

Seminario de Ingeniería Biomédica 2012

Mauricio D'Ambrosio
mauriodc@gmail.com

Monografía vinculada a la conferencia de Ricardo Low sobre PRAXIS del día 17 de abril

Sistemas expertos de uso médico y PRAXIS, un producto de ayuda a la práctica del médico similitudes y diferencias

Resumen:

En el artículo se realiza una comparación de diferencias y similitudes entre los sistemas expertos y el sistema Praxis.

Se comienza con una definición de los sistemas expertos, los componentes principales y los diferentes tipos de SE que existen.

Posteriormente se describe Praxis, las distintas funcionalidades y componentes como el procesador de conceptos, concepto de agentes, las guías de prácticas clínicas, las consultas prospectivas, el intercambiador de conocimiento. Luego se compara el procesador de conceptos con los demás proceso de ingreso de información.

Finalmente se realiza la comparación desarrollando las diferencias y similitudes entre ambos sistemas.

Introducción:

En los últimos años se ha dado un crecimiento importante en el desarrollo de herramientas informáticas de diagnóstico y documentación médica, como respuesta a la demanda del personal de la salud por centralizar y mejorar sus prácticas médicas de una forma virtual.

En este artículo nos centraremos en las características fundamentales de dos de las herramientas disponibles actualmente: los Sistemas Expertos y Praxis, analizando similitudes y diferencias entre estas dos herramientas.

Sistemas Expertos:

Los Sistemas Expertos son una rama de la Inteligencia artificial.

Son llamados así porque son sistemas basados en conocimientos que tratan de imitar las actividades de uno o varios expertos para resolver problemas en el terreno de aplicación.

Su principal objetivo es obtener una mejor calidad y rapidez en las respuestas logrando una mejora de la productividad del experto

Componentes de un Sistema Experto :

- *Base de Conocimiento :*
contiene el conocimiento de los hechos y de las experiencias de los expertos en un dominio determinado.[2]
- *Base de Hechos (puede encontrarse junto con la anterior):*
contiene los hechos sobre un problema que se ha descubierto durante el análisis. [6]
- *Motor de Inferencia*

puede simular la estrategia de solución de un experto. [2]

- Interfaz de Usuario:
sirve para que el usuario pueda realizar una consulta en un lenguaje lo más natural posible. [2]
- Módulo de Explicación:
explica al usuario la estrategia de solución encontrada y el porqué de las decisiones tomadas. [2]
- Módulo de adquisición del conocimiento:
ofrece ayuda a la estructuración e implementación del conocimiento en la base de conocimientos. [2]
- Módulo de comunicaciones:
permite la interacción con otros sistemas externos. [6]
- La componente humana:
las personas involucradas en la creación del sistema. [3]

Base de Hechos:

También llamada base temporal, almacena los datos recibidos de los usuarios sobre el problema particular que se intenta resolver en un momento dado y lleva la secuencia histórica de todo lo que se haya hecho con el objetivo de poder justificar los pasos que se soliciten. Una vez finalizada la consulta esta base se elimina y la base de conocimientos queda con sus reglas y esquemas iniciales. [6]

Motor de Inferencia

Es un módulo que utiliza la información dentro de la base de conocimientos y los datos para obtener nuevas conclusiones o hechos. [4]

Por ejemplo, si la premisa de una regla es cierta, entonces la conclusión de la regla debe ser también cierta. Los datos iniciales se incrementan incorporando las nuevas conclusiones. Por ello, tanto los hechos iniciales o datos de partida como las conclusiones derivadas de ellos forman parte de los hechos o datos de que se dispone en un instante dado. Para obtener conclusiones, los expertos utilizan diferentes tipos de reglas y estrategias de inferencia y control. En lo relativo a las reglas de inferencia, básicamente el motor puede usar: [4]

Modus Ponens: es quizás la regla de inferencia más comúnmente utilizada. Se utiliza para obtener conclusiones simples. En ella, se examina la premisa de la regla, y si es cierta, la conclusión pasa a formar parte del conocimiento. Por ejemplo, supongamos que tenemos la regla, "Si A es cierto, entonces B es cierto" y que sabemos además que A es cierto. La regla Modus Ponens concluye que B es cierto. Esta regla de inferencia, que parece trivial, debido a su familiaridad, es la base de un gran número de sistemas expertos. [4]

Modus Tollens: se utiliza también para obtener conclusiones simples. En este caso se examina la conclusión y si es falsa, se concluye que la premisa también es falsa. Por ejemplo, supongamos de nuevo que se tiene la regla, "Si A es cierto, entonces B es cierto" pero se sabe que B es falso. Si se utiliza la regla Modus Ponens no se puede obtener ninguna conclusión, pero la regla Modus Tollens concluye que A es falso. [4]

Estrategias de inferencia:

Encadenamiento hacia delante: es una de las estrategias de inferencia más utilizadas para obtener conclusiones compuestas. Esta estrategia puede utilizarse cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras. Cuando se encadenan las reglas, los hechos pueden utilizarse para dar lugar a nuevos hechos. Esto se repite sucesivamente hasta que no pueden obtenerse más conclusiones. El tiempo que consume este proceso hasta su terminación depende, por una parte, de los hechos conocidos, y, por otra, de las reglas que se activan. Este algoritmo puede ser implementado de muchas formas. Una de ellas comienza con las reglas cuyas premisas tienen valores conocidos. Estas reglas deben concluir y sus conclusiones dan lugar a nuevos hechos. Estos nuevos hechos se añaden al conjunto de hechos conocidos, y el proceso continúa hasta que no pueden obtenerse nuevos hechos.

Encadenamiento hacia atrás : comenzamos proponiendo una solución hipótesis del problema, entonces el algoritmo navega hacia atrás a través de las reglas en búsqueda de una conclusión que confirme dicha hipótesis. Si no se obtiene ninguna conclusión con la información existente, entonces el algoritmo fuerza a preguntar al usuario en busca de nueva información sobre los elementos que son relevantes para obtener información sobre la hipótesis objetivo. [4]

Interfaz de Usuario:

Permite la interacción con el usuario, a través del ingreso de datos del problema de interés, lecturas del proceso, solicitud de datos adicionales (si fuera necesario) y presentación de las conclusiones.[4]

Módulo de Explicación

El módulo de explicación justifica el proceso de razonamiento que ha seguido el motor de inferencia del sistema experto para llegar a sus conclusiones. Los usuarios pueden hacer preguntas del tipo: ¿por qué?, ¿cómo?, ¿qué pasa si? y éste módulo les proporcionará la respuesta adecuada. [5]

Módulo de comunicaciones:

En la actualidad la mayoría de los sistemas basados en el conocimiento no viven aislados sino que interactúan con otros sistemas por lo que son capaces de interactuar no solamente con el experto sino con estos sistemas, para poder recoger información o consultar bases de datos.[6]

Módulo de adquisición del conocimiento:

Si el conocimiento inicial es muy limitado y no se pueden sacar conclusiones, el motor de inferencia utiliza el subsistema de adquisición de conocimiento para obtener el conocimiento necesario y continuar con el proceso de inferencia hasta que se hayan sacado conclusiones. En algunos casos, el usuario puede suministrar la información requerida para este y otros objetivos. De ello resulta la necesidad de una interfase de

usuario y de una comprobación de la consistencia de la información suministrada por el usuario antes de introducirla en la memoria de trabajo. [3]

La Componente Humana

Un sistema experto es generalmente el resultado de la colaboración de uno o varios expertos humanos especialistas en el tema de estudio y los ingenieros del conocimiento, con los usuarios en mente. Los expertos humanos suministran el conocimiento básico en el tema de interés, y los ingenieros del conocimiento trasladan este conocimiento a un lenguaje, que el sistema experto pueda entender. La colaboración de los expertos humanos, los ingenieros del conocimiento y los usuarios es, quizás, el elemento mas importante en el desarrollo de un sistema experto. Esta etapa requiere una enorme dedicación y un gran esfuerzo debido a los diferentes lenguajes que hablan las distintas partes y a las diferentes experiencias que tienen. [3]

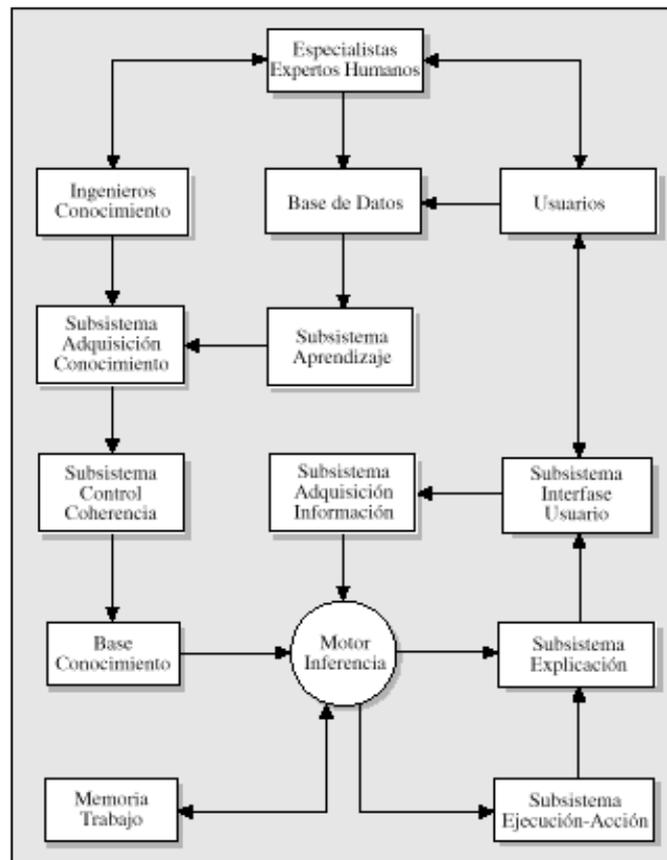


FIGURA 1 Componentes típicos de un sistema experto. Las flechas representan el flujo de la información. [3]

Tipos de SE

Principalmente existen tres tipos de sistemas expertos:

1. Basados en reglas: Aplicando reglas heurísticas apoyadas generalmente en lógica difusa para su evaluación y aplicación.
2. Basados en casos CBR (Case Based Reasoning).: Aplicando el razonamiento basado en casos, donde la solución a un problema similar planteado con anterioridad se adapta al nuevo problema.
3. Basados en redes: Aplicando redes bayesianas, basadas en estadística y el teorema de Bayes.

[2]

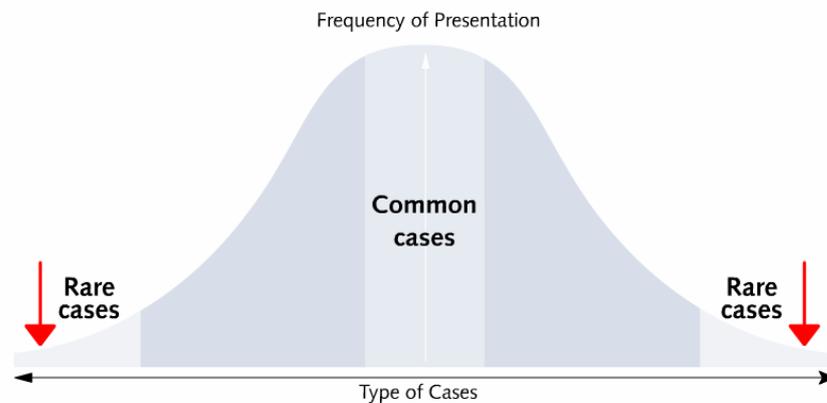
Praxis

Procesador de Conceptos

El procesador de conceptos es un componente de Praxis esta basado en redes neuronales que genera automáticamente la documentación de una consulta a partir de la recuperación instantánea de texto ingresado por el profesional en consultas previas similares que haya visto el médico utilizando el software.

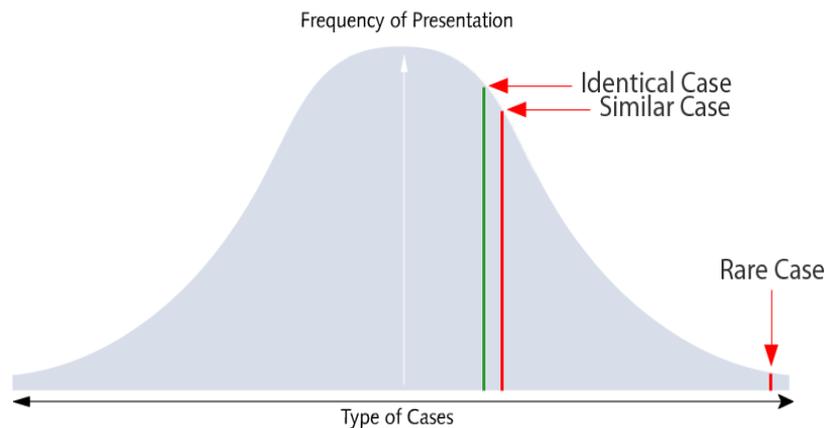
Provee una oportunidad de auto-enseñanza y auto-aprendizaje continuo. Permite reducir errores aleatorios y mejorar la calidad en la atención médica, aunque no es bueno para eliminar errores sistemáticos, ya que este componente aprende directamente del usuario y no es capaz de generar conocimiento fuera de este ámbito.

La campana de Gauss en la Figura 2 describe como el procesador de concepto crea una base de datos de conocimientos médicos por cada médico:



(Figura 2)

Para poder determinar que documentación generar, Praxis considera 3 tipos de situaciones como se pueden ver en la siguiente figura:



(Figura 3)

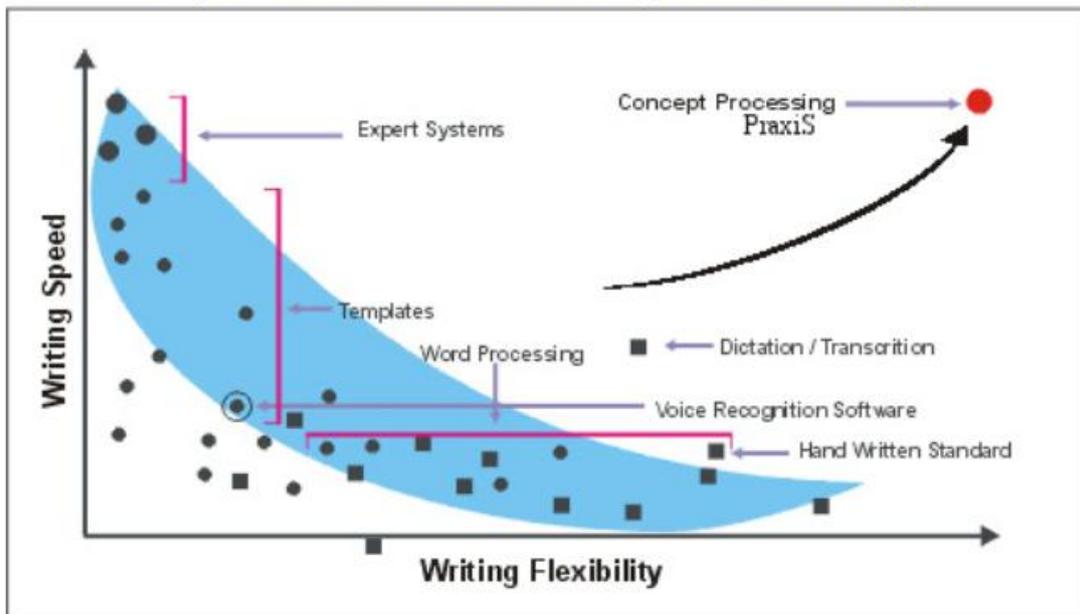
Consultas Idénticas: Si una consulta es idéntica a una tratada en el pasado, el texto se generará automáticamente al instante tomando como base la consulta idéntica. Además se adjunta toda la documentación adicional necesaria de la otra consulta como por ejemplo: prescripciones impresas o enviadas por fax, instrucciones y documentos del paciente, informes y procedimientos operativos, cartas a los médicos de referencia, órdenes de admisión en el hospital, órdenes de laboratorio, próximas visitas y horarios, etc.

Consultas Similares: La nueva consulta es creada a partir de la edición del caso más similar previamente aprendido. Después de realizar los cambios necesarios, el conjunto entero de documentos es generado instantáneamente como en el caso anterior, pero todos estos nuevos cambios son guardados separadamente para su reutilización en casos similares en el futuro. Al hacer cambios sobre un caso existente es más rápido y sencillo que generar un nuevo caso desde el principio.

Casos Raros: Lo que origina un caso raro es la forma particular de agrupación del conjunto de elementos de una consulta. Los elementos de una consulta con un paciente que generan un caso raro, tal como hallazgos físicos, placas de rayos X, procedimientos, instrucciones al paciente y otros, pueden ser adaptados para cumplir con las necesidades de la documentación del caso, con poco o ningún cambio. A veces, muchos de los elementos que originan un caso raro probablemente hayan sido registrados en el pasado en problemas mucho más comunes presentados en otros pacientes, por lo tanto se puede reciclar cualquier elemento de otras consultas para poder generar una nueva. Como los elementos que componen cualquier consulta siguen un comportamiento independiente basado en campanas de Gauss, son instantáneamente invocados por el procesador de conceptos para utilizarse con casos únicos o raros. [8]

Comparación entre procesador de conceptos con los demás procesos de ingreso de información.

Comparison of the Medical Record Systems in Use Today



(Figura 4)

Existe una relación inversa entre la velocidad y la flexibilidad en la entrada de la información en todo los sistemas basados en plantillas.

En un extremo se encuentran los sistemas expertos que generan texto al instante, pero el texto no representa precisamente lo que se quiere expresar. Por otro lado están los sistemas que permiten la totalidad de cambios manuales (por ejemplo, un procesador de textos) a expensas de la velocidad y accesibilidad. En el medio están las plantillas, que obligan a elegir entre listas de opciones, que en algunos casos, ocurre que ninguna de las opciones de la lista es adecuada para el caso.

El procesador de conceptos "migra" desde el punto inicial 0,0 en la Figura 4, al cuadrante superior derecho a los pocos días de uso, y poco a poco sigue evolucionando más hacia la derecha, ya que mejora su conocimiento y la flexibilidad.[8]

Agentes

Un agente puede entenderse como un mensaje electrónico similar a los emails. Sin embargo, a diferencia de los emails los agentes son clínicamente inteligentes en el sentido de que saben cuando y como mostrar los mensajes a la quienes corresponda. Lo mas importante, con los emails es que los agentes son inteligentes, porque saben cuándo y cómo mostrar su mensaje y a quién. El agente se vincula con el resto de la información del caso a través del motor de procesamiento de concepto el cual lo relaciona con la evaluación del caso. Dado que Praxis aprende de los casos previos de los médicos, los agentes correctos son invocados solo cuando es necesario y ejecutan lo que el médico ha programado para circunstancias similares. [7]

CPG

El Committee to Advise the Public Health Service on Practice Guidelines del Institute of Medicine del gobierno de Estados Unidos define a CPG como:

"Son directrices elaboradas sistemáticamente para asistir a los clínicos y a los pacientes en la toma de decisiones sobre la atención sanitaria adecuada para problemas clínicos específicos".

En Praxis las CPGs son una variante de los agentes construidos a partir de una lista de ítems que pueden ser recomendaciones o consultas prospectivas (pedidos), donde cada ítem tiene una periodicidad y demandas de respuesta independientes. Además no están vinculadas a una evaluación o un paciente dado, sino a un conjunto de condiciones establecidas por los altos cargos de la clínica. Pueden ser creados o importados de fuentes externas y fácilmente programados para activarse sólo bajo ciertas condiciones, como por ejemplo en un tiempo futuro o bajo cierta periodicidad o cuando un determinado tipo de usuario entra en contacto con un determinado tipo de paciente (puede ser una combinación de edad, sexo, medicación recetada, resultados de análisis, patología, etc.).[7]

Consultas Prospectivas

Las consultas prospectivas son simplemente una CPG pero a la inversa! Las preguntas prospectivas son preguntas que se le indican al médico para que sean realizadas a un cierto paciente mientras está siendo entrevistado.

Por ejemplo, la consulta puede ser una solicitud de un examen de sangre para un paciente determinado con un diagnóstico particular. Una vez que el paciente se realizó el examen el médico marca en el sistema que el examen se realizó y de ahí en más el investigador va a tener el resultado de la prueba de sangre retrospectivamente a partir de ese momento. La consulta puede incluir preguntas directas acerca de los síntomas y los hallazgos físicos en determinados tipos de pacientes.[7]

Intercambiador de Conocimiento (Knowledge Exchanger)

Este es dentro de Praxis, una biblioteca auxiliar que le permite al médico obtener conocimiento de otros expertos y seguir manteniendo su propia base de conocimientos separada para seguir aprendiendo de su propia experiencia. [9]

Diferencias y similitudes entre SE y Praxis

- En los SE si el usuario desea ingresar nuevos conceptos es necesario de un experto de donde se obtiene el conocimiento y un ingeniero de conocimiento para reprogramar el sistema mientras que en PRAXIS el usuario, el experto y el ingeniero son el mismo actor, a medida que el médico realiza la consulta, ingresa y elige la información en el sistema, agrega nuevo conocimiento y actualiza sus "reglas de decisión" por si solo.

- El ingreso de información en los sistemas expertos es rápido pero poco flexible, en Praxis luego de unos pocos días de uso el ingreso de información es ágil y flexible lo que le brinda al usuario un mejor manejo del sistema.

- Praxis permite incorporar conocimientos de varias áreas, de otros expertos mientras los SE están hechos para un área en particular.

- En los sistemas expertos resulta difícil la manipulación de información ya que esta poco estructurada, incompleta e inconsistente. Por otro lado en Praxis la información se presenta correctamente estructurada lo que permite que se presente de forma oportuna en el momento en que se precisa y se evita el ruido en la información.

- Los SE son capaces de explicar el cómo y el porqué de las decisiones tomadas. Praxis no cuenta con esta funcionalidad.

- Los sistemas expertos no tienen la capacidad de aprendizaje, en cierta medida se puede decir que Praxis si aprende de sus propios errores por lo que recuerda la decisiones tomadas por el médico.

- Tanto Praxis como los SE tienen la propiedad de ser fácilmente replicables, lo que permite reproducir el conocimiento adquirido fácilmente.

- Ambos siguen el mismo objetivo que es obtener una mejor calidad y rapidez en las respuestas logrando una mejora de la productividad del experto.

Conclusiones

Analizando los dos sistemas vistos, si bien ambos siguen el mismo objetivo concluyo que PRAXIS al usar una tecnología más moderna logra presentar un sistema que logra mayor flexibilidad y rapidez en la inclusión de nuevos conceptos, facilita la inclusión de nuevo conocimiento a través del conocimiento de otro experto y ofrece un mecanismo donde a través del uso continuo permite frente a una nueva situación tener en cuenta las acciones pasadas similares para tomar decisiones, lo que favorece a la supresión de errores. Estos son algunos de los puntos a los cuales hace PRAXIS un sistema más completo y se adecue más a las necesidades del médico.

Referencias:

1. Sistemas expertos sobre medicina. slideshare. [En línea]
<http://www.slideshare.net/mjhuber/sistema-experto-sobre-medicina-presentation>
2. Sistemas expertos. ECURED. [En línea]
http://www.ecured.cu/index.php/Sistemas_expertos
3. Castillo, E., Gutiérrez, J.M. and Hadi, A.S. (1997) Expert Systems and probabilistic Network Models. Springer Verlag, New York. Versión castellana publicada por la Academia de Ingeniería (1998)
4. Sistemas Expertos. Webelectronica. [En línea]
<http://www.webelectronica.com.ar/news27/nota06.htm>
5. Introducción a los sistemas expertos. scribd. PRAXIS. [En línea]
<http://www.scribd.com/doc/57894665/Introduccion-a-Los-Sistemas-Expertos>
6. Introducción a los sistemas expertos. BlogSpot. [En línea] http://bri-introduccinalossistemasexpertos.blogspot.com/2012_02_01_archive.html
7. CLINICAL PRACTICE GUIDELINES AND QUERIES. [En línea] http://www.infor-med.com/downloads/why_praxis_downloads/Praxis_Clinical_Practice_Guidelines.pdf.
8. How Praxis works. PRAXIS. [En línea] <http://www.infor-med.com/electronic-medical-record-system.htm>.
9. Knowledge Exchanger. PRAXIS. [En línea] http://www.infor-med.com/knowledge_exchanger.htm