

(RE)PRESENTACIÓN DE CONOCIMIENTO. ORIENTACIÓN A USUARIO.

- Autores:** Angel Luis Sánchez Lázaro. Universidad de Salamanca
<alsl@gugu.usal.es>
- Resumen:** El trabajo comienza con distintas aproximaciones históricas al conocimiento y su representación, que se han hecho desde disciplinas relacionadas con computación. Cada una de las categorías de esquemas de representación pone el énfasis en alguna faceta, dependiendo de la finalidad buscada, y han dado lugar a lenguajes de representación y lenguajes de programación específicos. La tendencia actual es la separación clara entre representación de conocimiento y su presentación al usuario. El usuario puede requerir ese conocimiento desde distintas lugares y dispositivos, y el conocimiento puede estar almacenado en localizaciones y plataformas múltiples cada una con su software básico. Por ello se hace necesaria la creación de estándares que sean soportados por todos los dispositivos tanto para la representación de datos como de tratamientos.
- Palabras Clave:** Representación de conocimiento; visualización; presentación
- Abstract:** We begin with different views of knowledge and its representation, from topics related to computation that have been done in the past. Each representation scheme category emphasizes a facet depending on the sought purpose, and then specific knowledge representation and programming languages have appeared. Today, there is a clear distinction between knowledge representation and its presentation to the user. The user can ask for that knowledge from different places and devices, and it can be stored in multiple locations and platforms, each with its own basic software. Then, it is necessary to set standards that all devices can work with in data and processing representation.
- Keywords:** Knowledge representation; presentation

Introducción

¿Qué es el conocimiento? ¿Para qué se usa? Son preguntas de difícil y múltiple respuesta. Ello hace que cualquier tarea relacionada con él esté muy lejos de ser trivial. Para tratar de aproximar el concepto, comenzaremos por algunas definiciones o acercamientos. Podemos hablar de varios tipos de conocimiento (Quintanilla 76) como el vulgar o de sentido común, el científico, el artístico, el filosófico o el religioso. Aquí el planteamiento será de tipo racionalista: el conocimiento científico como modelo más desarrollado de cualquier forma de conocimiento. El estudio del conocimiento científico puede usar una perspectiva científica, como se hace en la ciencia de la ciencia.

Otra definición de conocimiento es el proceso en virtud del cual la realidad se refleja y reproduce en el pensamiento humano (Rosental 65); ese proceso está indisolublemente unido a la actividad práctica y busca alcanzar la verdad objetiva, adquiriendo saber, acumulando conceptos sobre la realidad circundante que se utilizará en la actividad práctica de transformar el mundo para subordinar la naturaleza a las necesidades del ser humano.

También se puede definir como *el producto o resultado de ser instruido; conjunto de cosas sobre las que se sabe*. Esta acepción de conocimiento se centra en el resultado, que se almacena en la persona (o en otro tipo de agentes), muy difícil de observar, por lo que su presencia se reduce a la detección de sus efectos posteriores.

Para Muñoz Seca y Riverola (Muñoz 97) el “conocimiento es la capacidad de resolver determinado conjunto de problemas con una efectividad determinada”.

El conocimiento es una combinación de información, procedimientos y conexiones dentro de un entorno y una experiencia. El conocimiento reside en un conocedor, típicamente una persona determinada. El reto reside en determinar como dicho conocimiento puede transmitirse o otras personas, o mejor aún a un sistema que posteriormente se lo transmita a otras personas para que pueda ser usado en beneficio propio. Desde el punto de vista de la ingeniería (de conocimiento) es importante, y en ello centra su estudio, la forma de representar el conocimiento. Las disciplinas tradicionales de IA ponen el énfasis en el conocimiento en sí mismo y sus perspectivas de almacenar ese conocimiento en máquinas como una manera de hacer a las máquinas más independientes de las personas. Algunas de las tendencias actuales, como por ejemplo en el IHMC¹, se centran en el conocimiento como un intercambio entre humanos y máquinas, en la forma de hacer posible la comunicación con máquinas de una manera eficiente y finalmente absorberlas dentro de nosotros.

La idea básica es afianzar y ampliar a los humanos a través de los computadores, sus datos y sus programas. Habría que abandonar la idea de construir sistemas superhumanos artificiales que puedan sustituirnos, para hacer sistemas superhumanamente inteligentes que amplifiquen y soporten nuestras propias habilidades cognitivas. Usando una metáfora, se trataría de construir prótesis cognitivas (Hamilton 01).

¹ Institute for Human and Machine Cognition

Para introducir el concepto pensemos en unas gafas o lentes en general, como prótesis ocular. Dichas prótesis mejoran y amplían nuestra capacidad de visión pero no actúan ni están modeladas como el ojo humano. Otro ejemplo, una máquina de vapor, podemos verla como prótesis muscular que suplementa las limitaciones físicas inherentes de la persona más fuerte.

Se trataría de crear el equivalente cognitivo de las gafas y en menor grado de percepción, dado que la percepción es parte y una parcela de la cognición. Hay muchos investigadores trabajando en visores e interfaces de Internet así como en visores de cabina para presentar información compleja a los pilotos que sienten que están realizando la misma tarea.

¿Por qué tenemos que asumir que las páginas WEB deben estar basadas en la metáfora de libro de Johannes Guttenberg? Si fuera cierto, nos restringiría al tamaño real de las páginas impresas y a la secuencia lineal del libro impreso. Científicamente, es mejor empezar con las teorías actuales acerca de la forma en que los humanos enlazan la información en las bases de información existentes y crear herramientas y aplicaciones que las exploten, y por tanto prueben dichas teorías.

Representación de Conocimiento

Para construir una base de conocimiento en un dominio, hay que determinar cuáles son los objetos representativos y las relaciones existentes entre dichos objetos en el dominio objeto de estudio para trasladarlos a un lenguaje formal. El resultado típico será una aplicación (informática) que incorpora el conocimiento suficiente para resolver problemas dentro del ámbito (Luger 93).

Una forma de ver dicha base de conocimiento es como una correspondencia entre los objetos y relaciones en el ámbito de un problema y los objetos computacionales y las relaciones en un programa (Bobrow 75). Los objetos computacionales, relaciones, e inferencias disponibles para los programadores vienen determinados por el lenguaje de representación de conocimiento que se elija.

Hay que distinguir entre un *esquema* de representación y el *medio* de su implementación (Hayes 74). Los lenguajes de programación son el *medio* de implementación, las estructuras de datos son el *esquema*. El medio en que se implementan es a través de código escrito en lenguajes como PROLOG, LISP, C, C++, ADA, java y sus extensiones de comunicación con controladores de bases de datos.

Existen numerosos esquemas de representación, cada uno con sus limitaciones y fortalezas propias. Se pueden clasificar (Mylopoulos 84) en cuatro categorías: lógicos, procedural, en red y estructurados. Los primeros usan expresiones en lógica formal para formar la base de conocimiento. El cálculo de predicados de primer orden es de los más usados, pero no es el único esquema de representación lógica (Turner 69). Un lenguaje de programación apropiado es PROLOG. En los esquemas de representación procedural el conocimiento se representa como un conjunto de instrucciones

que ejecutadas resuelven un problema. Los sistemas de producción basados en reglas son un ejemplo. En las representaciones de red el conocimiento se modela como un diagrama en el que los nodos representan objetos o conceptos en el ámbito del problema y los arcos representan relaciones o asociaciones entre ellos. Ejemplos de representaciones en red son las *redes semánticas*, *dependencias conceptuales*, y *diagramas conceptuales*. Permitiendo que los nodos sean estructuras de datos complejas tenemos representaciones estructuradas como por ejemplo los guiones (*scripts*) y marcos (*frames*).

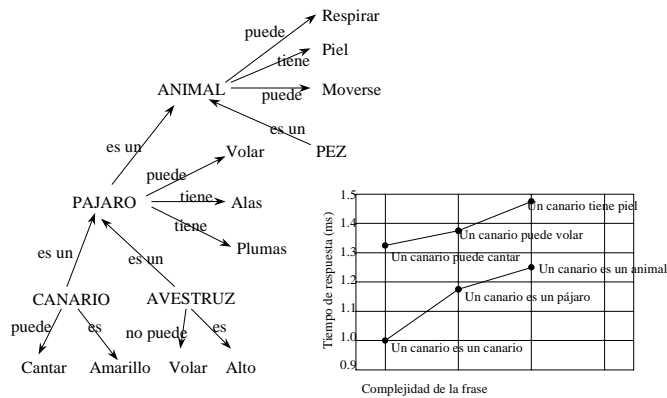
Teorías asociacionistas y herencia

Las representaciones lógicas aparecen como intento de filósofos y matemáticos de formalizar los fundamentos de razonamiento. Su semántica se basa en certeza de expresiones sintácticamente correctas que no modelan la causalidad que aparece en expresiones del lenguaje natural como *si...entonces*. Sin embargo, las teorías asociacionistas definen el significado de un objeto en términos de una red de asociaciones con otros objetos en la mente o en una base de conocimiento. Por ejemplo un diccionario es autocontenido, es decir, los conceptos o entradas se definen mediante palabras, que a su vez son entradas. La experiencia nos hace asociar el concepto *nevar* con otros conceptos tales como *frío*, *blanco*, *muñeco de nieve*, *resbaladizo* o *hielo*.

Hay evidencias psicológicas de la capacidad del ser humano de asociar conceptos, y de la organización jerárquica de su conocimiento, con la información guardada en los niveles apropiados más altos de la taxonomía. En la Figura 1 se puede ver un modelo (Collins 69) de almacén y la gestión de información humana usando una red semántica. La estructura de esta jerarquía procede de pruebas de laboratorio con seres humanos. A los sujetos se les hicieron preguntas de propiedades diferentes de pájaros, tales como, "¿Es un pájaro un canario?" o "¿Puede cantar un canario?" o "¿Puede volar un canario?"

Collins y Quillian explican las diferencias en el tiempo de respuesta argumentando que la información está almacenada en el nivel más abstracto posible. No recordamos que un canario vuela, que los petirrojos vuelan, que los jilgueros vuelan (todos son pájaros). Sabemos que los canarios son pájaros y que los pájaros tienen (habitualmente) la propiedad de volar. Otras propiedades más generales como comer, respirar o moverse se almacenan al nivel "animal", lo que hace que recordar si un canario puede respirar lleve más tiempo que recordar si un canario puede volar. El manejo de excepciones parece que se da al nivel más específico. Así, la respuesta a si un avestruz puede volar, se produjo más rápida que cuando se preguntó si un avestruz puede respirar. Este enfoque de organización de conocimiento con jerarquía de clases se ha formalizado en sistemas de herencia soportados directamente por muchos lenguajes de representación y programación.

Jerarquía asumida que explica los tiempos de respuesta



Ello nos permiten almacenar la información al nivel más alto de abstracción, lo que reduce el tamaño de las bases de conocimiento y ayudan a impedir inconsistencias de mantenimiento. Se define una clase (Arnold 97) como un conjunto de objetos o un elemento (de software) que describe un tipo de dato abstracto, cuyo comportamiento queda modelado por las propiedades y métodos de clase. P.e. la clase *animal* cuyo comportamiento queda modelado por unas propiedades (datos), y unos métodos (procedimientos). Se pueden definir nuevas clases (subclases) a partir de otras ya definidas, como *mamífero* o *perro*, siendo *mamífero* una subclase de *animal* y *perro* una subclase de la clase *mamífero*.

La herencia es un mecanismo para compartir automáticamente métodos y propiedades entre clases y subclases de objetos. De esta manera no es necesario que el programador recuerde (o posiblemente olvide) agregar esta

Figura 1 Red semántica desarrollada por Collins y Quillian en su investigación sobre almacenamiento humano de información y tiempo de respuesta (Harmon 85).

información cada vez que se crea una subclase. Existen otros mecanismos como polimorfismo, que significa un objeto muchas formas, que permiten que un método de una clase tenga múltiples implementaciones.

Las "dependencias conceptuales" tratan de modelar la semántica del lenguaje natural (Simmons 72) con un enfoque orientado al verbo basado en el trabajo de Fillmore (Fillmore 68) donde los enlaces definen las funciones de los nombres y proposiciones nominales en la acción de la frase. Los elementos de relación incluyen agente, objeto, instrumento, localización y tiempo.

El lenguaje de representación captura buena parte de la estructura profunda del lenguaje natural como las relaciones entre un verbo y su sujeto (la relación agente) o la que existe entre un verbo y su objeto. El conocimiento de la estructura marco del lenguaje es parte del formalismo de red en sí mismo.

Representación, adquisición y presentación de información

Como decíamos en la introducción, una corriente importante es la que centra su estudio de conocimiento en el intercambio entre máquinas y humanos de forma eficiente integrando las primeras en los segundos (Hamilton 01).

En las sociedades actuales denominadas de la información, donde el conocimiento de una persona, grupo u organización tiene más valor que las posesiones tangibles, es muy importante que dicho conocimiento permanezca (p.e. dentro de una organización) y no se pierda con la salida (marcha) de alguno de los componentes, como por ejemplo un empleado.

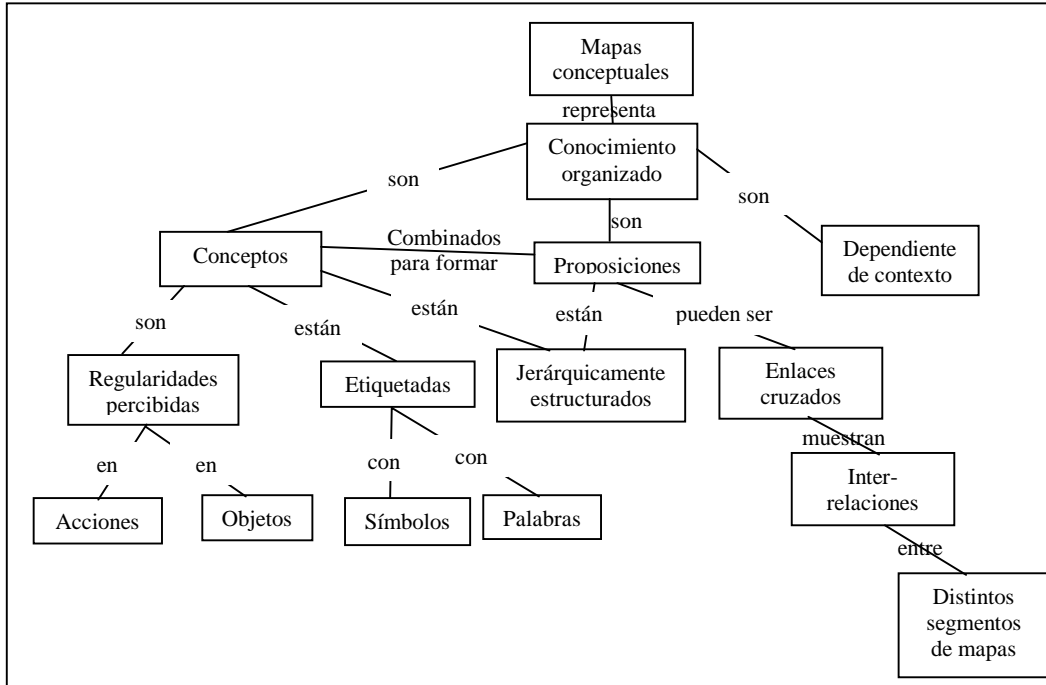


Figura 2 Mapa conceptual que explica los mapas conceptuales

El proceso de extracción de conocimiento de los expertos para almacenarlo y después transmitirlo es muy costoso. En el IHMC están usando mapas conceptuales como nuevas formas de captura y representación de conocimiento para salvar los inconvenientes de los sistemas tradicionales. La principal ventaja de los mapas conceptuales es que eliminan el formalismo de los sistemas de representación de conocimiento tradicionales, los expertos de dominio e ingenieros de conocimiento y pueden colaborar en la creación de modelos complejos de conocimiento además de poder popularizarlos por la posibilidad de su divulgación con objetos multimedia.

Los mapas conceptuales representan conocimiento de forma intuitiva fácilmente manejable por cualquier persona de forma que puedan mostrar gráficamente nombres de conceptos conectándolos por arcos dirigidos que codifican propuestas con frases sencillas. Son una representación espacial bidimensional donde los conceptos generales aparecen en los niveles altos del eje vertical, y los específicos van apareciendo progresivamente debajo de ellos.

En la Figura 2 aparece un mapa conceptual que explica el propio dominio de mapa conceptual.

Los mapas conceptuales se aproximan a las redes semánticas o grafos conceptuales pero no tratan de representar conocimiento en un sentido formal, sino como un dispositivo pedagógico que facilite la comunicación entre personas y no como un sistema que sirva como base de razonamiento automático. Su potencia radica en la capacidad de representar y proporcionar un contexto específico para conocimiento de un tópico dado. Además permiten escalar grandes cantidades de información organizándolas en grupos jerárquicos de mapas conceptuales. Un ejemplo práctico es la representación del proyecto marte2001 usando mapas conceptuales desarrollado conjuntamente entre la NASA y el IHMC que puede verse en [<http://cmex.arc.nasa.gov>].

Otro paradigma en auge para organización de la información son los agentes software, o agentes inteligentes que recogen información o realizan algún tipo de servicio con cierta autonomía y la presentan al usuario siguiendo un patrón periódico o cuya entrega es iniciada o desencadenada por el servidor y no por el cliente o usuario como lo es habitualmente. Los agentes primarios eran ricos en conocimiento interno y modos de inferencia, pero la única experiencia o contacto directo con el mundo era a través de entrada por teclado y salidas por visores de vídeo. El crecimiento de Internet y la proliferación de dispositivos periféricos interactivos especializados que ha originado, ha dado a los sistemas inteligentes medios inmensamente más potentes para observar, aprender e interactuar con humanos y con el cyberspacio. En este paradigma, debido a la naturaleza distribuida de la inteligencia, la coordinación es tan importante como el propio conocimiento.

Actualmente, las personas queremos poder disponer de la información en todo momento y en cualquier lugar, es lo que alguien ha llamado estar permanentemente conectados. Estas nuevas exigencias plantean nuevos desafíos que necesitan de otros planteamientos a los empleados hasta ahora.

Accesibilidad de la información

En el mundo de las tecnologías de la información (IT), se han seguido dos caminos o tendencias que actualmente están convergiendo; una la necesidad de conectividad y otra la movilidad de los sistemas. La conectividad tiene su punto álgido en la red de redes mundial (Internet) que ha permitido la incorporación de millones de sistemas a dicha red y asociado con ella, la tecnología WWW que permite la transferencia y visualización de contenidos almacenados en los sistemas conectados que dispongan de servidores de información WEB.

La movilidad de dispositivos de computación ha evolucionado hacia sistemas portables como ordenadores portátiles o PDA (Agendas electrónicas) de gran aceptación, lo que indica que la gente desea que su información sea tan portable como ellos mismos; sin embargo, y siguiendo un camino totalmente diferenciado han evolucionado las redes de transporte de voz

(teléfonos móviles) que a través de sistemas de transmisión inalámbricos han conseguido que el usuario pueda comunicarse con otros usuarios desde prácticamente cualquier punto sin depender de las instalaciones del lugar donde se encuentra. Actualmente, esta comunicación se limita a señales de voz puesto que la infraestructura necesaria está diseñada para prestar ese tipo de servicio. Los requisitos y necesidades para transporte de datos o contenidos multimedia, no pueden ser soportados por las redes inalámbricas actuales, pero sí por las futuras dimensionadas y proyectadas para ello, actualmente en desarrollo, que aprovecharán parte de la infraestructura existente.

Por tanto, las comunicaciones inalámbricas pueden resolver la paradoja entre dos objetivos aparentemente contradictorios como estar libre (no atado por un cable) y permanecer conectado. La tecnología de transporte de datos inalámbrica actual (WAP) tiene una serie de inconvenientes que no permiten el despegue anunciado y deseado que queda reservado a tecnologías de siguiente generación como UMTS (Sistema de Telefonía Móvil Universal), pasando por otras transitorias ya desplegadas como GPRS (Servicio General de Radio-Paquetes). Algunos de los inconvenientes mencionados son: baja tasa de transmisión, alto coste del servicio a los usuarios, alto consumo energético de los radiomodems o interfases de usuario pobres.

Una tecnología que puede ayudar es XML, un lenguaje de marcas extendido, que permite la representación de datos de manera totalmente portable entre plataformas. XML es al formato de los datos lo que Java a los lenguajes de programación. Conjuntamente sirven para la creación de aplicaciones informáticas independientes de plataforma (McLaughlin 01)(Morrison 00).

La idea es que un cliente pueda ser un navegador WEB con soporte HTML, un teléfono móvil con soporte WAP (protocolo de aplicación inalámbrico) u ordenadores de bolsillo (PDA) con lenguajes de marca totalmente diferentes. XML es algo más que otra forma de construir una capa de presentación, sirve para crear una separación entre el contenido y la presentación, entendiendo por contenido los datos que se necesitan para mostrar al cliente y presentación el formato de los datos.

Por ejemplo, datos como el nombre o la dirección de un cliente es el contenido en un ámbito de gestión de personal, mientras que la página con formato HTML, imágenes y el logotipo serían la presentación. El contenido es universal, no depende del formato específico en que se presente al cliente, la presentación es específica al tipo de cliente (navegador WEB, teléfono WAP, aplicación JAVA) y capacidades del cliente (HTML 4.0, WML, Java swing) para mostrar los datos.

Hace diez años, los usuarios usaban aplicaciones de propósito específico en los ordenadores de sobremesa, hace tres eran navegadores WEB que soportan o entienden HTML, y hoy son navegadores WEB en múltiples plataformas con distintos sistemas operativos, teléfonos móviles que soportan WML u ordenadores de bolsillo que soportan un subconjunto de HTML.

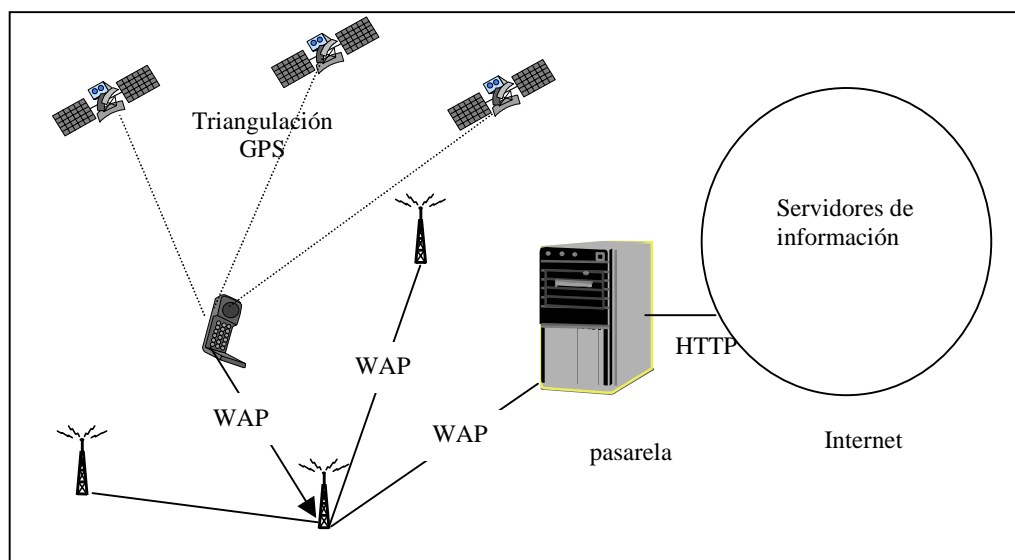
La diferencia es pasar de ofrecer una gran cantidad de funcionalidad para un tipo específico de clientes a ofrecer una funcionalidad estándar a una enorme variedad de tipos de clientes. XML es un lenguaje orientado a los datos, mientras que HTML es un lenguaje orientado a presentación.

Servicios basados en localización

Últimamente están apareciendo lo que se conoce como servicios basados en localización que son servicios que ofrecen a los clientes contenidos, comercio-m (comercio móvil), u otros basados en la localización física. Algunos servicios típicos son mapas o planos, consejos de circulación, geo-codificación o páginas amarillas. Además de estos servicios se pueden acompañar de otros como facturación basada en posición, publicidad, noticias y personalización de servicios. Para poder ofrecer este tipo de servicios (West 01) hay que integrar y gestionar información de posicionamiento, transmisión inalámbrica, acceso a tablas de bases de datos distribuidas, presentación de información y facturación.

Dado que están involucrados múltiples sistemas que pueden ser de naturaleza muy distinta, para que el sistema completo funcione tienen que estar muy bien definidos los datos que intercambian entre sí.

Veamos como trabajaría un sistema de consulta (p.e. hoteles) para ser utilizado desde un terminal móvil (teléfono). El esquema se presenta en la Figura 3. Supondremos que dicho terminal lleva incorporado un sistema de localización basado en GPS (Sistema de Posicionamiento Global) que utiliza una constelación de satélites que continuamente están enviando señales, a partir de las cuales un receptor puede determinar su posición (longitud, latitud, altura).



1. El usuario, desde su teléfono WAP, abre una conexión con su proveedor de servicios WAP. Una vez abierto el canal, lanza una consulta a su proveedor de servicios.
2. El proveedor de servicios WAP recoge la consulta y en algún punto (pasarela, que sirve de nexo entre los dos tipos de redes: telefonía e Internet) la transforma a formato HTTP. La consulta lleva incorporada información de posición (longitud, latitud) del cliente determinada por triangulación de las señales de los satélites GPS.
3. La petición HTTP se procesa en un servidor (p.e. servlet) que accede a las tablas correspondientes (a través de servidores de bases de datos) para proporcionar la información solicitada en el formato adecuado después de transformarla convenientemente. La respuesta puede y de hecho debe estar influenciada por el perfil personal del solicitante o la situación del tráfico en el momento de la consulta, información accesible desde el servidor así como por el dispositivo

Figura 3. Esquema de un sistema que ofrece servicios basados en posición

que la visualizará.

4. En la pasarela la información, que puede contener imágenes como mapas de bits, se transforma a formato adecuado para ser transmitido por una red inalámbrica.
5. El resultado de la consulta aparece en la pantalla del teléfono.

Conclusiones

La orientación actual es hacer una separación clara entre la representación del conocimiento y su recuperación para la posterior presentación al usuario. Los esquemas usados para la representación deben ser tales, que ese conocimiento pueda ser utilizado por cualquier tipo de cliente (dispositivo o programa) como entrada para realizar alguna tarea concreta. El caso más sencillo es la presentación en formato adecuado, pero puede ser como entrada de otro sistema (aplicación informática) que lo utilice para generar la información que necesite y demande el usuario.

Por otro lado, existe una gran variedad de dispositivos terminales de presentación de información y esto parece que no va a cambiar en un futuro próximo, por lo que se hace necesaria esa separación entre la representación, el procesamiento y la presentación.

Hace unos años el lenguaje de programación java apareció y se proclamó como un lenguaje independiente de plataforma, que se implantaría como un estándar para procesamiento de información (y por tanto generar formatos de presentación) en Internet, pero le faltaba una parte que era la representación de los datos, que debía ser independiente de plataforma. Un lenguaje de marcas como XML puede ser la solución, de manera que Java y XML se complementan para poder representar y procesar para dar el formato

deseado (HTML, WML,..), según dispositivo de salida, información almacenada de manera distribuida.

Bibliografía

- K. Arnold, J. Gosling, "El lenguaje de programación Java". Addison-Wesley/Domo. 1997.
- D.G. Bobrow, "Dimensions of representation". Bobrow and Collins. 1975
- A. Collins and M.R. Quilliam, "Retrieval Time from Semantic Memory". Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior. 1969.
- C. J. Fillmore, " The case for case". 1968
- S. Hamilton, "Thinking Outside the Box at the IHMC. Computer. January 2001.
- P. Harmon and D. King. "Expert systems: Artificial Intelligence in Business". Wiley, 1985
- P.J. Hayes, "Some Problems and Non-problems in Representation Theory". Proc. AISB Summer Conference. University of Sussex. 1974
- G F. Luger; William A. Stubblefield, "Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problems Solving". The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 1993
- B. McLaughlin. "Java y XML". Anaya Multimedia. 2001
- M. Morrison et al. "XML al descubierto. Prentice Hall. 2000
- B. Muñoz; J. Riverola, "Gestión del Conocimiento", Biblioteca IESE de Gestión de Empresas, Universidad de Navarra, (1997).
- J. Mylopoulos and H.J. Levesque, "An overview of knowledge representation". Springer Verlag. 1984
- J.D. Novak, "Learning, Creating and Using Knowledge. Concept maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations". Lawrence Elbaum Associates. 1998.
- M A. Quintanilla. Diccionario de filosofía contemporánea. Ediciones Sígueme, Salamanca 1976
- M.M. Rosental, P.Ludin. Diccionario soviético de filosofía. Ediciones Pueblos Unidos, Montevideo 1965
- R.F. Simmons. "Semantic networks: their computation and use for understanding english sentences". 1972
- R. Turner, "Logics for Artificial Intelligence". Chichester:Ellis Horwood Ltd, 1984
- R. Tuschman. "Always on. Living in a Networked World". SPECTRUM MAGAZINE. IEEE.. January 2001.
- J. West. Unplugged: A wireless Odyssey. ORACLE MAGAZINE.. Enero/febrero 2001