta técnica se basa en tener un vector de palabras relevantes que modelan el experto. La relevancia de una palabra viene marcada por el TF-IDF (*Term Frequency x Inverse Document Frequency*). Las palabras que se usan para modelar el conocimiento de un experto se extraen de diversas fuentes de información:
- **Documentos que el experto ha publicado en la comunidad.**
- **Documentos que el experto lee a través del sistema.** Una vez se ha leído un documento el usuario debe valorarlo; de esta forma se puede considerar el interés que dicho documento tenía para el experto.
- **Intereses declarados:** A fin de crear un primer perfil de conocimientos el experto debe declarar sus intereses. Esta parte es explícita y sólo sirve para inicializar el perfil de conocimiento, ya que el perfil se construye a medida que el experto lee y publica dentro de la comunidad.

Análisis de la web personal: Otra forma de representar los conocimientos y los intereses de un miembro de la comunidad es a través del análisis de su web personal. Cada página o recurso tiene un modelo construido a partir de palabras con su TFIDF. Las páginas web personales normalmente representan el conocimiento y los intereses de sus autores, más aún cuando los autores son investigadores. Cabe recordar que la comunidad donde trabaja NetExpert está formada por investigadores. Para analizar la web NetExpert utiliza el sistema WebMining [17]. WebMining es un sistema genérico e independiente que analiza la web y crea modelos de los recursos analizados.

- **Knowledge Network:** La red de conocimientos es un grafo donde los nodos son expertos y las aristas indican similitud de conocimientos. Las aristas pueden tener un peso en el intervalo (0..1] que indica la medida de similitud del conocimiento de los dos expertos. Para calcular la similitud de conocimientos de dos expertos se utiliza el coseno similitud [18], que es el producto escalar entre los dos vectores de palabras que modelan el conocimiento del experto.
- **Social Network:** La red social es también un grafo. Una arista indica que los dos expertos se conocen: esto no quiere decir que sean amigos, simplemente se conocen el uno al otro. La arista también tiene un

peso en el intervalo (0..1] que indica el grado de conocimiento mutuo que se tiene, por ejemplo: dos personas que van a comer juntos se conocen aún cuando sus intereses y conocimientos sean distintos.

Para construir la red social hemos creado algunos heurísticos que son capaces de evaluar el nivel de relación entre dos personas de la comunidad. Estos heurísticos consideran los siguientes conceptos para construir la red social:

- **Autoría de los documentos publicados:** Los co-autores de un documento normalmente se entre ambos.
- **Relaciones entre las webs personales:** La web personal es una fuente de información muy útil para conocer la relación con otros miembros de la comunidad. En las páginas web personales se pueden encontrar referencias a otras web personales de otros miembros de la comunidad. Estas referencias pueden ser:
 - Direcciones de email de otros miembros de la comunidad.
 - Links hacia las páginas personales de otros miembros de la comunidad.
 - Links hacia recursos que están dentro de las webs personales. En estos casos se considera la profundidad de los recursos en el árbol que forma una web personal.

Las relaciones entre webs personales y la co-autoría de documentos son los criterios usados para construir la red social. Estos criterios son dependientes de la comunidad: no es lo mismo una comunidad de investigadores que una comunidad de cinéfilos. Los investigadores son gente que publica un gran número de documentos, papers, reports y que normalmente tienen una buena web personal donde describen sus áreas de investigación. Cada tipo de comunidad puede requerir diferentes heurísticos que trabajen sobre los conceptos relevantes para esa comunidad concreta.

- **Camino óptimo:** El camino óptimo es el mejor camino para ir de un miembro de la comunidad hacia otro utilizando las relaciones sociales. El camino óptimo no tiene por qué ser el camino más corto. La optimalidad se calcula mediante un heurístico que considera dos conceptos:
- **Longitud del camino:** Es la distancia entre los dos nodos extremos del camino, también se puede ver como el número de saltos que se debe hacer para ir de un extremo al otro.
- **Pesos de las relaciones:** El camino tendrá mayor credibilidad si los miembros que lo forman tienen relaciones fuertes.

5.- ARQUITECTURA INTERNA DEL NETEXPERT

NetExpert es un sistema formado por diversos agentes autónomos, y por lo tanto también es un sistema distribuido. Las entidades software, sean agentes o no, pueden estar en distintas máquinas que a su vez pueden estar en distintas plataformas.

El término *agente* ha sido sobreutilizado. Por este motivo la definición del concepto de agente ha generado mucha polémica existen diversas definiciones del concepto agente [17]. Aun que no exista una definición universalmente aceptada se ha llegado a unos puntos de acuerdo para toda la comunidad de investigadores.

Los agentes son sistemas computacionales que:

- Son persistentes.
- Habitan en un entorno dinámico durante su existencia.
- Interactúan con el entorno. Pueden captar información del entorno mediante sensores. También puede realizar acciones que modifiquen este entorno.
- Tienen metas o objetivos que tienen que cumplir o intentarlo.
- Toman decisiones de forma autónoma.

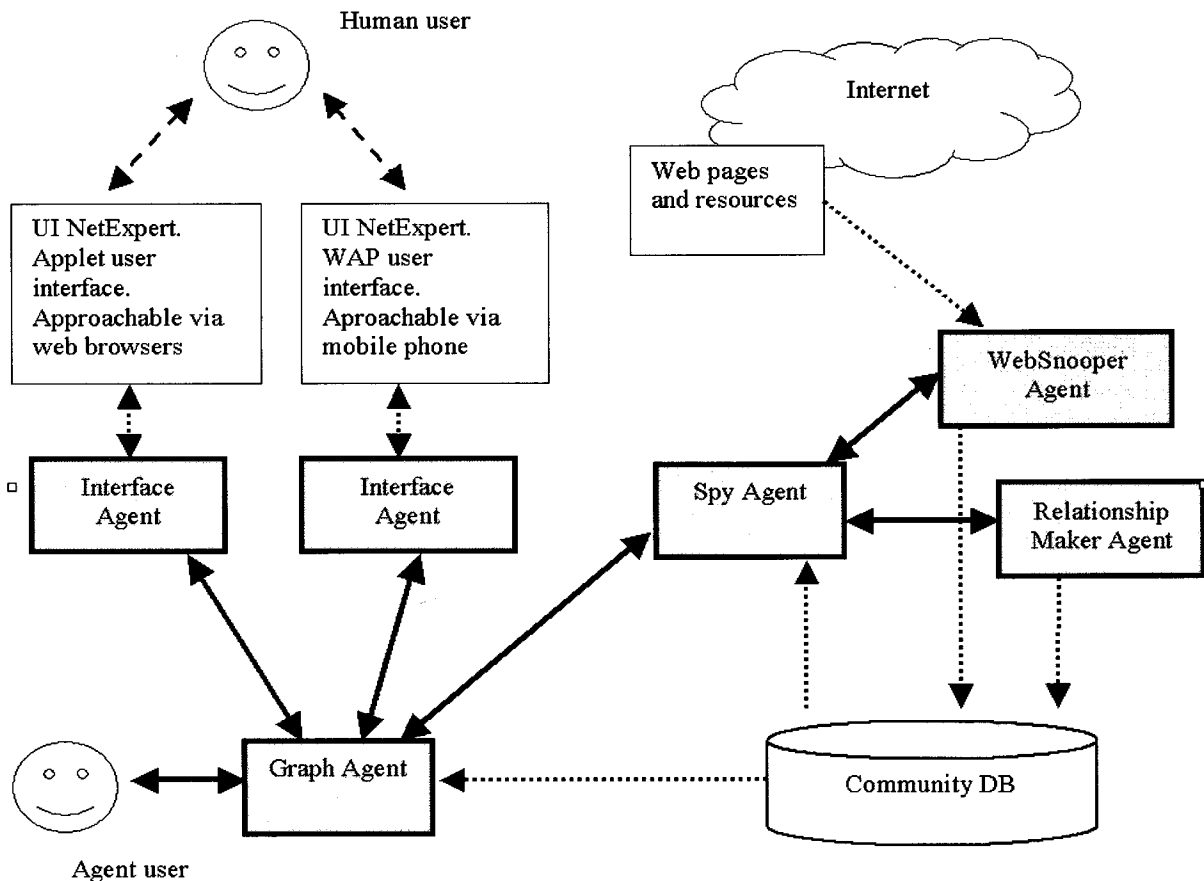


Figura 5: Arquitectura interna del sistema

La definición de agente que acabamos de realizar es conocida como la concepción débil de agentes, el sistema NetExpert usa esta. La concepción fuerte de los agentes les atribuye otras propiedades que ya son consideradas como nociones mentales: creencias, intenciones, obligaciones. En la concepción fuerte de agentes estos deben tener actitudes emocionales, *Emotional Agents* [8].

La Figura 5 muestra como es la arquitectura interna del sistema NetExpert.

Podemos observar que hay diversos componentes en el sistema NetExpert. Los tipos de comunicación entre estos componentes se muestran en el diagrama de la Figura 6.

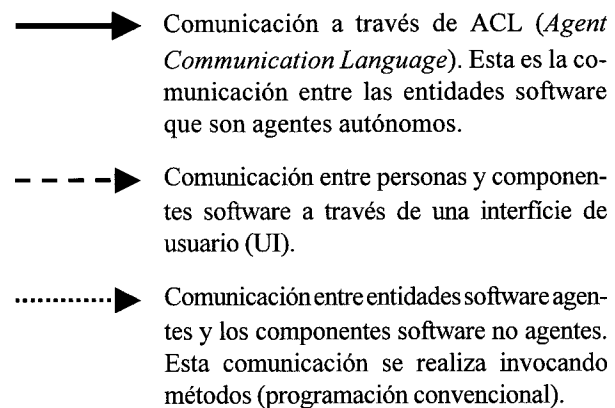


Figura 6: Tipos de comunicación.

En la Figura 5 se observa que el sistema NetExpert puede tener dos tipos de usuarios:

- **Usuarios humanos:** Este tipo de usuarios tiene dos vías para acceder a NetExpert, a través de Applets o bien a través de páginas WML. Todas las formas de acceder a NetExpert usan programas cliente ligeros, un navegador o un teléfono móvil WAP, respectivamente.
- **Usuarios agentes:** Este tipo de usuarios son agentes inteligentes que circulan por la red. Estos pueden obtener el conocimiento y la información generada y almacenada por el sistema a través del Graph Agent. Los agentes exteriores que hacen de usuarios del sistema deberán hablar el mismo lenguaje que el Graph Agent.

Los componentes grises en el diagrama de la arquitectura (Figura 5) son agentes software. NetExpert es un sistema multi-agente formado por cinco tipos de agentes. Veamos una breve descripción:

- **Interface Agent:** Este agente es un adaptador entre la interfície de usuario y el Graph Agent. Cualquier usuario humano que quiera entrar en el sistema a través de la UI necesita una adaptador. Cada usuario dentro del sistema utiliza una UI. Cada UI necesita un Interface Agent para comunicarse con el Graph Agent. Tanto el UI como el Interface Agent se ejecutan en el ordenador del cliente así que el sistema no se sobrecarga con los procesos de los usuarios.
- **Graph Agent:** Este agente encapsula todo el conocimiento y la información del sistema NetExpert y es el encargado de servir este conocimiento a aquel que se lo pida.
- **Spy Agent:** Este agente es el encargado de buscar cambios en la base de datos de la comunidad y actuar en caso que se hayan producido alteraciones.
- **RelationshipMaker Agent:** Este agente se encarga de construir y mantener las relaciones entre los miembros de la comunidad, las redes.
- **WebSnooper Agent:** Este agente se encarga de analizar las webs personales de los miembros de la comunidad. Para realizar esta tarea utiliza el sistema WebMining [17].

NOTAS DE DISEÑO

Los agentes han sido desarrollados con JATLite [18] pero como lenguaje de comunicación entre agentes no se ha utilizado el KQML que es el lenguaje estándar en JATLite

sino el FIPA ACL [19]. La fusión de JATLite con FIPA ACL ha sido realizada por el EPFL [20]. Todos los agentes y los componentes software no agentes han sido programados en Java a fin de asegurar la portabilidad entre diferentes plataformas. El sistema gestor de base de datos de la comunidad es MySQL, existen implementaciones de MySQL para las plataformas mas utilizadas: Unix, Linux, Windows.

6.- EXPERIMENTACIÓN

NetExpert es un sistema que trabaja conjuntamente con el Colaboratorio, un sistema colaborativo que requiere muchos usuarios y la participación de estos para funcionar correctamente. Por este motivo se ha probado NetExpert con los miembros del Departamento de *Llenguatges i Sistemes Informàtics* (LSI) de la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC). Este test solo muestra la *Social Network* (Red Social) generada a través del análisis de las webs personales ya que es información completamente independiente del Colaboratorio. Para probar todas las funcionalidades del sistema se han creado juegos de prueba que han sido superados con excelentes resultados.

El juego de pruebas del LSI tiene información sobre los 170 miembros del departamento. De los 170 miembros 104 tienen web personal y el resto no la tienen o tienen la web personal por defecto (*impersonal page*). La muestra tiene 104 individuos. La figura 7 muestra un gráfico con el tamaño de las webs personales. Para cada individuo de la muestra tiene el tamaño (es decir, el numero de recursos) de su web personal. Los individuos están ordenados por tamaños de la web personal.

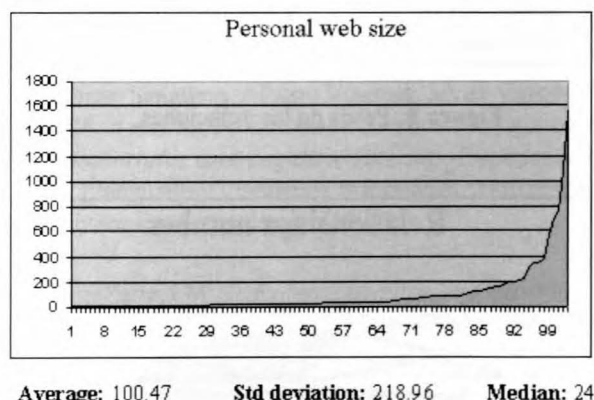


Figura 7: Tamaño de las webs personales

Podemos observar que existe una gran variabilidad, la mayoría de los miembros de esta comunidad tiene webs personales pequeñas y hay un pequeño grupo que tiene webs personales muy grandes. La frontera entre una web

personal grande y pequeña es muy difusa pero se podría considerar que una web personal de tamaño medio tiene aproximadamente cien recursos (esto no significa cien páginas, sino cien recursos modelizados por el WebMining ya sean páginas, ficheros, links, emails, etc.). Al existir tanta variabilidad la mediana nos aporta mas información. El 50% de la muestra tiene webs personales de menos de 24 recursos: es decir, muy pequeña. Aun así en los siguientes gráficos podemos ver como el sistema extrae conocimiento del análisis de las webs personales.

NetExpert ha encontrado 190 relaciones sociales entre los 104 miembros del departamento que tienen web personal. El peso de las relaciones está en el intervalo (0..1]. La Figura 8 muestra el peso de las relaciones en cuartiles. La relación mayoritaria es *low-medium*, entre [0.25..0.5), en un 44%, las relaciones débiles (*weak*) y *high-medium* están en el 23% y el 21% respectivamente. En la Figura 9 se muestran el numero de relaciones por individuo. La gran mayoría, un 69% están poco relacionados (entre 1 y 3 relaciones). Las siguientes clases, *medium related* y *high related* tienen el 12% y el 11% de los individuos de la muestra,

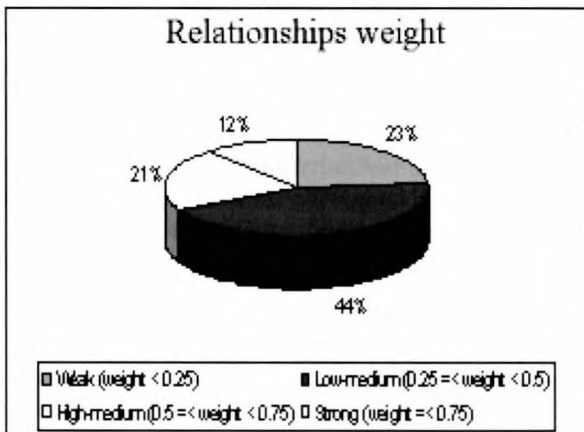


Figura 8: Pesos de las relaciones

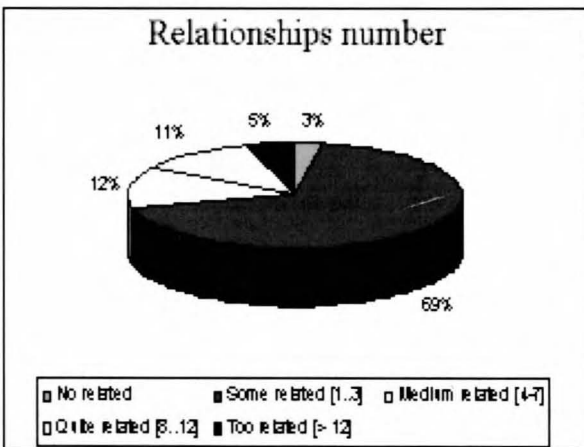


Figura 9: Relaciones por individuo

respectivamente. Solo el 3% de individuos han quedado aislados si ninguna relación. Así pues el sistema encuentra relaciones en el 97% de los individuos que tienen web personal. La clase mayoritaria es la *somewhat related* (poco relacionada) pero tenemos que recordar que esta no es la red social completa, falta tener en cuenta la co-autoría de documentos, que corresponde a datos existentes en el colaboratorio donde no están todos los miembros del LSI, sino otra comunidad distinta.

Hasta ahora hemos visto que el sistema era capaz de encontrar relaciones aun cuando las webs personales no fueran muy completas. Tenemos que analizar la calidad de las relaciones encontradas, es decir, si las relaciones se corresponden con la realidad. Para ello se ha pedido la opinión de algunos de los miembros de LSI. La opinión de estos fue muy favorable. Parece que las relaciones encontradas se corresponden con la realidad pero que el sistema no encuentra todas las relaciones posibles. Esto se debe en parte a que no se puede emplear en esta comunidad el criterio de co-autoría de documentos. La Figura 10 muestra un fragmento de la Red Social de los miembros de LSI.

Este fragmento de la Red Social se ha generado expandiendo a partir de los expertos R.Sangüesa y U.Cortés. Se ha realizado una expansión de estos expertos y para cada experto relacionado con los dos iniciales se ha realizado otra expansión. Así pues, cualquier persona de este grafo tiene una distancia menor igual a tres respecto cualquiera de los dos expertos iniciales.

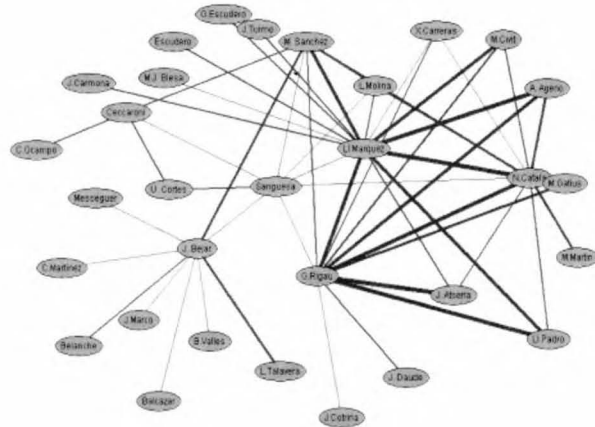


Figura 10: Fragmento de la Social Network de LSI

7.- CONCLUSIONES

En la sociedad del conocimiento la gestión de éste es un tema crítico. Saber quien sabe sobre un tema y saber cómo poder acceder a él es un gran problema que cada día que pasa se vuelve mas importante.

El sistema NetExpert es un sistema que permite a un usuario de una comunidad extraer información y conocimiento de los otros miembros de la comunidad, información que estaba oculta a causa de la percepción parcial que cada uno tenemos del resto de la comunidad.

NetExpert cumple los siguientes objetivos:

- Permite buscar qué miembro de la comunidad tiene un determinado conocimiento por diferentes vías.
- Permite buscar por recursos que pertenecen a los miembros de la comunidad. Estos recursos pueden ser cualquier tipo de fichero ya sea página web, fichero de audio, vídeo, imágenes, etc. Y todo ello a partir de las palabras como en un buscador convencional.
- Permite conocer cuál es la mejor forma de acceder a otros miembros de la comunidad.
- Permite conocer con qué personas de la misma comunidad compartimos conocimientos e intereses.
- A fin de hacer mas cómoda la interacción entre los miembros de la comunidad NetExpert permite utilizar email, videoconferencia y llamadas telefónicas para comunicarse con los otros miembros de la comunidad sin tener que abandonar el sistema.

Sistemas como NetExpert o sus predecesores (IKNOW y ReferralWeb), nos ayudan a superar la visión parcial de la comunidad para poder aprovechar todo su potencial.

8.- REFERENCIAS

- [1] Drucker, P.F. Prusak, L. *Working Knowledge*. Boston: Harvard Business Review Press. (1998).
- [2] Glance, N. and Arregui, D. and Dardenne, M. Knowledge Pump:supporting the Flow and Use of Knowledge. In Borghoff, U.M. and Pareschi, R.(Eds.), *Information Technology Support for Knowledge Management* . pp. 35-50. Springer-Verlag. Berlin. 1998.
- [3] Borghoff, U.M. and Pareschi, R.(Eds.), *Information Technology Support for Knowledge Management* Springer-Verlag. Berlin.1998.
- [4] Adriana S. Vivacqua. *Agents for Expertise Location*. Proceedings of the 1999 AAAI Spring Symposium on Intelligent Agents in Cyberspace. Stanford, California (March 1999).
- [5] Wenger, E. *Communities of Practice: Learning, Meaning, Identity* Cambridge University Press; (2nd Edition) 1999.
- [6] Contractor, N. S., O’Keefe, B. J., Jones, P.M. *IKNOW: Inquiring Knowledge Networks On the Web*. Computer software. University of Illinois. (1997).
- [7] Henry Kautz, Bart Selman. Mehul Shah. *The Hidden Web*. AI Magazine vol. 18 (Summer 1997).
- [8] Pattie Maes. *Artificial Life Meets Entertainment: Life like Autonomous Agents*. Communications of the ACM. (1995).
- [9] Bates, J. *The role of emotion in believable agents*. Communications of the ACM, 37(7):122-125. (1994).
- [10] Barrio, I., Pujol, J.M., Sangüesa, R., Vázquez, A. *An Agent-Based Collaborative Environment*. Universitat Politècnica de Catalunya, Software Department, 2001 (forthcoming).
- [11] Sangüesa, R., Vázquez, A., Barrio, I., Pujol, J.M. *Agents for Collaborative Support: the I2CAT experience*. To be presented at the SIG meeting on intelligent information agents. Agentlink, Amsterdam 23rd February 2001.
- [12] i2CAT, Internet 2 a Catalunya. Disponible a <http://www.canet.upc.es/i2-cat/>
- [13] Watts D.J. and Strogatz, S.H. *Collective dynamics of ‘small-world’ networks*. Nature 393, 1998.
- [14] Adamic, Lada. *The Small World Web*. Xerox Palo Alto Research Center.
- [15] Gerald Salton and Michael J. McGill. *Introduction to Modern Information Retrieval*. McGraw-Hill, 1983.
- [16] Ramon Sangüesa, Alberto Vázquez, Javier Vázquez. *ACE: A multiagent recommender system using mixed collaborative and cognitive filtering*. Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics, Universitat Politècnica de Catalunya. (1999).
- [17] Pujol Serra, J.M. *NetExpert: Localitzador d’expertesa*. Final Project Thesis. Software Department. Technical University of Catalonia. December 2000.
- [18] Java Agent Template, Lite. Stanford University. Available on <http://java.stanford.edu>
- [19] FIPA. Foundation Intelligent Physical Agents. Available on <http://www.fipa.org/>
- [20] The JATLite-ACL Package. Available on <http://liawww.epfl.ch/~calisti/ACL-LITE/>

