

## LAS TÉCNICAS DE SOFT COMPUTING Y EL FUTURO DE INTERNET

José A. Olivas  
*Escuela Superior de Informática*  
*Universidad de Castilla La Mancha*

### Resumen

En este trabajo se presenta una visión general de los sistemas de búsqueda en Internet; en especial de los denominados ‘Metabuscadores’, que usan simultáneamente diferentes motores de búsqueda comerciales para aprovechar su potencia de indexación y cobertura y a su vez la posibilidad de expandir las consultas iniciales del usuario para conseguir los resultados más relevantes para sus propósitos de búsqueda. Además, se analiza el papel que pueden jugar las técnicas de Soft-Computing (formalismos y modelos de cómputo tolerantes a la imprecisión e incertidumbre, como por ejemplo la Lógica Borrosa –*Fuzzy Logic*-, los Algoritmos Genéticos o las Redes Neuronales Artificiales) en la mejora de los sistemas de búsqueda, con el objetivo de conseguir sistemas de búsqueda capaces de responder a preguntas de los usuarios (*Question-answering Systems*).

*Palabras clave:* Soft-computing, Internet, Metabuscadores

### Abstract

In this work it is presented a general vision of the Internet search systems, mainly of the usually called ‘Metasearchers’, which use simultaneously different commercial search engines to take advantage of its power of indexation and coverage and the possibility of expanding the initial user queries to obtain the most relevant results for his search intentions. Besides, it is analyzed the role that Soft-computing’s technologies (tolerant to imprecision and uncertainty formalisms and models, as for example Fuzzy Logic, Genetic Algorithms or Artificial Neural Networks) can play in the improvement of the mentioned search systems, with the aim of obtaining search systems with the capability of answering to questions of the users (Question-answering Systems).

*Keywords:* Soft-computing, Internet, Metasearchers

---

*Recibido: 06/09/06. Aceptado: 26/10/06.*

En la sociedad actual, muchas veces denominada “sociedad de la información”, son bien conocidas las ventajas que proporciona el acceso a una red global donde se almacenan y distribuyen, con muy diversos fines (comerciales, divulgativos, publicitarios, políticos...) informaciones y conocimientos de muy diversa índole. Internet se ha convertido en la referencia.

Pero en los últimos años, la cantidad de información digital ha crecido de forma vertiginosa, llegando a niveles jamás alcanzados con anterioridad. De hecho, hay estimaciones que indican que en la última década se ha introducido en Internet un volumen de datos equivalente a toda la información generada por la humanidad desde la antigüedad hasta el fin del segundo milenio. Se presenta entonces el desafío de manipular, buscar y recuperar la información y el conocimiento contenido, teniendo en cuenta la naturaleza heterogénea de la información que se aloja en la Red, que incluye el contenido de las páginas Web y los diferentes enlaces o “links” entre ellas. El contenido a su vez puede ser textual (con las complicaciones que implica el manejo del lenguaje natural) en diferentes idiomas, multimedia (imágenes, sonidos, canciones, películas...), datos que se generan a partir de bases de datos dinámicos, como por ejemplo los tan usados buscadores de viajes y un largo etcétera.

Todo esto provoca la dificultad de acceder y manipular la información contenida en Internet. En los últimos años ha habido una gran proliferación de los denominados “portales” y los cada vez más usados “motores de búsqueda”, como por ejemplo Google, que es quizá el artefacto tecnológico no mecánico más usado simultáneamente en la historia de la humanidad. Pero aunque sin duda estos buscadores son muy eficientes, sus resultados no suelen ser lo satisfactorios que los usuarios desearían, ya que habitualmente “devuelven” mucha información redundante, irrelevante, errónea, inaccesible o incomprensible para el que la demanda. Por otra parte, la mayoría de los usuarios no son suficientemente “expertos” en el aprovechamiento de las prestaciones de los diferentes mecanismos de acceso y recuperación de información en la Web, se podría decir que a veces es similar a poner un Ferrari en manos de un principiante. Además, estos motores no revisan toda la información que hay en la Web, sino que acceden sólo a una parte que habitualmente se denomina “Web visible”. Si una página está en la parte “invisible” a efectos prácticos es como si no existiera.

Además de los motores de búsqueda ya tradicionales, cada vez cobran más importancia los Metabuscaadores, que son buscadores que no disponen de una base de datos propia que contenga el índice de los posibles

documentos. Se limitan a recibir las peticiones de los usuarios y enviarlas a otros buscadores. Los resultados que reciben deben ser sometidos a un proceso de clasificación para reunir en un solo listado los documentos devueltos por varios buscadores. Suelen ser más lentos que los buscadores habituales debido a que siguen un proceso más complejo y elaborado. El principal problema de los metabuscadores consiste en combinar las listas devueltas por otros buscadores de forma que se optimice el rendimiento.

Las principales ventajas de los metabuscadores, expuestas por Mengson cuatro:

- **Incrementa la cobertura de la búsqueda en la Web.** Debido a la enorme cantidad de documentos que contiene Internet, es imposible que un solo buscador indexe la totalidad de la Web. Por tanto, mediante la combinación de distintos buscadores se consigue cubrir un mayor número de documentos en las búsquedas.
- **Soluciona la escalabilidad de la búsqueda en la Web.**
- **Facilita la invocación de múltiples buscadores.** Permite, mediante la utilización de una sola consulta, obtener los documentos más relevantes indexados por múltiples buscadores, lo que evita al usuario buscar en cada uno de ellos.
- **Mejora la efectividad de la recuperación.** Al poder consultar buscadores de propósito especial, permite obtener de ellos un conjunto más relevante de documentos, sin sufrir la desviación típica que produce el elevado número de documentos que indexan los buscadores de propósito general.

Asimismo, según Aslam [Aslam, 01], también presentan las siguientes ventajas potenciales:

- **Mejora del factor *recall*:** al obtener los resultados de múltiples buscadores se puede mejorar el número de documentos relevantes recuperados (el factor *recall*).
- **Mejoran la precisión:** diferentes algoritmos de recuperación recuperan muchos documentos relevantes iguales, pero diferentes documentos irrelevantes. Basándose en este fenómeno, en caso de ser cierta esta teoría, cualquier algoritmo que prime los documentos que aparecen en las primeras posiciones en resultados de distintos buscadores obtendrá una mejora en la recuperación. Este fenómeno se denomina “efecto coro”.
- **Consistencia:** los buscadores actuales responden con frecuencia de forma muy distinta ante la misma consulta transcurrido un tiempo. Si se utilizan distintas fuentes para obtener los resultados, es

de esperar que la variabilidad se vea reducida favorecida por los buscadores que proporcionan resultados más estables.

- **Arquitectura modular:** las técnicas utilizadas en los metabuscadores pueden descomponerse en módulos pequeños y más especializados que pueden usarse en paralelo de forma colaborativa.

Pero no todo son ventajas en la utilización de los metabuscadores. Las principales desventajas son las siguientes:

- **La selección de la base de datos:** este problema está asociado a la selección del buscador que recibirá la consulta. Se trata de seleccionar los buscadores que devuelvan buenos resultados ante una consulta concreta. Por ejemplo, la consulta sobre “campeonato mundial de fórmula 1” realizada a un buscador especializado en literatura científica no tendría demasiado sentido.
- **La selección de documentos:** una vez seleccionado el origen de los documentos el problema consiste en determinar el número apropiado de documentos que hay que solicitar. Si se reciben demasiados documentos el coste computacional para determinar los mejores documentos y el coste de comunicación para obtenerlos puede ser excesivo.
- **Fusión de resultados:** el problema consiste en fusionar los resultados de distintos buscadores con sus propias características y formas de evaluación en un único listado ordenado por relevancia. Además, existe la posibilidad de tener documentos repetidos devueltos por distintos buscadores.

Los denominados metabuscadores “reales”, buscan en los principales motores de búsqueda, fusionan los resultados, eliminan los duplicados y devuelven los más relevantes de acuerdo con el algoritmo que tengan implementado. Los más usados actualmente son:

Vivisimo [<http://vivisimo.com>] usa algoritmos de *clustering* y organiza los resultados en carpetas. Desarrollado en la Carnegie-Mellon University. Pro Fusion [<http://www.profusion.com/>], de la University of Texas. Mamma [<http://mamma.com>]. MetaCrawler. [<http://www.metacrawler.com>]. Dogpile [<http://www.dogpile.com/>]. Ixquick [<http://www.ixquick.com/>]. Ez2Find [<http://Ez2Find.com/>] a través de su “búsqueda avanzada” bucea en la parte oculta de la Web. InfoGrid [<http://www.infogrid.com/>]. Infonetware [<http://www.infonetware.com/>]. IBoogie [<http://iboogie.com/>]. Fazzle [<http://www.fazzle.com/>]. Query Server [<http://www.queryserver.com/web.htm>]. Web Scout [<http://www.webscout.com/>]. Experts Avenue [<http://www.expertsavenue.com/>]. Search 66 [<http://www.search66.com/>]. Internav [<http://www.internav.com/>]. Metengine [<http://www.metengine.com/>] (Antigua). One2Seek [<http://www.one2seek.com/>]. Ithaki [<http://www.ithaki.net/>]. meta EUREKA [<http://www.metaeureka.com/>] (Netherlands). Widow [<http://www.widow.com/>]. 7 Meta Search

[<http://www.7metasearch.com/>]. Bytedog [<http://www.bytedog.com/>] (Canada). il motore [<http://www.ilmotore.com/>] (Italy). ApocalX [<http://www.search.apocalx.com/>] (France)...

Pero además se puede tener en cuenta los considerados pseudo metabuscadores: aquellos que únicamente agrupan los resultados por motor en una larga lista, por ejemplo:

qb Search [<http://www.qbsearch.com/>], Better Brain [<http://www.betterbrain.com/>], My Net Crawler [<http://www.mynetcrawler.com/>], NBCi [<http://www.nbc.msnbc.com/>], Planet Search [<http://www.planetsearch.com/>], Rede Search [<http://www.redeSearch.com/>] y Search Wiz [<http://www.searchwiz.com/>],

y aquellos que abren una ventana separada por cada motor de búsqueda usado, como por ejemplo:

Multi-Search-Engine [<http://www.multi-search-engine.com/>] que abre 36 ventanas, The Info [<http://www.theinfo.com/>], Net Depot [<http://www.netdepot.org/>], Alpha Seek [<http://www.alfaseek.com/>] o Express Find [<http://www.expressfind.com/>].

Pese a todas estas herramientas, en ocasiones se tiene la sensación de que en los últimos cuatro o cinco años se ha entrado en una especie de meseta en los avances en las técnicas de acceso a la información en la Web, en la que parece difícil proponer o desarrollar avances significativos. Dentro de las diferentes ramas de las Ciencias de la Computación involucradas en el desarrollo y uso de las tecnologías de Internet, quizá sea la Inteligencia Artificial a la que le toque jugar el papel que permita salir de este “máximo local” en el que probablemente nos encontramos actualmente. Una de las posibles vías de avance es lo que suele denominarse “Web Semántica” (Semantic Web), que, como su propio nombre indica, implica dotar de significado a los contenidos de la Web, lo que en la mayoría de las propuestas pasa por la inclusión en las páginas Web de “metadatos”, información oculta relativa al contenido conceptual de cada página. Pero cómo estandarizar los formatos y obligar a la infinita variedad de autores a usar los mismos metadatos, a corto plazo parece una dificultad insalvable. Lo que está comenzando a dar algunos resultados prometedores es el uso de técnicas de Inteligencia Artificial para mejorar el acceso a la información almacenada en la Web.

En general, las técnicas de Inteligencia Artificial pretenden imitar o reproducir aproximaciones a problemas complejos de la forma que lo haría un humano. Para lograr este fin parece adecuado tratar de manipular la información de forma lingüística, imprecisa, incierta, tal y como

lo hacemos habitualmente los humanos. A mediados de los 60 del siglo pasado el profesor Zadeh en la Universidad de California-Berkeley presentó la teoría de conjuntos borrosos como un mecanismo para representar el conocimiento y realizar inferencias más parecido a cómo lo hacemos los humanos que la teoría clásica de conjuntos. Los elementos no pertenecen a los conjuntos de una forma total o nula, sino que puede haber diferentes grados y los valores de verdad no sólo son V o F, sino que pueden ser infinitos. Entre el blanco y el negro también se puede considerar una escala de grises. Además de la lógica borrosa, otras técnicas como las redes neuronales o los algoritmos genéticos, también se muestran prometedoras a la hora de obtener resultados inteligentes en la solución de problemas complejos. Cuando estas tecnologías y otras similares se unen, dan lugar a lo que hoy en día se suele denominar *Soft Computing*, que el propio profesor Zadeh introduce en estos términos<sup>1</sup>:

*“What is soft computing?”*

*Soft computing differs from conventional (hard) computing in that, unlike hard computing, it is tolerant of imprecision, uncertainty and partial truth. In effect, the role model for soft computing is the human mind. The guiding principle of soft computing is: Exploit the tolerance for imprecision, uncertainty and partial truth to achieve tractability, robustness and low solution cost. The basic ideas underlying soft computing in its current incarnation have links to many earlier influences, among them my 1965 paper on fuzzy sets; the 1973 paper on the analysis of complex systems and decision processes; and the 1979 report (1981 paper) on possibility theory and soft data analysis. The inclusion of neural network theory in soft computing came at a later point. At this juncture, the principal constituents of soft computing (SC) are fuzzy logic (FL), neural network theory (NN) and probabilistic reasoning (PR), with the latter subsuming belief networks, genetic algorithms, chaos theory and parts of learning theory. What is important to note is that SC is not a melange of FL, NN and PR. Rather, it is a partnership in which each of the partners contributes a distinct methodology for addressing problems in its domain. In this perspective, the principal contributions of FL, NN and PR are complementary rather than competitive.*

*Implications of soft computing.*

*The complementarity of FL, NN and PR has an important consequence: in many cases a problem can be solved most effectively by using FL, NN and PR in combination rather than exclusively. A striking example of a particularly effective combination is what has come to be known as neurofuzzy systems. Such systems are becoming increasingly visible as consumer products ranging from air conditioners*

---

<sup>1</sup> <http://www.cs.berkeley.edu/Research/Projects/Bisc/bisc.welcome.html>.

*and washing machines to photocopiers and camcorders. Less visible but perhaps even more important are neurofuzzy systems in industrial applications. What is particularly significant is that in both consumer products and industrial systems, the employment of soft computing techniques leads to systems which have high MIQ (Machine Intelligence Quotient). In large measure, it is the high MIQ of SC-based systems that accounts for the rapid growth in the number and variety of applications of soft computing - and especially fuzzy logic.*

*The conceptual structure of soft computing suggests that students should be trained not just in neural network theory or fuzzy logic or probabilistic reasoning but in all of the associated methodologies, though not necessarily to the same degree. This is the principle which guides the BISC Seminar on Soft Computing and the course Fuzzy Logic, Neural Networks and Soft Computing which I teach at present. The same applies to journals, books and conferences. We are beginning to see the appearance of journals and books with soft computing in their title. A similar trend is visible in the titles of conferences."*

Realmente estas técnicas son mayoritariamente usadas únicamente a nivel de investigación; de hecho, cuando un motor de búsqueda dice que hace una búsqueda "fuzzy" lo único que hace es corregir errores de escritura comparando la pregunta con algún diccionario de términos y mostrando al usuario la opción *Did you mean?*. Pero las técnicas de *Soft Computing* presentan una aproximación prometedora para abordar el acceso y la recuperación de información de Internet de una forma más ventajosa. A la hora de clasificar las diferentes tareas se pueden utilizar diferentes criterios. Una posibilidad es realizar una clasificación en función de la parte del proceso de recuperación de información en la que están centradas. Entonces se pueden tener en cuenta, entre otras, las siguientes líneas de trabajo:

- **Modelos de representación lógica de documentos.** Los modelos clásicos de representación de documentos de texto (vectorial, booleano...) están basados en la eliminación de las palabras "vacías" de significado y la aparición/frecuencia de las consideradas. Las técnicas de *Soft Computing* pueden aportar representaciones más flexibles, donde, por ejemplo, palabras que no aparezcan en un documento pueden tener un peso en la representación debido a su relación "conceptual" con el documento.
- **Lenguajes de especificación y sistemas de evaluación de consultas.** Para representar mejor la información cualitativa en las consultas de los usuarios se pueden usar lenguajes de consultas lingüísticas ponderados que mejoran la interacción del sistema de acceso a la información con el usuario. Estos lenguajes de consulta, por un lado,

incrementan las posibilidades de expresión de los usuarios porque con ellos es posible asignar pesos a los términos de las consultas indicando la importancia relativa o los umbrales de satisfacción, y por otro, facilitan a los usuarios la comunicación de sus necesidades de información, porque pueden expresar los pesos mediante etiquetas lingüísticas más propias del lenguaje humano.

- **Sistemas de presentación y clasificación de resultados.** Los denominados “algoritmos de ranking” permiten seleccionar y ordenar los resultados ante la demanda del usuario. Las técnicas de *Soft Computing* aportan procedimientos flexibles para tal fin.
- **Sistemas de retroalimentación de consultas.** A menudo un usuario no obtiene la información deseada con su primera consulta. Es posible aplicar técnicas de aprendizaje automático para aprender de las consultas realizadas.

Otra posibilidad es distinguir los enfoques según las técnicas utilizadas:

- **Utilización de ontologías.** Es uno de los campos más extendidos en la Web Semántica. En este contexto, se entiende por ontología “una especificación explícita y formal sobre una conceptualización compartida” [Gruber, 93]. En los últimos tiempos ha habido una gran proliferación de herramientas y estándares (por ejemplo OWL) para la creación y generación de inferencias en ontologías. La lógica borrosa permite establecer diferentes grados de relación entre los conceptos de una ontología.
- **Estudio de asociaciones y relaciones entre términos.** Es importante establecer relaciones conceptuales entre términos, lo que habitualmente se hace mediante el uso de diccionarios, tesauros y ontologías. WORDNET<sup>2</sup> es uno de los tesauros más usados en la Red y permite obtener los sinónimos, hipónimos, hiperónimos, etc., de una palabra dada. Se han desarrollado interesantes diccionarios que calculan diferentes grados borrosos de sinonimia [Fernández 2000]. El interés de estas herramientas radica en la posibilidad de expandir una consulta dada en otras que contengan términos relacionados con el fin de enriquecer el contenido de la búsqueda.
- **Construcción y utilización de perfiles de usuarios.** Permiten tener más información sobre las preferencias del usuario, lo que facilita una búsqueda más satisfactoria. Hay muchos desarrollos en este campo usando técnicas de *Soft Computing*.

---

<sup>2</sup> <http://wordnet.princeton.edu/>



- **Utilización de algoritmos de *clustering* y clasificación.** Existe un gran número de algoritmos con este propósito basados en *Soft Computing*, como por ejemplo el conocido *Fuzzy c-Means*.

Atendiendo al objetivo y el ámbito de aplicación de los sistemas de recuperación de información, se pueden distinguir diferentes tipos de sistemas, como los Sistemas de búsquedas basados en consultas o los Sistemas basados en directorios dinámicos. Pero quizá los que presenten un futuro más prometedor sean los siguientes:

- **Búsquedas conceptuales.** Basadas en los conceptos que subyacen en los documentos y no en los términos que realmente aparecen en ellos. Se puede usar la definición de contextos, las relaciones entre palabras (sinónimos, antónimos...), las relaciones ontológicas, las relaciones causales entre conceptos... y para manipular y expresar todas ellas, el *Soft Computing* ofrece técnicas ampliamente estudiadas en otros contextos.
- **Sistemas de preguntas-respuestas (*Question-Answering Systems*).** Quizá sea el paso a dar más complicado, en el caso de que sea factible alcanzarlo. Son sistemas con capacidad de responder a preguntas formuladas por el usuario en lenguaje natural, como por ejemplo *¿cuál es la tercera montaña en altitud de la península Ibérica?*, que para ser respondidas por un mecanismo de búsqueda, se necesita que incorpore capacidades deductivas o algún otro mecanismo sofisticado de razonamiento. El propio profesor Zadeh<sup>3</sup>, resalta la necesidad y dificultades de este tipo de sistemas.

*“Existing search engines—with Google at the top—have many remarkable capabilities; but what is not among them is deduction capability—the capability to synthesize an answer to a query from bodies of information which reside in various parts of the knowledge base.*

*In recent years, impressive progress has been made in enhancing performance of search engines through the use of methods based on bivalent logic and bivalent-logic-based probability theory. But can such methods be used to add nontrivial deduction capability to search engines, that is, to upgrade search engines to question-answering systems? A view which is articulated in this note is that the answer is ‘No’.*

*The problem is rooted in the nature of world knowledge, the kind of knowledge that humans acquire through experience and education.*

---

<sup>3</sup> Seminario: Web Intelligence, World Knowledge and Fuzzy Logic. Lotfi A. Zadeh, 14 de Septiembre de 2004, University of California, Berkeley.

*It is widely recognized that world knowledge plays an essential role in assessment of relevance, summarization, search and deduction. But a basic issue which is not addressed is that much of world knowledge is perception-based, e.g., "it is hard to find parking in Paris," "most professors are not rich," and "it is unlikely to rain in midsummer in San Francisco." The problem is that (a) perception-based information is intrinsically fuzzy; and (b) bivalent logic is intrinsically unsuited to deal with fuzziness and partial truth.*

*To come to grips with the fuzziness of world knowledge, new tools are needed. The principal new tool—a tool which is briefly described in their note—is Precisiated Natural Language (PNL). PNL is based on fuzzy logic and has the capability to deal with partiality of certainty, partiality of possibility and partiality of truth. These are the capabilities that are needed to be able to draw on world knowledge for assessment of relevance, and for summarization, search and deduction."*

Quizá se pueda afrontar el reto de diseñar meta-*Question-Answering Systems*, sistemas que ante una pregunta del usuario delimiten un posible espacio de páginas donde es más probable que se encuentre la solución, usando diferentes motores de búsqueda, y en este espacio localicen la respuesta usando búsquedas conceptuales... Pero el volumen de información en Internet aumenta drásticamente día a día. Todavía queda mucho camino por recorrer...

## Bibliografía

- Aslam, J. A., Montague, M. (2001). Models for Metasearch, en *Proceedings of 24th International ACM SIGIR*, New Orleans, Louisiana, USA, 276-283.
- Baeza-Yates, R., Ribeiro-Neto, B. (1999). *Modern Information Retrieval*. Addison-Wesley.
- Fernández, S., Sobrino, A. (2000). Hacia un tratamiento computacional de la sinonimia. En *Revista de la Sociedad Española para el Procesamiento del Lenguaje Natural (SEPLN)*, N° 26, 89-95.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5, 199-220.
- Herrera-Viedma, R., Pasi, G. (2003). Fuzzy approaches to access information on the Web: recent developments and research trends, *Proc. of the Third Conference of the EUSFLAT*, 25-31.
- Li, Z.; Wang, Y. and Oria, V. (2001): A New Architecture for Web Meta-Search Engines, in *Proceedings of the 2001 Americas Conference on Information Systems*, Boston, MA, 2001.

- Meng, W.; Yu, C.; Liu, K-L. (2002). Building Efficient and Effective Metasearch Engines, en *Proceedings of ACM Computing Surveys*, Vol. 34, No. 1, 48-89.
- Miller, G. (ed.) (1990). WORDNET: An Online Lexical Database. *International Journal of Lexicography*, 3(4).
- Miller, G. (1995). WordNet: A lexical database for English, *Communications of the ACM* 11, 39-41.
- Ohgaya, R., Takagi, T., Fukano, K., Taniguchi, K. (2002). Conceptual fuzzy sets- based navigation system for Yahoo!, *Proc. of the 2002 NAFIPS Annual Meeting*, 274-279.
- Olivas, J.A., Garcés, P.J., Romero, F.P. (2003). An application of the FIS-CRM model to the FISS metasearcher: Using fuzzy synonymy and fuzzy generality for representing concepts in documents, *Int. Journal of Approximate Reasoning* 34, 201-219.
- Pasi, G. (2002). Flexible information retrieval: some research trends, *Mathware and Soft Computing* 9, 107-121.
- Sánchez, E. (ed.) (2006). *Fuzzy Logic and the Semantic Web*, Elsevier.
- Takagi, T., Tajima, M. (2001). Proposal of a search engine based on conceptual matching of text notes, *Proc. of the 1<sup>st</sup> BISC Int. Workshop on Fuzzy Logic and the Internet*, 53-58
- Zadeh, L. A. (1987). *Fuzzy Sets and Applications* (Selected Papers, edited by R. R. Yager, S. Ovchinnikov, R. M. Tong, H. T. Nguyen), John Wiley.
- Zadeh, L. A. (2003). From search engines to Question-Answering System: The need for new tools, E. Menasalvas, J. Segovia, P.S. Szczepaniak (Eds.): *Proceedings of the Atlantic Web Intelligence Conference - AWIC'2003*. LNCS, Springer.
- Zadeh, L. A. (2006). From Search Engines to Question Answering Systems – The problem of World knowledge relevance, deduction and precisiation. En Elie Sanchez (ed.): *Fuzzy Logic and the Semantic Web*, Elsevier, 163–210.