

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE COMPUTACION
SISTEMAS EXPERTOS



TRABAJO DE INVESTIGACION

CATEDRATICO: ING. CRUZ ANTONIO GALDAMEZ

ALUMNOS: YASMIN GEORGINA BENITEZ VENTURA
BV960168

JOSE MIGUEL BARAHONA RAMIREZ
BR000301

CIUDADELA DON BOSCO 30 DE JUNIO DEL 2004

INDICE

Introducción	
Objetivos.....	4
Diseño de un sistema experto.....	5
Etapas de un sistema experto	5
Ejemplos	7
Elaboración de un controlador difuso para la navegación autónoma de robots móviles.....	7
Un sistema experto basado en reglas para la automatización de la elaboración de horarios para un conjunto de restricciones particulares	8
Elección del problema apropiado.....	15
Campos de aplicación.....	16
Consideraciones de ingeniería de software	18
Bibliografía.....	20

Introducción

Inteligencia Artificial (IA), es un campo de la ciencia y la tecnología que se basa en disciplinas como la informática, la biología, la psicología, etc. Cuya meta es desarrollar computadoras capaces de oír, sentir, es decir, imitar el pensamiento y el comportamiento humano.

Los sistemas expertos son una de las aplicaciones más prácticas y con mayor implementación en IA. Estos sistemas agregan una base de conocimiento a los componentes principales que se encuentran en los sistemas tradicionales o convencionales.

Para conocer un poco más acerca de este tipo de sistemas, el presente documento incluye las etapas de desarrollo de un sistema experto, así como también la selección del problema idóneo para una aplicación de este tipo. Se describen además el diseño y las consideraciones de software para esta área de la inteligencia artificial.

Se presentan ejemplos de sistemas expertos que se están desarrollando en otros países con el fin de mostrar las diversas metodologías y técnicas que se están y pueden utilizar para la construcción de los sistemas expertos.

OBJETIVO GENERAL

Dar a conocer algunos elementos en la construcción de sistemas expertos, tomando en cuenta ejemplos que ayuden una mejor comprensión de los conceptos que incluyen este tipo de sistemas informáticos.

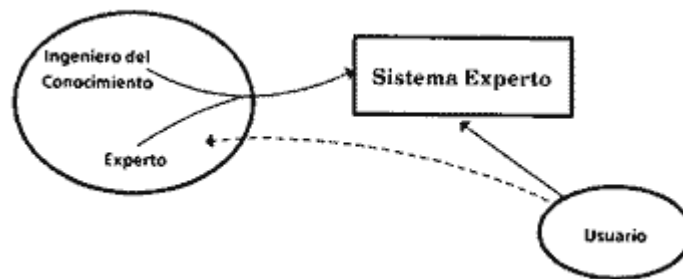
OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer las etapas de los sistemas expertos, así como su diseño.
- Ejemplificar el diseño y las etapas de estos sistemas.
- Explicar los conceptos de: diseño, ingeniería de software, elección del problema adecuado.
- Presentar las consideraciones de ingeniería de software.

En todo desarrollo de un sistema, juega un papel importante el equipo de trabajo. Para el desarrollo de un sistema experto, se consideran las siguientes clases de personas que interactúan en su creación:

1. **El experto:** La función del experto es la de poner sus conocimientos especializados a disposición del Sistema Experto.
2. **El ingeniero del conocimiento:** Es el encargado de realizar las preguntas al experto, estructura sus conocimientos y los implementa en la base de conocimientos.
3. **El usuario:** Aporta sus deseos y sus ideas, determina especialmente el escenario en el que debe aplicarse el Sistema Experto.

En la siguiente figura se puede observar la relación existente entre individuos que interviene en el desarrollo.



Definición del Problema.

Precisamente en la primera fase del proyecto es de vital importancia determinar correctamente el ámbito estrechamente delimitado de trabajo. Por lo que, el ingeniero del conocimiento y el experto trabajan muy unidos para elaborar el problema que debe ser resuelto por el sistema.

Adquisición del conocimiento.

Una vez delimitado el dominio, nuestro sistema se debe ampliar con los conocimientos del experto. El experto debe comprobar constantemente si su conocimiento ha sido transmitido de la forma más conveniente. El ingeniero del conocimiento es responsable de una implementación correcta, pero no de la exactitud del conocimiento. La responsabilidad de esta exactitud recae en el experto.

Desarrollo de prototipos.

Existen dos importantes riesgos en el desarrollo de Sistemas Expertos:

- No existen implementaciones similares que puedan servir de orientación al encargado del desarrollo en la casi totalidad de los casos.
- En muchos puntos, los requisitos necesarios están esbozados con muy poca precisión.

Un método efectivo para la disminución de los problemas anteriores, es la implementación de un prototipo de Sistema Experto que permita llevar a cabo las funciones más importantes de éste.

Para Sistemas Expertos, la implementación de prototipos es el procedimiento más adecuado, pues posibilita una rápida reacción a los deseos en constante cambio, tanto por parte de los expertos como parte del usuario.

Integración de ingeniería de sistemas.

Una vez definidas y estructuradas las bases del sistema experto se procede a la integración de la parte cognoscitiva y tradicional del sistema, incluyendo las aprobaciones del experto, usuario e ingeniero del conocimiento.

Verificación y pruebas.

Por último es necesaria la implementación del sistema elaborado. Para ello se realizan diversas clases de pruebas. Dichas pruebas ayudan al mejoramiento y a la depuración final del sistema, para obtener un producto que cubra las necesidades del usuario.

EJEMPLOS.

DISEÑOS DE SISTEMAS EXPERTOS Y SUS ETAPAS

ELABORACION DE UN CONTROLADOR DIFUSO PARA LA NAVEGACION AUTONOMA DE ROBOTS MOVILES.

DEFINICION DEL PROBLEMA

El problema a resolver consiste en lograr que un robot móvil navegue de manera autónoma dentro de un ambiente totalmente desconocido, es decir, que el robot no cuenta con ninguna información previa (mapas) sobre el terreno en el cual se moverá. Además de poderse mover y maniobrar sobre cierto espacio, el robot deberá alcanzar un objetivo desde su posición inicial, el cual consiste en llegar a un cierto punto (fijado por el usuario) que llamaremos punto meta. El robot deberá llevar esto a cabo sin sufrir colisiones con los posibles obstáculos presentes en el terreno, lo cual deberá realizar en el menor tiempo y recorriendo la menor distancia posible.

La máxima eficiencia de la navegación se obtendrá al minimizar tanto la distancia recorrida como el tiempo que tarda el robot en llegar a la meta. La seguridad del robot también es un factor importante dentro de la navegación, la cual se logra evitando cualquier obstáculo, ya sea estático o dinámico encontrado en el trayecto.

Para llevar a cabo estas tareas se ha decidido, analizando las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas utilizadas hasta ahora por diferentes investigadores, desarrollar un sistema experto difuso para controlar tanto la dirección como la velocidad del robot móvil.

Para obtener la información referente a la posición y orientación relativa al robot de los obstáculos, el robot móvil contará con siete sensores de ultrasonido localizados en su parte frontal con los cuales el robot podrá percibir su entorno. Con dichos sensores, el robot tendrá a su disposición siete valores de distancia y siete valores de dirección dentro de los cuales los obstáculos podrán ser localizados

Para llevar a cabo la navegación de manera adecuada, se generara un conjunto de reglas, tales que cubran los tres problemas principales a resolver :

1. Controlar la dirección del robot de tal forma de dirigirlo hacia el punto meta.
2. Controlar la dirección del robot de tal forma para evadir cualquier obstáculo.
3. Controlar la velocidad del robot.

Finalmente, dada la alta complejidad del problema a resolver se han impuesto varias restricciones sobre el sistema de tal forma que el modelo sea lo más sencillo posible, pero sin que por ello se pierda generalidad.

ETAPAS DEL PROYECTO

Para llevar a cabo el controlador difuso, se seguirán pasos o etapas fundamentales en la creación de sistemas expertos difusos. Las etapas son las siguientes:

- Etapa 1: Definición del problema.
- Etapa 2: Definición de las variables lingüísticas.
- Etapa 3: Def. de los conjuntos difusos.
- Etapa 4: Definición de las reglas difusas.
- Etapa 5: Construcción del sistema.
- Etapa 6: Prueba del sistema.
- Etapa 7: Ajuste del sistema.
- Etapa 8: Conclusiones y elaboración del reporte.

Actualmente el proyecto se encuentra en la etapa No. 8.

Un sistema experto basado en reglas para la automatización de la elaboración de horarios para un conjunto de restricciones particulares

RESUMEN EXPLICATIVO DEL PROYECTO. EAH (Elaborador Automático de Horarios) es un sistema experto que reproduce el conocimiento adquirido tras años de elaborar los horarios de la Escuela Superior de Informática de la Universidad Europea de Madrid (UEM). El conjunto de restricciones que impone la filosofía de la Universidad introduce complejas limitaciones diseñadas para minimizar el tiempo que pasan los estudiantes en el Campus y los conflictos entre asignaturas.

El sistema está implementado en una herramienta basada en reglas que razona hacia delante, cuya ejecución es controlada oportunísticamente por las prioridades asignadas a las reglas.

Mejora los mecanismos genéricos de elaboración de horarios por cuanto que permite la introducción de restricciones concretas que determinan la forma del horario resultante. Se establecen un conjunto de parámetros que permiten caracterizar numéricamente la calidad del horario solución. Estos parámetros representan las condiciones que debería satisfacer todo horario razonable de la ESI-UEM. El sistema se evalúa enfrentándolo a distintas colecciones de datos de entrada (asignaturas con distinto número de créditos, distintos prerrequisitos y distinta colocación de asignaturas fijas). Los resultados obtenidos cuentan con la aprobación del experto y se espera obtener en el futuro cercano una versión revisada para ser utilizada en la práctica.

La elaboración del horario de la Escuela Superior de Informática de la Universidad Europea de Madrid implica la creación de horarios semanales para las asignaturas correspondientes a las dos titulaciones de cuya docencia se responsabiliza: una titulación de cinco años de Ingeniería Superior en Informática y otra de tres de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Esto representa un problema real de un tamaño lo suficientemente grande como para poder evaluar la validez de las heurísticas obtenidas a partir de un experto humano e implementadas como reglas de un sistema experto, y al mismo tiempo lo suficientemente pequeño como para que el tiempo de cálculo sea mínimo y se puedan realizar cómodamente pruebas sobre el sistema.

El problema consiste en asignar horas para la docencia de cada una de las asignaturas dentro de un marco horario de cinco días por semana y un máximo de seis horas lectivas por día. Cada una asignatura requiere de dos a cinco horas de docencia a la semana

DEFINICION DEL PROBLEMA

El problema presenta una serie de características que son comunes a todos los sistemas de elaboración de horarios universitarios que siguen el modelo español en el que se pueden repetir asignaturas:

- ❖ Los alumnos suspenden asignaturas, lo que impide que el horario de cada curso se desarrolle de forma independiente respecto de los demás. Hay que ir creando los horarios de todos los cursos de forma simultánea, con el fin de minimizar las asignaturas que son incompatibles entre sí. Esto induce un problema que no es característico del sistema educativo anglosajóns (en el que si un alumno suspende, abandona la Universidad), y que por tanto no ha sido tratado en la bibliografía conocida
- ❖ Cada profesor está encargado de la docencia de más de una asignatura, y éstas pueden encontrarse en cursos distintos. Por tanto, cabe la posibilidad de que se produzca un conflicto debido a la imposibilidad de que un profesor esté en dos sitios a la vez El dominio elegido resulta interesante por las siguientes razones:
- ❖ La UEM tiene alumnos que provienen de un área geográfica muy amplia y alguno de sus alumnos tiene que desplazarse una gran distancia cada día. Alguno de sus estudiantes trabaja a tiempo parcial, con el fin de pagarse sus estudios. Por tanto, se debe hacer un especial esfuerzo en la planificación de

todos los cursos de forma que cada uno de ellos se imparta en un bloque tan compacto como sea posible, sin que queden huecos entre la finalización de una clase y el comienzo de la siguiente. Este es un tipo especial de problema de horarios que se suele denominar *horario compacto*

- ❖ Las asignaturas de la Ingeniería Superior se imparten en una franja horaria que va desde las 8:30 de la mañana hasta las 14:30, y las de la Ingeniería Técnica desde las 14:30 hasta las 20:30. En ambos casos las primeras y últimas horas se consideran *áreas de desbordamiento*, y sería deseable que las horas lectivas se situaran dentro de la franja formada por las cuatro horas restantes.
- ❖ Se permite que un estudiante se matricule de casi tantas asignaturas como quiera, incluso si pretende matricularse de asignaturas de distintos cursos. Sumado al hecho de que la asistencia a clase es obligatoria, esto introduce un nuevo factor de riesgo a tener en cuenta: Se trata de impedir que una asignatura solape con más de una de los cursos predecesor o siguiente para impedir que cierre más de una asignatura en la matrícula del alumno (el sistema de matriculación impide que un estudiante escoja dos asignaturas con el mismo horario)
- ❖ Las asignaturas del plan de estudios pueden estar ligadas entre sí por una serie de relaciones duales llamadas *Prerrequisitos*. Si una asignatura es prerrequisito de otra, no se puede cursar la segunda hasta haber aprobado la primera. Eso quiere decir que es imposible que un alumno esté matriculado simultáneamente de una asignatura y de su prerrequisito. En consecuencia, la forma lógica de situar estas dos asignaturas es utilizar la misma franja horaria en sus respectivos cursos, ya que así se minimiza el riesgo de conflicto que enunciábamos en el apartado anterior
- ❖ Ciertas asignaturas son competencia de otras facultades o departamentos, y sus horarios vienen impuestos por los responsables de su docencia. Estas asignaturas tienen así un horario fijo, que no puede ser modificado durante la planificación de un curso

2. TRABAJO PREVIO

Existe ya un considerable cuerpo de desarrollo en el campo de la elaboración automática de horarios (para una revisión exhaustiva, véase (Schaerf), (Burke, Elliman & Weare 1995). Durante los últimos años, este campo ha sido el origen de un importante grupo de trabajo (WATT, Working Group on Automated Timetabling) y de una conferencia periódica asociada a dicho grupo de trabajo (PATAT, Practice and Theory of Automated Timetabling) Se han aplicado muchas y diversas técnicas al problema de la elaboración automática de horarios: coloreado de grafos, programación lógica con restricciones, algoritmos genéticos y programación evolutiva. Muchos de estos métodos han producido buenos resultados y algunos se han empleado en diversas instituciones a lo largo del mundo.

Todavía queda un hueco en el campo para aquellos sistemas que capturan el conocimiento del experto que se dedica a hacer los horarios de una institución en particular (como una translación del viejo sistema del papel y el lápiz a un sistema automático). Incluso si esto no nos permite obtener la mejor de las soluciones genéricas para un problema de planificación de horarios, un sistema experto diseñado para una tarea concreta producirá unos resultados magníficos para ese problema en particular.

Anteriormente ya se ha probado la técnica de soluciones basadas en el conocimiento para problemas en los que planificación con recursos limitados (Meisels, Kuflik & Gudes 1991), diseño de planes de estudios (Khoo & Pemberton 1993), calendarios laborables (Meisels, Gudes & Solotorevsky 1995), elaboración automática de horarios escolares (Khader & Buchanan 1995), elaboración automática de horarios universitarios (Chow, Loo, Kwan & Martinsons 1991), planificación de los cursos escolares y asignación de clases (Mathaisel 1985) y asesoramiento curricular de estudiantes y planificación (Golombic, Markovich, Tsur & Schild 1986) (Kowalsky & Ealy 1991).

El presente sistema constituye una mejora sobre el trabajo de (Gervás & San Miguel 1999), en el que se planteaba una solución similar al problema de la elaboración de horarios.

Gervás et al consideraba un conjunto de requisitos equivalente, pero estructuraba la solución como una construcción incremental controlada de manera secuencial. El presente artículo describe un tratamiento alternativo del mismo problema basado en un control oportunista, además de incluir requisitos nuevos e introducir mejoras en el procedimiento de evaluación de los horarios resultantes.

3. ETAPAS DEL SISTEMA EAH

3.1. La estrategia usada por el experto

La estrategia usada por el experto se puede describir como sigue:

- ❖ En primer lugar se colocan las asignaturas cuyo horario está prefijado en sus respectivos emplazamientos. A continuación, el resto de las reglas que se emplean están orientadas a que un alumno se pueda matricular del máximo de asignaturas posibles. Teniendo en cuenta que la asistencia a clase es obligatoria, hay que intentar que aquellos alumnos que hayan suspendido una asignatura de un curso, puedan matricularse del máximo de asignaturas posibles del siguiente curso. Eso quiere decir que hay que buscar una colección de pares de asignaturas que se impartan al mismo tiempo en un curso y su sucesor.
- ❖ En primer lugar se emparejan con su prerrequisito todas aquellas asignaturas que lo tengan, ya que es imposible que un alumno se matricule simultáneamente de este par de asignaturas
- ❖ En segundo lugar, se establece una cierta relación por contenidos, ya que si un alumno ha suspendido una asignatura de un departamento dado, las asignaturas del siguiente curso con las que encontrará mayores dificultades pertenecerán al mismo departamento, (suponiendo una cierta afinidad entre los contenidos de las asignaturas adscritas a un mismo departamento)
- ❖ En el caso de que en un mismo curso haya más de un candidato a formar pareja con la asignatura del curso anterior, se debe escoger aquella cuyo número de créditos coincida. Al final de este proceso cabe la posibilidad de que una asignatura no forme parte de ningún par, ya que no todos los cursos tienen el mismo número de asignaturas. Estas asignaturas sueltas son las que se van a colocar en último lugar
- ❖ Siempre que el sistema tenga que seleccionar qué asignatura será la siguiente en colocarse, se elige una del curso que tenga ya más horas ocupadas, ya que cuanto más ocupado empiece a estar el horario de un curso, más complicado se vuelve colocar una nueva asignatura en las posiciones libres

- ❖ Una vez seleccionado el curso al que pertenece la siguiente asignatura, para escoger una entre las posibles, se seleccionan en primer lugar aquellas asignaturas que son prerequisites de otras.
En este proceso sigue siendo prioritario que los horarios no tengan huecos, y esto induce otra serie de reglas a aplicar en el sistema:
 - ❖ Las asignaturas optativas se deben colocar al final o al principio del horario, para evitar que si un alumno no está matriculado de ellas tenga un hueco libre.
 - ❖ La restricción es un poco más compleja de imponer, porque se contempla la posibilidad de que existan especialidades. En ese caso, si a segunda hora hay una optativa de la Especialidad 1, a primera sólo puede haber otra de esa misma especialidad, y lo mismo a penúltima y última horas (en caso contrario quedaría un hueco a segunda hora, o a penúltima, en el horario de los alumnos que no cursaran la Especialidad 1) Las áreas de desbordamiento se usan sólo en el caso de que sea imprescindible, ya que a nadie le gusta levantarse pronto y tampoco dar clase en la hora de la comida. Otro factor importante es equilibrar el número de horas lectivas que se imparten cada día, no puede haber seis horas de clase los lunes y dos los martes

3.2. La estructura del sistema

El sistema parte de un horario vacío y construye progresivamente una solución a partir del horario resultante en el paso previo. En cada paso coloca la asignatura con más restricciones. Para que esta estrategia funcione es importante comprobar antes de dar cada paso que no se viola ningún requisito fuerte.

Datos de entrada:

El sistema opera a partir de los siguientes datos:

- ❖ Plan de estudios de la carrera; para cada asignatura se debe especificar el nombre del profesor, el número de horas a la semana de que consta su docencia, la titulación a la que corresponde, si tiene prerequisites, el curso en el que se imparte, si es obligatoria o optativa, y, caso de ser optativa, a qué especialidad pertenece.
- ❖ Plantilla del horario (seis horas al día durante cinco días)
- ❖ Lista de profesores, incluyendo restricciones sobre su disponibilidad (horas a las que el profesor está ocupado por la razón que sea: contrato a tiempo parcial, clases en otras carreras...)
- ❖ Lista de asignaturas con horario fijo, y para cada una de ellas, las horas a las que se debe impartir

Estructura general

El sistema consta de dos módulos relativamente independientes: la base de reglas de selección que, dado un horario parcial y la lista de asignaturas por colocar, permite seleccionar qué asignatura se va a colocar la siguiente, y la base de reglas de colocación que, dado un horario parcial y una asignatura ya seleccionada, deciden en qué punto colocarla.

Flujo de control

El sistema está implementado en una herramienta basada en reglas que razona hacia delante. Como tal, no existe una estructura fija de control, sino que las reglas se van disparando automáticamente a medida que la evolución del programa va haciendo que se cumplan sus precondiciones. En caso de conflicto entre dos o más reglas para un estado concreto del sistema, cada regla tiene asignado un valor numérico que indica su prioridad en el orden de aplicación.

La selección de los valores para las prioridades de cada regla se ha hecho en función de los criterios aplicados por el experto.

3.3. Reglas que permiten elegir la asignatura que va a ser colocada

El proceso empieza por la elección del curso con el que se va a trabajar. Esta elección está implementada en una regla que se dispara por defecto cuando: no hay ninguna asignatura elegida, no hay ninguna asignación de horario fijo por procesar, y no hay ninguna asignatura

colocada con prerequisites por colocar o asignatura por colocar con prerequisites colocados. Se elige en cada caso el curso que tenga más horas ya asignadas de entre aquellos a los que todavía les faltan asignaturas por colocar. A partir de la elección de un curso concreto comienzan a operar las siguientes reglas.

Las restantes reglas del módulo de selección tienen en cuenta típicamente la siguiente información:

- ❖ los datos de una asignatura concreta
- ❖ información sobre si es fija o no
- ❖ información sobre el estado de sus prerequisites o asignaturas de las que sea prerequisites en años contiguos (no se consideran estas relaciones entre años no contiguos)
- ❖ en el caso de que se trate de una asignatura optativa de una especialidad concreta, se tiene en cuenta si ya hay colocada en ese curso alguna asignatura optativa de la misma especialidad Las prioridades están elegidas para que se coloquen las asignatura en el siguiente orden:
 - ❖ asignaturas fijas
 - ❖ asignaturas obligatorias cuyos prerequisites ya están colocados o asignaturas que son prerequisites de otras ya colocadas
 - ❖ asignaturas obligatorias cuyos prerequisites no están colocados o asignaturas que son prerequisites de otras no colocadas
 - ❖ asignaturas obligatorias que no tengan prerequisites y no sean prerequisites
 - ❖ asignaturas optativas de especialidades para las que no haya colocada todavía ese año ninguna otra optativa
 - ❖ asignaturas optativas

Esta elección de prioridades consigue que se cumplan los requisitos descritos por el experto. La decisión de conceder la prioridad máxima a las asignaturas cuya posición es fija y se conoce no requiere justificación.

Tan pronto se conoce la posición en el horario de una asignatura, se da prioridad a la colocación de todas las que está relacionadas con ella.

Se colocan primero todas las asignaturas obligatorias para asegurarse de que las optativas queden en los extremos del horario.

Se da prioridad a las asignaturas optativas de especialidades que no se hayan empezado a colocar porque cada optativa de una especialidad colocada en la primera o la última hora libre de un día bloquea ese día para la colocación de optativas de especialidades alternativas (si una vez que ya se ha colocado una asignatura de la Especialidad 1 a la hora temprana más tardía que está libre en un día concreto, se coloca otra de la misma especialidad a la hora tardía más temprana del mismo día, ya no se puede poner ninguna asignatura de ninguna otra especialidad sin dejar un hueco libre en el horario de los alumnos que no tengan la Especialidad 1). Por esa razón, las optativas de especialidades no colocadas todavía constituyen gérmenes sobre los que colocar las demás optativas de la especialidad, y es importante que se planten esos gérmenes tan pronto como sea posible en el proceso de elaboración del horario.

3.4. Reglas que permiten colocar una asignatura

El proceso de elegir posición para una asignatura es el más complicado de codificar mediante reglas. El conocimiento que aplica el experto en este caso es esencialmente intuitivo, de naturaleza en gran parte visual y de concepción del espacio. Aún así, se ha conseguido codificar gran parte de ese conocimiento recurriendo a una representación de bajo nivel de los conceptos involucrados: espacio vacío, espacio asignado a esta asignatura, espacio asignado a otras asignaturas, contigüidad horizontal, contigüidad vertical, espacio vacío que deja un hueco en el horario en un día concreto (tiene espacios llenos antes o después ese mismo día), y espacio vacío que deja un hueco en una banda horaria (tiene espacios llenos en esa banda horaria el día anterior y el día siguiente). En función de esos conceptos se han definido las reglas que codifican a los criterios aplicados por el experto. Se trata de una primera aproximación debido a la naturaleza del conocimiento a codificar, poco dado a una representación verbal.

Las reglas que colocan una asignatura parten de las características de dicha asignatura y del contenido del horario para el curso correspondiente obtenido hasta ese punto. Cada regla elige posición para una nueva hora de la asignatura que se esté colocando. La decisión se toma en función de los siguientes conceptos:

- ❖ Si existen posiciones predefinidas para colocar (posiciones en las que va fija la asignatura o posiciones en las que, en cursos contiguos, hay colocados prerrequisitos o asignaturas relacionadas)
- ❖ Si no se ha colocado antes ninguna hora de esta asignatura
- ❖ Si existen huecos en el horario que se deban rellenar
- ❖ Si hay huecos libres en el horario cerca de otras horas ya colocadas de esa asignatura
- ❖ Si hay huecos libres en el horario cerca de otras asignaturas ya colocadas
- ❖ Si el profesor está libre a esa hora
- ❖ Si la asignatura es obligatoria u optativa
- ❖ Y en el caso de las optativas, si las asignaturas inmediatamente anteriores (si se coloca en la última hora libre) o posteriores (si se coloca en la primera hora libre) corresponden a son obligatorias u optativas de la misma especialidad La asignación de prioridades a estas reglas se ha realizado para que el comportamiento del sistema sea lo más parecido posible al comportamiento del experto. Es en este punto donde el sistema es susceptible de mejoras considerables. El experto aplica en este proceso bastante conocimiento que todavía no ha conseguido formalizarse de manera

eficiente. Es de esperar que en el momento en que esto se consiga se producirán sustanciales mejoras de los resultados.

ELECCIÓN DEL PROBLEMA APROPIADO.

Los sistemas expertos abrieron la puerta a aplicaciones específicas, las cuales eran difíciles de realizar, además de eso permitieron abordar nuevos problemas. El interés en los modelos del conocimiento humano y en los artefactos inteligentes tienen una finalidad práctica: *La resolución de problemas.*

¿Qué hace el ser humano o los programas para resolver problemas?

El ser humano utiliza una serie de métodos para resolver problemas, el más sencillo de ellos es el método algorítmico. Todas las personas poseen algoritmos para resolver problemas tales como amarrar las cintas de los zapatos, multiplicar números, planear unas vacaciones, etc. Algunos de los algoritmos son sencillos otros son más complejos, sin embargo todos ellos están conformados por secuencia de acciones que deben descubrirse o aprenderse.

Estos algoritmos son bastante rutinarios. Pero los problemas realmente interesantes a menudo no poseen soluciones algorítmicas; sin embargo son necesarios resolverlos. Pero ¿Cómo?. Cuando no se conoce una solución se recurre a la exploración de prueba y error. Es decir, que puede conducir a que se hagan algunos intentos al azar para llegar a la solución. Este método es más conocido como *Generación y Prueba.*

La idea principal de generación y prueba es simple; generar soluciones factibles para el problema y se prueba la aceptabilidad. Una de las desventajas es que se pueden generar demasiadas propuestas y poco recurso para implementarlas. Para no caer en la dificultad planteada anteriormente se propone evaluar cada alternativa y buscar la más factible.

Un método que evita la proliferación de propuestas es el que proviene del conocimiento de la situación (Pruebas, reglas o hechos). Así por ejemplo DENDRAL utiliza las leyes de la química para eliminar enlaces imposibles entre los elementos.

De lo anterior, se deduce que la solución de algunos problemas van más allá de las metodologías tradicionales de programación, es decir, necesitan técnicas basadas en el conocimiento. Estas técnicas comprenden las siguientes capacidades:

- Utilización de normas u otras estructuras que contengan conocimiento y experiencia de expertos especializados.
- Deducción lógica de conclusiones.
- Interpretación de datos ambiguos.
- Manipulación de conocimientos vagos, es decir, conocimientos afectados por valores de probabilidad.

Otros puntos a considerar son los siguientes:

- Pedirle al experto de campo que hable sobre el conocimiento involucrado
- Tomar nota de los conceptos utilizados con más frecuencia
- Parametrizar los conceptos involucrados

- Establecer relaciones de causalidad entre los conceptos según sus parámetros
- Verificar la aceptabilidad de las reglas con el experto de campo

Los métodos de solución de problemas más utilizados que existen son:

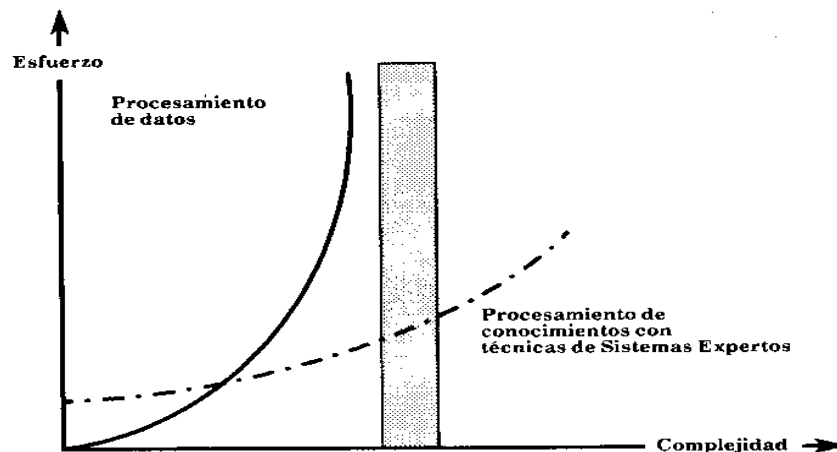
- **Encadenamiento hacia delante:** este método parte del conjunto de datos conocidos y se analizan todas las hipótesis en las que dicha información desempeña un papel.
- **Encadenamiento hacia atrás:** en este se plantean hipótesis y se intentan demostrar con información conocida.

CAMPOS DE APLICACIÓN

La aplicación de Sistemas Expertos será adecuada allí donde los expertos dispongan de conocimientos complejos en un área muy delimitada, donde no existan algoritmos ya establecidos (o donde los existentes no puedan solucionar algunos problemas).

Otro campo de aplicación es allí donde encontremos teorías que resulten prácticamente imposibles de analizar todos los casos teóricamente imaginables mediante algoritmos y en un espacio de tiempo relativamente corto y razonable.

A continuación se muestra una gráfica en la cual se puede observar la relación existente entre el esfuerzo y la complejidad en el procesamiento de datos.



En estas situaciones hace falta el conocimiento que el experto ha adquirido por experiencia, para llegar a una solución en un espacio de tiempo aceptable.

Los dos tipos de problema que se han descrito se caracterizan además por el hecho de que, aunque es posible la existencia de una o más soluciones, la vía de solución no está previamente fijada. Sin embargo, el experto encuentra a menudo una solución al problema

gracias a las informaciones que posee sobre el problema y a su experiencia. Mientras esta solución sea susceptible de repetición y el planteamiento del problema esté claro, existe un razonamiento que puede ser reproducido por un Sistema Experto.

Debido a que la estructuración e implementación del conocimiento del experto requiere una gran cantidad de trabajo, sólo valdrá la pena realizar el esfuerzo de crear un Sistema Experto cuando un conocimiento sea válido durante un largo espacio de tiempo y vaya a ser utilizado por el mayor número de personas.

Resumiendo los Sistemas Expertos ofrecen ayuda para:

- 1- Evitar fallos en labores rutinarias complejas
- 2- Ampliar de forma más rápida los conocimientos de los especialistas.
- 3- Diagnosticar los fallos con mayor rapidez y conseguir tareas de planificación más completas y consistentes.

En este sentido, el Sistema Experto supone una descarga del experto en el trabajo rutinario y, por lo tanto, la reducción de sus problemas. Cuando la labor del experto no está tan sobrecargada, se reducen las decisiones erróneas y se aceleran los procesos en la toma de decisiones.

Los Sistemas Expertos no deben considerarse como soluciones aisladas respecto a otros desarrollos de software. La aplicación del software convencional debe realizarse allí donde tenga sentido hacerlo.

Otro punto que afecta al sistema es el hardware disponible. En una situación en la que un sistema sea necesario en muchos puntos distintos, el Sistema Experto deberá poder funcionar, a ser posible, en el hardware allí disponible. En la actualidad hay aparatos de Inteligencia Artificial muy avanzados, pero que por cuestiones de costo (como siempre) no pueden ser aplicados en todos los puestos de trabajo de los usuarios.

Aplicación de sistemas basados en el conocimiento según sectores:

Sector / Aplicación	Banca Seguros	Industria	Comercio Servicios	Encargos Estatales
Control de procesos, supervisión	<ul style="list-style-type: none"> ● Observación de tendencias 	<ul style="list-style-type: none"> ● Control de procesos ● Gobierno de procesos ● Aviso de estados de excepción 	<ul style="list-style-type: none"> ● Observación de tendencias 	<ul style="list-style-type: none"> ● Control de centrales nucleares o de grandes redes (agua, gas)
Diseño		<ul style="list-style-type: none"> ● Configuración ● Instalaciones fabriles ● Diseño de productos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Requisitos de Productos 	<ul style="list-style-type: none"> ● de redes de distribución (Correos, energía)
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> ● Concesión de créditos ● Comprobación de hipotecas ● Análisis de siniestros 	<ul style="list-style-type: none"> ● Motivo de fallo ● Mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ● Concesión de créditos ● Cálculo de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Diagnóstico médico (Hospitales) ● Diagnóstico Técnico ● (Economía energética)
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> ● Análisis de riesgos ● Gestión de valores ● Planificación de inversiones 	<ul style="list-style-type: none"> ● Funciones lógicas de proyectos ● Proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Análisis de riesgos ● Análisis de mercado 	<ul style="list-style-type: none"> ● Planificación de inversiones ● Planificación de emergencias ● Planificación de la distribución
Asesoramiento	<ul style="list-style-type: none"> ● Asesoramiento de clientes 	<ul style="list-style-type: none"> ● Asesoramiento de clientes 	<ul style="list-style-type: none"> ● Aseoramiento de clientes ● Servicios especiales 	<ul style="list-style-type: none"> ● Asesoramiento de clientes
Formación	<ul style="list-style-type: none"> ● Formación de colaboradores ● Formación del servicio exterior 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formación de colaboradores 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formación de colaboradores ● Formación del servicio exterior 	<ul style="list-style-type: none"> ● Formación interna en cuestiones jurídicas

CONSIDERACIONES DE INGENIERÍA DE SOFTWARE.

Al igual que los sistemas convencionales los sistemas expertos se crean, utilizan, modifican y reutilizan y con el tiempo se descartan casi de la misma manera que cualquier otro sistema. A pesar de poseer ciertas similitudes los S.E. marcan enormes diferencias en todo el ciclo de vida del desarrollo de sistemas.

La ingeniería de software es aplicable al desarrollo de los sistemas expertos pero además se necesitan otras técnicas, por la razón que estos sistemas están integrados tanto por paquetes convencionales como por componentes exclusivos.

La creación equivale simplemente a desarrollar un paquete de programas; por consiguiente el sistema queda sujeto a las mismas normas, métodos y técnicas de ingeniería que cualquier otro grupo de programas. Parece trivial pero es necesario plantearlo porque los nuevos sistemas expertos deberán incluir todas estas reglas, tales como, presentación cómoda al usuario, diseño adecuado, etc.

Para desarrollar el software es necesario la búsqueda de los recursos adecuados para implementarlo. Dichos recursos son mano de obra, maquinaria y tiempo.

Pero ¿Qué es Ingeniería de software?.

Es el conjunto de métodos, técnicas y herramientas que controlan el proceso integral del desarrollo de software y suministra las bases para construir software de calidad de forma eficiente en los plazos adecuados.

La Ingeniería de software abarca cuatro elementos clave:

1. **Métodos o técnicas:** Indican cómo construir técnicamente el software, y abarca una serie de tareas que incluyen la planificación y estimación de proyectos, el análisis de requisitos, el diseño de estructuras de datos, programas y procedimientos, la codificación, las pruebas y el mantenimiento. Los métodos introducen frecuentemente una notación específica para la tarea en cuestión y una serie de criterios de calidad.

2. **Herramientas:** Son instrumentos o sistemas automatizados para realizar algo de la mejor manera posible. Esta manera óptima puede significar que la herramienta produce resultados más exactos, más eficientes, más productivos, o que refuerza la calidad del producto resultante. Proporcionan un soporte automático o semiautomático para todas las fases del desarrollo y sistemas que integran las herramientas de cada fase de manera que sirven para todo el proceso. Estas herramientas se denominan CASE (Computer Aided Software Engineering).

3. **Procedimientos:** Son la combinación de las técnicas y las herramientas que en forma conjunta dan un resultado particular. Los procedimientos indicarán qué herramientas deberán utilizarse cuando se aplican determinadas técnicas. Definen la secuencia en que se aplican los métodos, los documentos que se requieren, los controles que aseguran la calidad y las directrices que permiten a los gestores evaluar los progresos.

4. **Paradigmas:** Representan un enfoque particular o filosofía para la construcción del software. No es mejor uno que otro sino que cada uno tiene ventajas y desventajas. También hay situaciones donde un paradigma resulta más apropiado que otro. Los más comunes son el desarrollo en cascada, el desarrollo en espiral, el desarrollo por prototipos, el desarrollo incremental, etc. También existen modelos híbridos, los cuales combinan elementos de diferentes modelos según las necesidades existentes.

Todos los elementos antes mencionados de la ingeniería de software son aplicados en el desarrollo de los sistemas expertos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Dieter Nebendahl, Sistemas Expertos introducción a la técnica y a la aplicación, Boixareu editores.
- Meter S. Sell, Sistemas Expertos para Principiantes, Noriega Editores.
- Gervas Caepia 1999.
- www.ingenieroseninformatica.com