INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA AL DESARROLLO DE UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA UN SEMÁFORO INTELIGENTE EN BARRANQUILLA

ALVARO ESCOBAR CASTRO
GONZALO FERRER VELEZ
ALDEMAR MUÑOZ ROMERO
GEOVANNY VILLA TORRES

Presentado al Ing. ROBERTO OSIO

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
XI SEMESTRE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BARRANQUILLA
2007

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
HEMEROTECA
BARRANQUILLA

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
HEMEROTECA
BARRANQUILLA

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	5
2. OBJETIVOS	6
2.1 OBJETIVO GENERAL	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	7
4. MARCO REFERENCIAL	9
4.1 MARCO TEÓRICO	9
4.2 MARCO CONCEPTUAL	31
5. METODOLOGÍA	37
5.1 TIPO DE ESTUDIO	37
5.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	37
5.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	37
6. RECURSOS	39
6.1 RECURSOS HUMANOS	39
6.2 RECURSOS FINANCIEROS	40
6.3 RECURSOS DEL ENTORNO	41
6.3.1 RECURSO DE HARDWARE	41
6.3.2 RECURSO DE SOFTWARE	42
7. CRONOGRAMA	43
8. INGENIERÍA DE REQUISITOS	44
8.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	45

9. ANALISIS DEL SISTEMA 48
9.1 ARBOL DE CONOCIMIENTO 49
10. REGLAS DE PRODUCCIÓN 55
11. DISEÑO DEL SISTEMA 58
11.1 ARBOL DE DECISIONES 58
11.2 MAPA DE NAVEGACIÓN 59
11.3 DISEÑO DE INTERFACES 60
BIBLIOGRAFÍA 63
ANEXOS 64

INTRODUCCIÓN

El proyecto que a continuación se describe, plantea una alternativa a través de un proceso de simulación, en la toma de decisiones para la solución al problema del tráfico vehicular existente hoy en día en las grandes ciudades. Su propósito es representar situaciones reales, para ser visualizadas de manera virtual a través de la simulación basada en la Inteligencia Artificial, internamente el modelo contara con un módulo que obtendrá los tiempos óptimos para la luz verde y roja del semáforo en una determinada vía. Con el fin de que el proyecto sea confiable y que los estándares de control de tránsito sean respetados, todo su desarrollo está sustentado en los conocimientos adquiridos, a través de las visitas que serán realizadas a la Oficina de Control de Tránsito.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A través de la historia desde el momento en que el hombre invento la rueda, pudo darse cuenta que ésta le ayudaría a mejorar sus condiciones de vida, usándola como una herramienta de trabajo que podía ser utilizada en múltiples situaciones de su cotidianeidad. Una de éstas fue la utilización como medio de transporte, ya que le ayudaría a cortar distancias. Fue entonces cuando empezó a trabajar su ingenio en la creación de artefactos mecánicos que le ayudarían a desarrollar y aplicar técnicas en la construcción de medios de transporte. Sin pensar que esto llegaría a ser un problema, debido al alto crecimiento industrial que permitió crear automóviles en forma masiva, el hombre empezó su producción desmedida dada la gran demanda debido al alto crecimiento de las ciudades.

Hoy en día uno de los mayores problemas que se presentan en las grandes ciudades está dado por el alto índice de vehículos, es por ello que se crearon entidades reguladoras de transporte encargadas de dictaminar normas, controles y señales con símbolos bajo estándares universales, que hacen alusión a las restricciones y permisos para el funcionamiento ordenado del tráfico, dichas entidades utilizaban agentes de transito para hacer cumplir tales normas. Con el desarrollo tecnológico y la necesidad de utilizar herramientas eficaces que ayuden a los agentes en su labor, se creó un mecanismo que iba ser controlado manualmente. Estos dispositivos llamados semáforos, originalmente, fueron instalados en Londres en 1868 y sólo constituían una extensión mecánica del brazo del agente de tránsito. El primer semáforo eléctrico instalado en los Estados Unidos tuvo lugar en 1914

en Cleveland, y en 1917 en Salt Lake City se introduce la interconexión de semáforos. A medida que pasa el tiempo, el congestionamiento y los accidentes aumentan, y para su disminución el uso de semáforos ha sido pieza fundamental, y de esta forma alcanzando un notable desarrollo tecnológico.

En ciudades como Bogotá y Medellín, donde transita un número elevado de carros, ha sido necesario implementar normas alternativas, como por ejemplo, restringir la utilización de vehículos de acuerdo al número de placa para disminuir la cantidad de automotores que transitan en las horas de mayor concurrencia vehicular. En la ciudad de Barranquilla tal situación debe ser tenida en cuenta por la entidad de transito y transporte, que le permita tomar medidas que prevengan el llegar a ese estado. Actualmente en la ciudad, los semáforos funcionan con un mecanismo temporizador que está programado con base a estudios hechos por Constriseñales S.A. en las intersecciones donde funcionará éste, la empresa encargada de realizar la instalación, tiene la facultad de modificar los tiempos entre cambios de luces si el mayor flujo de vehículos se decrementa en el carril que no tenga tanta preferencia, esta labor debe ser realizada de manera presencial y manual, lo cual no permite una funcionabilidad eficaz de los semáforos, ya que esto va a depender del tiempo que se demoren en autorizar y hacer efectivo el cambio, de tal forma, no se proporciona una corrección rápida y oportuna al problema. Este funcionamiento provoca el congestionamiento que se presenta en determinadas horas y calles de la ciudad, como por ejemplo, la calle 30 entre las carreras 38 y 46, calle 38 con carrera 44 entre otras. Todo esto debido a la imprudencia provocada por el afán de los conductores, al notar la demora del cambio de luz, irrespetando la orden del semáforo[1].

[1]En entrevista verbal y personal con agentes de transito en la cra 46 con calle 30.

Tal situación tendrá como consecuencia un incremento en los accidentes de tránsito ocasionado por la ligereza de algunos conductores que, trabajan bajo presión al ver que el tiempo de algunos semáforos no es consecuente con la cantidad de autos que puedan existir en los carriles. El no cumplimiento de las normas y restricciones es otro problema que puede darse a raíz de la forma en que funciona la red de semáforos en la ciudad, además del uso no adecuado de los recursos con que cuenta en la ciudad.

Con el objetivo de brindar un mejor enfoque a las entidades de transito, el software de simulación basado en Inteligencia Artificial, será una alternativa innovadora que permitirá medir el comportamiento de las variables que intervienen en las situaciones cotidianas de las grandes ciudades. Esto será un aporte en la toma de decisiones acerca, de si es posible la implementación de la tecnología de semáforos inteligentes en Barranquilla ó cualquier ciudad que lo requiera.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se podría minimizar el riesgo de inversión y brindar un apoyo en la toma de decisiones, a las entidades que requieran mejorar infraestructuras con un alto nivel de inversión y complejidad?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ✓ ¿Cuál es la funcionalidad actual del sistema de semaforización en la ciudad de Barranquilla?

- ✓ ¿Cuáles son las debilidades y fortalezas del sistema de semaforización?

- ✓ ¿De que forma se podría visualizar el comportamiento del flujo vehicular, acorde a las diferentes situaciones que se presentan de forma real?

- ✓ ¿Qué motiva a las grandes empresas y entidades gubernamentales, a cambiar modelos de infraestructuras ya implantados?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y desarrollar un software de simulación, que permita visualizar de manera virtual el comportamiento de las situaciones reales, que hagan parte del modelo del proceso que se quiera implantar ó mejorar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Conocer la funcionalidad del sistema actual de semaforización en Barranquilla.
- ✓ Identificar las debilidades y fortalezas del sistema de semaforización.
- ✓ Diseñar mecanismos que permitan generar de forma aleatoria el comportamiento del flujo vehicular de situaciones reales.
- ✓ Mostrar las ventajas que se obtendrían con el nuevo sistema, para mejorar situaciones ya establecidas.

3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Las situaciones cotidianas en las que se ven involucradas las personas desde sus edades más tempranas, implican de una u otra forma, la constante solución de problemas, la satisfacción de necesidades y el aprovechamiento de oportunidades. Si se tiene en cuenta que en la actualidad todos los ambientes, contextos y escenarios están mediados por instrumentos tecnológicos; los problemas que se presentan cotidianamente están vinculados a eventos de naturaleza tecnológica, éstos convergen en la vida de las personas en dos situaciones concretas y determinadas: La presencia constante de problemas, necesidades y oportunidades, y la presencia e influencia de la tecnología en todos los ambientes, contextos y escenarios.

El desarrollo de nuevas tecnologías tanto en la parte de software y hardware han permitido crear mecanismos que permiten representar situaciones reales. La simulación no ha sido ajena a tales cambios, es por ello que la actualidad se utiliza en el desarrollo de sistemas computacionales que son utilizados como soportes y ayudas para grandes empresas, ya que a través de éstas se realizan pruebas y análisis antes de realizar cambios estructurales de alto nivel.

El proyecto de simulación que se va a desarrollar, será un mecanismo fundamental en la implantación ó mejoras de proyectos en la red de semáforos, esto conduce a la utilización de la I.A, ciencia que permite utilizar un conocimiento que será decisivo en la definición de los tiempos óptimos para los semáforos, y de esta forma interactuar con el modulo principal aportando una base de conocimiento que servirá de apoyo en el sistema en conjunto.

A través de este sistema se podrá agilizar la emisión de juicios y realizar cambios de una manera más objetiva y confiable, evitando inversiones de tiempo, dinero e Infraestructura que no se ajusten a las necesidades actuales de las ciudades.

El principal interés al desarrollar este proyecto, es aportar en la solución de un problema real que afecta a la mayoría de los habitantes de las grandes ciudades. Esto da la oportunidad de plantear soluciones reales y profundizar en el proyecto más allá de un simple prototipo, con posibilidades de una futura implantación en las principales arterias de las principales ciudades. Igualmente los estudiantes tendremos la oportunidad de aplicar los conocimientos vistos de nuestra carrera la cual nos preparará para un buen desempeño en nuestro futuro laboral.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 MARCO TEORICO

EL FUTURO DE LA I.A

Un robot de charla o chatterbot es un programa de inteligencia artificial que pretende simular una conversación escrita, con la intención de hacerle creer a un humano que está hablando con otra persona.

Estos programas informáticos prometen ser el futuro de la inteligencia artificial. En el futuro podremos ver como a estos actuales robots se les unirán las tecnologías del reconocimiento de voz y el de video.

El cerebro humano tiene 100.000 millones de neuronas. Un programa de ordenador puede simular unas 10.000 neuronas.
Si a la capacidad de proceso de un ordenador la sumamos la de otros 9.999.999 ordenadores, tenemos la capacidad de proceso de 10.000.000 ordenadores.

Multiplicamos 10.000.000 ordenadores por 10.000 neuronas cada uno y da 100.000 millones de neuronas simuladas. Un cerebro humano será simulado en el futuro gracias a Internet y cualquiera puede programarlo.

Una vez que la inteligencia artificial tenga una inteligencia igual o superior a la del hombre, obligatoriamente surgirá un cambio político y social, en el que la IA tiene todas las de ganar si se da cuenta que no necesita a los humanos

para colonizar el universo. Suena a ciencia ficción pero actualmente orbitando están los satélites de comunicaciones con sus procesadores 486.

En el futuro, la inteligencia artificial autoreplicante podría fácilmente hacerse con todas las colonias humanas fuera de la tierra, y la raza humana nunca podrá luchar en el espacio vació en igualdad de condiciones.

El futuro de una inteligencia superior puede ser la investigación de tecnologías como la teletransportacion, los viajes estelares y cualquier otra tecnología para aumentar "artificialmente" la inteligencia.

[2]**La inteligencia artificial (IA)**, término que, en su sentido más amplio, indica la capacidad de un artefacto de realizar los mismos tipos de funciones que caracterizan al pensamiento humano. La posibilidad de desarrollar un artefacto así ha despertado la curiosidad del ser humano desde la antigüedad; sin embargo, no fue hasta la segunda mitad del siglo XX, cuando esa posibilidad se materializo en herramientas tangibles.

El termino **IA** fue acuñado en 1556 por John McCarthy, del Instituto de tecnología de Massachussets. En ese año se celebro la conferencia de Dartmouth, en Hanover (Estados Unidos), y en ella, McCarthy, Marvin Minsky, Natthaniel Rochester y Claude E. Shannon establecieron las bases de la inteligencia artificial dentro de un campo independiente dentro de la informática. Previamente, en 1950, Alan M. Turing había publicado un articulo en la revista Mind, titulado "Computing Machinery and Intelligence"

[2]Tomado de Internet
http://www.dcc.uchile.cl/~abassi/Cursos/IA/Apuntes/c1.html

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR HEMEROTECA BARRANQUILLA

(Ordenador e inteligencia), en el que reflexionaba sobre el concepto de inteligencia artificial y establecería lo que luego se conocería como el test de Turing, una puerta que permite determinar si un ordenador o computadora se comporta conforme a lo que se entiende como artificialmente inteligente o no.

Con el avance de la ciencia moderna la búsqueda de la IA ha tomado dos caminos fundamentales: la investigación psicológica y fisiológica de la naturaleza del pensamiento humano, y el desarrollo tecnológico de sistemas informáticos más complejos.

En este sentido, el termino **IA** se ha aplicado a sistemas y programas informáticos capaces de realizar tareas complejas, simulando el funcionamiento del pensamiento humano, aunque todavía muy lejos de éste. En esta esfera los campos de investigación son el pensamiento de la información, el reconocimientos de modelos, los juegos y las áreas aplicadas, como el diagnostico medico. Un ejemplo de los logros alcanzados fue la partida de ajedrez que el superordenador de IBM denominado Deep Blue ganó, en Mayo de 1997, al campeón del mundo Gari Kaspárov.

En una primera aproximación, se puede definir la inteligencia artificial como la rama de la computación que estudia la automatización del comportamiento inteligente. La investigación en este campo ha llevado al desarrollo de herramientas computacionales específicas, entre las cuales se cuentan una gran diversidad de formalismos de representación de conocimientos y de algoritmos que los aplican, además de los lenguajes, estructuras de datos y técnicas de programación utilizados para su implementación. Sin embargo, la definición anterior no es completamente satisfactoria porque hace referencia

a la noción de inteligencia, en sí muy difícil de precisar. A pesar de que a la mayoría de las personas les parece obvio distinguir cuándo un comportamiento es inteligente, la intuición que avala este juicio resulta imposible de describir con el suficiente grado de detalle para ser utilizada como criterio formal de evaluación de la supuesta inteligencia de un programa computacional.

Se necesitan por lo tanto criterios más elaborados para delimitar los problemas que caen dentro de la esfera de la inteligencia artificial y validar los resultados de los programas construidos para resolverlos.

Existen dos orientaciones básicas para responder esta interrogante:

- ✓ Como herramienta científica:

  El objetivo es simular en el computador modelos del comportamiento de sistemas inteligentes naturales (en particular humanos) para verificar empíricamente su validez. Esta simulación es indispensable porque los sistemas estudiados son generalmente demasiado complejos para obtener predicciones analíticas precisas de su funcionamiento. Las áreas que más pueden beneficiarse con esta herramienta son la psicología cognitiva y la neurobiología. Esto no significa que los aspectos computacionales sean segundarios, ya que todo comportamiento inteligente implica un procesamiento de información que es legítimo estudiar desde un punto de vista puramente computacional. Además, los mecanismos naturales investigados pueden enriquecer el arsenal de métodos de la computación (como en el caso de las redes neuronales).

- ✓ Como herramienta tecnológica:

  El objetivo es resolver en el computador problemas "difíciles", que se sabe están al alcance de sistemas inteligentes naturales pero para los cuales no existe una descripción algorítmica satisfactoria. Los problemas incluidos dentro de esta categoría se caracterizan en general por la dificultad de disponer de toda la información necesaria para resolverlos sin ambigüedad. Ya sea hay demasiada información que considerar (ej.: ajedrez), ya sea ésta es incompleta o inconsistente (ej.: lenguaje verbal), ya sea está muy poco estructurada (ej.: análisis de imágenes). En estos casos es interesante reproducir las capacidades de procesamiento observadas en los sistemas naturales, aunque no necesariamente modelando sus mecanismos internos.

Algunas áreas de la investigación actual del procesamiento de la información están centradas en programas que permiten a un ordenador o computadora comprender la información escrita o hablada, y generar resúmenes, responder a preguntas específicas o distribuir datos a los usuarios interesados en determinados sectores de esta información. En esos programas es esencial la capacidad del sistema de generar frases gramaticalmente correctas y establecer vínculos de palabras e ideas. La investigación a descostrado que mientras que la lógica de la estructura del lenguaje, su sintaxis, esta relacionada con la programación, el problema del significado o semántica, es mucho mas profundo, y va en la dirección de la autentica inteligencia artificial.

Actualmente existen dos tendencias en cuanto al desarrollo de sistemas de **IA**: los sistemas expertos y redes neuronales. Los sistemas expertos intentan reproducir el razonamiento humano de forma simbólica. Las redes neuronales lo hacen desde una perspectiva más biológica. A pesar de la complejidad de ambos sistemas los resultados dicen mucho de un autentico pensamiento inteligente.

Visión artificial

[3]La Visión artificial, también conocida como Visión por Computador (del inglés Computer Vision) o Visión técnica, es un subcampo de la inteligencia artificial. El propósito de la visión artificial es programar un computador para que "entienda" una escena o las características de una imagen.

Los objetivos típicos de la visión artificial incluyen:

- ✓ La detección, segmentación, localización y reconocimiento de ciertos objetos en imágenes (por ejemplo, caras humanas).
- ✓ La evaluación de los resultados (ej.: segmentación, registro).
- ✓ Registro de diferentes imágenes de una misma escena u objeto, i.e., hacer concordar un mismo objeto en diversas imágenes.
- ✓ Seguimiento de un objeto en una secuencia de imágenes.

[3] Tomado d Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Visi%C3%B3n_artificial

- ✓ Mapeo de una escena para generar un modelo tridimensional de la escena; tal modelo podría ser usado por un robot para navegar por la escena.

- ✓ Estimación de las posturas tridimensionales de humanos.

- ✓ Búsqueda de imágenes digitales por su contenido.

Estos objetivos se consiguen por medio de reconocimiento de patrones, aprendizaje estadístico, geometría de proyección, procesado de imágenes, teoría de grafos y otros campos. La visión artificial cognitiva está muy relacionada con la psicología cognitiva y la computación biológica.

Lógica difusa

[4]En la lógica clásica una proposición sólo admite dos valores: puede ser verdadera o falsa. Por eso se dice que la lógica usual es binaria. Pero existen otras lógicas que admiten además un tercer valor posible (lógica trivaluada).

La lógica multivaluada incluye sistemas lógicos que admiten varios valores de verdad posibles. La lógica difusa (borrosa o, en inglés fuzzy logic) es una de ellas, que se caracteriza por querer cuantificar esta incertidumbre: Si P es una proposición, se le puede asociar un número v(P) en el intervalo [0,1] tal que:

---

[4] Tomado de Internet http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_difusa

si v(P) = 0, P es falso

si v(P) = 1, P es verdadero

La veracidad de P aumenta con v(P).

Salta a la vista la semejanza con la teoría de la probabilidad.

Esta simple idea nació en un artículo de Lofti A. Zadeh publicado en 1965 y titulado "Fuzzy Sets" (Conjuntos Difusos). La lógica difusa permite representar de forma matemática conceptos o conjuntos imprecisos, tales como frío, calor, alto, bajo, mucho, poco.

Así, por ejemplo, una persona que mida 2 metros es claramente una persona alta (es alta con grado 1) y una persona que mida 1 metro no es una persona alta en absoluto (es alta con grado 0). De forma intermedia podemos decir que una persona que mida 1.82 es alta con grado 0.75 indicando que es "bastante alta". De este ejemplo puede extraerse fácilmente que la lógica y la teoría de conjuntos son isomorfismos matemáticos.

En la teoría de conjuntos difusos se definen también las operaciones de unión, intersección, diferencia, negación o complemento... y otras operaciones sobre conjuntos.

La lógica difusa se utiliza cuando la complejidad del proceso en cuestión es muy alta y no existen modelos matemáticos precisos, para procesos altamente no lineales y cuando se envuelven definiciones y conocimiento no estrictamente definido (impreciso o subjetivo).

Esta técnica se ha empleado con bastante éxito en la industria, principalmente en Japón. A continuación se citan algunos ejemplos de su aplicación:

- ✓ Sistemas de control de acondicionadores de aire.
- ✓ Sistemas de foco automático en cámaras fotográficas.
- ✓ Optimización de sistemas de control industriales.
- ✓ Sistemas de reconocimiento de escritura.
- ✓ Mejora en la eficiencia del uso de combustible en motores.
- ✓ Sistemas expertos del conocimiento (simular el comportamiento de un experto humano).
- ✓ Bases de datos difusas: Almacenar y consultar información imprecisa.

En Inteligencia artificial, la lógica difusa, o lógica borrosa se utiliza para la resolución de una variedad de problemas, principalmente los relacionados con control de procesos industriales complejos y sistemas de decisión en general. Los sistemas basados en lógica difusa imitan la forma en que toman decisiones los humanos, con la ventaja de ser mucho más rápidos. Estos sistemas son generalmente robustos y tolerantes a imprecisiones y ruidos en los datos de entrada.

Consiste en la aplicación de la lógica difusa con la intención de imitar el razonamiento humano en la programación de computadoras. Con la lógica convencional, las computadoras pueden manipular valores estrictamente duales, como verdadero/falso, sí/no o ligado/desligado. En la lógica difusa, se usan modelos matemáticos para mapear nociones subjetivas, como caliente/tibio/frío, para valores concretos que puedan ser manipuladas por los ordenadores.

Lenguaje natural

[5]Se utiliza el término lenguaje natural para referirse principalmente al lenguaje humano. El término se utiliza en contraposición a los lenguajes formales, lenguajes artificiales como el esperanto que han sido creados por el hombre con un fin explícito, como por ejemplo los lenguajes de programación, el lenguaje matemático o lógico.

La lengua natural evoluciona enmarcada por una cultura de hablantes nativos que utilizan dicha lengua con una finalidad comunicativa. De esta forma, se distingue entre lenguas tales como el chino mandarín, el español y el inglés, las cuales son lenguas naturales; y el esperanto o interlengua, a las cuales se les denomina lenguas planificadas.

Al contrario que el lenguaje formal, para el que el significado de una cadena o frase sólo esta influido por su aspecto o "forma", en los lenguajes naturales la semántica o significado específico y contextual de sus componentes intervienen en la validez o no de la frase, añadiendo complejidad a su estudio.

La lingüística es la rama del saber que se encarga de al estudio del lenguaje entendido como el conjunto de reglas que gobierna cualquier proceso de comunicación.

---

[5] Tomado de Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_natural

Admitiendo la existencia de reglas de comunicación, podremos definir extensivamente un determinado lenguaje natural como el conjunto de frases que se pueden emitir y utilizar.

A finales de la década de los 50, Noam Chomsky propuso incorporar los lenguajes naturales al tipo de lenguajes susceptibles de ser estudiados por los sistemas formales por medio de gramáticas generativas, que darán lugar a las cadenas o frases válidas en un lenguaje dado.

Sistemas Expertos

[6]Los sistemas expertos son aquellos programas que se realizan haciendo explicito el conocimiento en ellos, que tienen información específica de un dominio concreto y que realizan una tarea relativa a este dominio.

Los sistemas expertos trabajan con inteligencia artificial simbólica, es decir, a nivel de símbolos; como pueden ser ideas, imágenes, conceptos, etc. aunque debido a su naturaleza algorítmica se usen internamente instrucciones computables y estructuras de datos como los MOPS de Schank.

El éxito de un sistema experto radica fundamentalmente en el conocimiento sobre el dominio que trata y su capacidad de aprendizaje. El conocimiento sobre el dominio proporciona al sistema experto mayor información sobre el problema a tratar y su entorno, de forma que pueda generar y adaptar soluciones de forma más precisa, al tener un conocimiento más profundo

---

[6] Tomado de Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_Expertos

sobre el tema, de forma similar a un experto especializado. El aprendizaje, inductivo o deductivo según corresponda, proporcionará al sistema experto mayor autonomía a la hora de abordar problemas totalmente desconocidos; pudiendo generar nuevo conocimiento partiendo del extraído inicialmente del experto o expertos humanos.

Son llamados expertos por que emulan el comportamiento de un experto en un dominio concreto y en ocasiones son usados por ellos.

Con los sistemas expertos se busca una mejor calidad y rapidez en las respuestas dando así lugar a una mejora de la productividad del experto.

Estructura básica de un SE

Un Sistema Experto consta de los siguientes elementos:

Base de conocimientos (BC): Contiene conocimiento modelado extraído del diálogo con el experto.

Mecanismo de aplicación del conocimiento (MAC): Es el encargado de realizar las inferencias. Depende del tipo de representación del conocimiento.

Base de afirmaciones (BA): En ella el MAC almacena sus conclusiones transitorias.

Interfaz de usuario: De ella depende la aceptación del sistema por parte del usuario.

Base de datos: Base de datos tradicional. La diferencia con la BC es que aquí se guardan datos y en la BC se almacena conocimiento. Por ejemplo, en un sistema experto sobre medicina la BD contendría las fichas de los pacientes mientras que la BC contendría el conocimiento de un médico.

Módulo de explicación (ME): Debe mostrar al usuario la secuencia de inferencias llevadas a cabo por el MAC.

Módulo de aprendizaje y modulo de adquisición de conocimiento: Como su nombre indica, sirve para que el propio sistema aprenda.

Tipos de SE

Principalmente existen tres tipos de sistemas expertos:

Basados en reglas.

Basados en casos o CBR (Case Based Reasoning).

Basados en redes bayesianas.

En cada uno de ellos, la solución a un problema planteado se obtiene:

- Aplicando reglas heurísticas apoyadas generalmente en lógica difusa para su evaluación y aplicación.

- Aplicando el razonamiento basado en casos, donde la solución a un problema similar planteado con anterioridad se adapta al nuevo problema.

- Aplicando redes bayesianas, basadas en estadística y el teorema de Bayes.

Ventajas

Permanencia: A diferencia de un experto humano un SE (sistema experto) no envejece, y por tanto no sufre pérdida de facultades con el paso del tiempo.

Duplicación: Una vez programado un SE lo podemos duplicar infinidad de veces.
Rapidez: Un SE puede obtener información de una base de datos y realizar cálculos numéricos mucho más rápido que cualquier ser humano.
Bajo coste: A pesar de que el coste inicial pueda ser elevado, gracias a la capacidad de duplicación el coste finalmente es bajo.
Entornos peligrosos: Un SE puede trabajar en entornos peligrosos o dañinos para el ser humano.
Fiabilidad: Los SE no se ven afectados por condiciones externas, un humano sí (cansancio, presión, etc.).

Limitaciones

Sentido común: Para un SE no hay nada obvio. Por ejemplo, un sistema experto sobre medicina podría admitir que un hombre lleva 40 meses de embarazado a no ser que se especifique que esto no es posible.
Lenguaje natural: Con un experto humano podemos mantener una conversación informal mientras que con un SE no podemos.
Capacidad de aprendizaje: Cualquier persona aprende con relativa facilidad de sus errores y de errores ajenos, que un SE haga esto es muy complicado.
Perspectiva global: Un experto humano es capaz de distinguir cuales son las cuestiones relevantes de un problema y separarlas de cuestiones secundarias.
Capacidad sensorial: Un SE carece de sentidos.
Flexibilidad: Un humano es sumamente flexible a la hora de aceptar datos para la resolución de un problema.
Conocimiento no estructurado: Un SE no es capaz de manejar conocimiento poco estructurado.

Algoritmos genéticos

[7]En los años setenta, de la mano de John Holland surgió una de las líneas más prometedoras de la inteligencia artificial, la de los algoritmos genéticos. Son llamados así porque se inspiran en la evolución biológica y su base genético-molecular.

Estos algoritmos hacen evolucionar una población de individuos sometiéndola a acciones aleatorias semejantes a las que actúan en la evolución biológica (mutaciones y recombinación genética), así como también a una selección de acuerdo con algún criterio, en función del cual se decide cuáles son los individuos más adaptados, que sobreviven, y cuáles los menos aptos, que son descartados.

Los algoritmos genéticos forman parte de una familia denominada algoritmos evolutivos, que incluye las Estrategias de evolución, la Programación evolutiva y la Programación genética. Dentro de esta última se han logrado avances curiosos:

En 1999, por primera vez en la historia, se concedió una patente a un invento no realizado directamente por un ser humano: se trata de una antena de forma extraña, pero que funciona perfectamente en las condiciones a las que estaba destinada.

No hay, sin embargo, nada injusto en el hecho de que el autor del algoritmo genético del que salió la forma de la antena se haya atribuido la autoría de la

[7] Tomado de Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmos_gen%C3%A9ticos

patente, pues él escribió el programa e ideó el criterio de selección que condujo al diseño patentado.

Redes Semántica

[8]Una red semántica (también llamada Esquemas de Representación en Red) está compuesta por nodos donde cada nodo representa un dato, los cuales se relacionan entre sí por medio de enlaces (representados por flechas en el diagrama). Los nodos representan objetos o conceptos del dominio de los problemas y los arcos (flechas) sus relaciones o asociaciones.

Ej: Pájaro -> Animal (donde el arco significa "es un")

Estas redes pueden ser visualizadas como grafos, aunque algunas veces pueden ser también árboles.

Sistema multi-agente

[9]El dominio del sistema multiagente o de inteligencia artificial distribuida es una ciencia y una técnica que trata con los sistemas de inteligencia artificial en red.

El bloque fundamental de construcción de un sistema multiagente, como es de esperarse, son los agentes.
Aunque no existe una definición formal y precisa de lo que es un agente, éstos son por lo general vistos como entidades inteligentes, equivalentes en

[8] Tomado de Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Redes_sem%C3%A1nticas

[9] Tomado de Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_multi-agente

términos computacionales a un proceso del sistema operativo, que existen dentro de cierto contexto o ambiente, y que se pueden comunicar a través de un mecanismo de comunicación inter-proceso, usualmente un sistema de red, utilizando protocolos de comunicación.

En cierto modo, un sistema multiagente es un sistema distribuido en el cual los nodos o elementos son sistemas de inteligencia artificial, o bien un sistema distribuido donde la conducta combinada de dichos elementos produce un resultado en conjunto inteligente.

Hay que notar que los agentes no son necesariamente inteligentes. Existen como en todo el resto del dominio de la inteligencia artificial, dos enfoques para construir sistemas multiagentes.

El enfoque formal o clásico, que consiste en dotar de los agentes de de la mayor inteligencia posible utilizando descripciones formales del problema a resolver y de hacer reposar el funcionamiento del sistema en tales capacidades cognitivas. Usualmente la inteligencia es definida utilizando un sistema formal (por ejemplo, sistemas de inferencia lógica) para la descripción, raciocinio, inferencia de nuevo conocimiento y planificación de acciones a realizar en el medio ambiente.

El enfoque constructivista, que persigue la idea de brindarle inteligencia al conjunto de todos los agentes, para que a través de mecanismos ingeniosamente elaborados de interacción, el sistema mismo genere comportamiento inteligente que no necesariamente estaba planeado desde un principio o definido dentro de los agentes mismos (que pueden ser

realmente simples). Este tipo de conducta es habitualmente llamado emergencia de comportamiento.

Desarrollo orientado a agentes

Como casi todo enfoque informático para la solución de problemas, los sistemas multiagentes proponen ayudas metodológicas de ingeniería de software, en este caso metodologías de ingeniería del software orientada a agentes (en inglés AOSE) y notaciones. Es decir, artefactos de desarrollo que son específicamente concebidos para crear sistemas basados en agentes.

Ejemplos de metodologías y notaciones de ingeniería de software orientada a agentes, son:

GAIA de Michael Wooldridge y Nick Jennings.
MASE y AgentTool de Scott A. Deloach.
Vocales de Yves Demazeau.
AgentUML de James Odell.
MADKiT y ADELFE

Ingeniería del conocimiento

[10]La ingeniería del conocimiento es aquella disciplina moderna que hace parte de la Inteligencia Artificial que ayuda a construir aplicaciones y sistemas orientados al aprendizaje, apoyándonos en metodologías

[10]Tomado de Internet
http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_del_conocimiento

instruccionales y en tecnología de computación y de telecomunicaciones, intentando representar el conocimiento y razonamiento humanos.

El trabajo de los ingenieros del conocimiento consiste en extraer el conocimiento de los expertos humanos y en codificar el conocimiento de manera que pueda ser procesada por un sistema. El problema es que el ingeniero del conocimiento no es un experto en el campo que intenta programar, mientras que el experto en el tema no tiene experiencia programando.

La ingeniería del conocimiento engloba a los científicos, tecnología y metodología necesarios para procesar en conocimiento. Su objetivo es extraer, articular e informatizar el conocimiento de un experto.

Vida artificial

[11]La vida artificial es el estudio de la vida y de los sistemas artificiales que exhiben propiedades similares a los seres vivos, a través de modelos de simulación. El científico Christopher Langton fue el primero en utilizar el término a fines de los años 1980 cuando se celebró la "Primera Conferencia Internacional de la Síntesis y Simulación de Sistemas Vivientes" (también conocido como Vida Artificial I) en Los Alamos National Laboratory en 1987.

---

[11] Tomado de Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Vida_artificial

Naturaleza del área

Si bien el estudio de la vida artificial se solapa en gran proporción con el estudio de la inteligencia artificial (IA), los dos campos tienen orígenes y enfoques distintos. La investigación organizada en IA se inició a principios de la era de los computadores digitales, y se caracterizó en esos años por un enfoque descendente basado en complejas redes de reglas. Hasta la década de 1980 los estudiosos de vida artificial no tuvieron una disciplina organizada sino que con frecuencia trabajaban de forma aislada, sin estar al corriente de trabajos similares realizados por otros.

Usualmente, los investigadores de la vida artificial se vienen dividiendo en dos grupos (aunque son posibles otras clasificaciones):

Posición de la vida artificial fuerte dice que "la vida es un proceso que puede ser abstraído de cualquier medio físico". (John Von Neumann). Una posición notable es la de Tom Ray que asegura que su programa Tierra no simula la vida en una computadora, sino que la sintetiza.

Posición de la vida artificial débil deniega la posibilidad de generar un "proceso viviente" fuera de un ente basado en carbono. Estos investigadores intentan imitar los procesos de la vida para entender el funcionamiento de fenómenos uno por uno. Normalmente se realiza mediante un modelo basado en agentes, que normalmente genera una solución posible mínima. Esta solución "no sabemos qué genera este fenómeno en la naturaleza, pero puede ser algo tan simple como...".

La disciplina se ha caracterizado por un uso intenso de programas de software y de simulaciones por computador que incluyen algoritmos genéticos (AG), programación genética (PG) química artificial (QA) modelos basados en agentes y autómatas celulares (AC).

El área de vida artificial es un punto de encuentro para gente de otras áreas más tradicionales como lingüística, física, matemáticas, filosofía, Ciencias de la computación, biología, antropología y sociología en las que sería inusual que se discutieran enfoques teóricos y computacionales. Como área, tiene una historia controvertida; John Maynard Smith criticó ciertos trabajos de vida artificial en 1995 calificándolos de "ciencia sin hechos", y generalmente no ha recibido mucha atención de parte de biólogos. Sin embargo, la reciente publicación de artículos sobre vida artificial en revistas de amplia difusión, como Science y Nature son evidencia de que las técnicas de vida artificial son cada vez más aceptadas por los científicos, al menos como un método de estudio de la evolución.

Semáforo

[12]Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el ámbar y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso alternadamente, a las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

Muchos científicos se muestran escépticos acerca de la posibilidad de que en algún día se pueda desarrollar una verdadera **IA**. El funcionamiento de la mente humana todavía no ha llegado a conocerse en profundidad y en consecuencia, el diseño informático seguirá siendo esencialmente incapaz de reproducir esos procesos desconocidos y complejos.

Entre algunas de las ventajas que proporcionan los semáforos se encuentran:

- ✓ Ordenan la circulación del tránsito y, en muchos casos, mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección, optimiza la capacidad de las calles.

- ✓ Reducen la frecuencia de cierto tipo de accidentes.

- ✓ Permiten interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensos de una arteria, para conceder el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.

- ✓ Con espaciamientos favorables se pueden sincronizar para una circulación continua (o casi continua) a una velocidad constante en una ruta determinada.

[12] Tomado de Internet http://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial

4.2 MARCO CONCEPTUAL

BASE DE CONOCIMIENTO

La base de conocimientos contiene el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio.

REGLAS DE PRODUCCION

Es una representación formal de la relación, una información semántica o una acción condicional. Una regla de producción tiene, generalmente la siguiente forma: si premisa ENTONCES consecuencia.

ARTEFACTO

Todo objeto físico, por oposición a un "mentifacto" o construcción mental abstracta, en la concepción de algunos teóricos de la clasificación.

ORDENADOR

Aparato informático capaz de procesar información, ya sea para archivarla o transmitirla. Necesita aplicaciones o programas para poder funcionar. (Se dice Computador en gran parte de Latinoamérica).

SISTEMAS EXPERTOS

Es un programa de computadora interactivo que contiene la experiencia, conocimiento y habilidad propios de una persona o grupos de personas en un área particular del conocimiento humano, El éxito de un sistema experto radica fundamentalmente en el conocimiento sobre el dominio que trata y su capacidad de aprendizaje.

REDES NEURONALES

Referidas habitualmente de forma más sencilla como *redes de neuronas* o *redes neuronales*, las **redes de neuronas artificiales** (**RNA**) son un modelo de aprendizaje y procesamiento automático inspirado en la forma en que funciona el sistema nervioso de los animales

LÓGICA DIFUSA

La lógica multivaluada incluye sistemas lógicos que admiten varios valores de verdad posibles diferentes al 0 y 1. La lógica difusa (borrosa o, en inglés *fuzzy logic*) intenta, **cuantificar** esta incertidumbre, ésta se utiliza cuando la complejidad del proceso en cuestión es muy alta y no existen modelos matemáticos precisos, para procesos altamente no lineales y cuando se envuelven definiciones y conocimiento no estrictamente definido (impreciso o subjetivo).

ALGORITMOS GENÉTICOS

Son llamados así porque se inspiran en la evolución biológica y su base genético-molecular. Estos algoritmos hacen evolucionar una población de individuos sometiéndola a acciones aleatorias semejantes a las que actúan en la evolución biológica (mutaciones y recombinación genética)

REDES SEMÁNTICAS

También llamada Esquemas de Representación en Red) está compuesta por nodos donde cada nodo representa un dato, los cuales se relacionan entre sí por medio de enlaces (representados por flechas en el diagrama). Los nodos representan objetos o conceptos del dominio los problemas y los arcos (flechas) sus relaciones o asociaciones.

NANOTECNOLOGÍA

Es la rama de la tecnología que se ocupa de la fabricación y el control de estructuras y máquinas a nivel y tamaño molecular.

SISTEMAS NEURO-DIFUSOS

Los sistemas difusos y las redes neuronales son herramientas de inteligencia computacional (soft computing) que permiten obtener soluciones a problemas muy difíciles de resolver con otros métodos. Los sistemas difusos permiten trabajar con conocimiento representado en forma lingüística de muy clara interpretación. Las redes neuronales trabajan con conocimiento no simbólico pero a diferencia de los sistemas difusos, proveen capacidad de aprendizaje. Los sistemas neuro-difusos combinan las propiedades de ambos métodos para permitir aprendizaje y mantener al mismo tiempo una adecuada interpretación lingüística.

ISOMORFISMOS MATEMÁTICOS

El concepto matemático de **isomorfismo** pretende captar la idea de tener la misma forma.

RECOMBINACIÓN GENÉTICA

Es el entrecruzamiento de segmentos de ADN entre cromosomas homólogos, modificándose la distribución de los genes respecto a los de la célula progenitora

4.3 MARCO LEGAL

Como reconocer la piratería del software. La piratería tiene muchas formas y puede entra a su empresa de diversos modos. Para ayudarlo a mantener dentro de la ley a continuación se enumera las formas más comunes de la piratería.

- ✓ **Piratería en la red.**
  Ocurre en la redes de computadores cuando el numero mayor de usuarios que el permitido por la licencia accede al programa del computador. Varios administradores de la red fallan en reconocer que esto es una violación de las leyes de los derechos de autor, y no controlan ni limitan adecuadamente el uso.

- ✓ **Piratería en Internet.**
  La piratería del software ha crecido dramáticamente con la expansión de Internet, los programas cargados en los sistemas de boletín (BBS) o de servicios comerciales de comunicación electrónica pueden ser descargados o enviados por correo electrónico a individuas que no tienen licencia.

Ley sobre los derechos de autor. En Colombia, en 1.993 el congreso aprobó la ley No. 44 de derechos de autor, que modifico la ley 23 del año 1.982 y la comisión del acuerdo de Cartagena sancionó la decisión 321 sobre los derechos de autor.

Esta legislación incluye expresamente a los programas de computación entre las obras protegidas como literarias y establece sanciones civiles y paneles para el caso de violación de los derechos de autor.

La ley colombiana prohíbe hacer copias de software sin la autorización previa del titular de los derechos de autor. La única excepción es el derecho del usuario de hacer una sola copia con fines de resguardo o de seguridad exclusivamente. De acuerdo con la ley es también ilegal distribuir, poner en circulación o importar copias o reproducciones ilegales.

- ✓ **Sanciones**

  Si usted en su empresa posee copias ilegales de software, podrá ser demandado civil o penalmente. Las sanciones civiles pueden resarcir los daños morales y materiales, multas considerables, y destrucción de las copias ilegales y demás maquinaria utilizada para la reproducción ilegal. La ley castiga con prisión de 2 a 5 años a toda persona que con intención o sin derechos reproduzca, distribuya o importe copias ilícitas. También se podrán cancelar o suspender las licencia de funcionamiento de los establecimientos abiertos al público donde ocurran esos hechos.

- ✓ **Obligaciones de usuario.**

  La principal obligación como usuario de software es adquirir programas originales solo para su uso. Si adquiere software para

usarlo en un negocio, cada computador debe de tener su propio paquete de programas originales con los manuales correspondan. Es ilegal adquirir un paquete de software original e instalarlo en más de un computador, prestarlo, copiarlo o distribuirlo, por cualquier razón, sin autorización previa del fabricante del programa

5. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Exploratorio, al existir la necesidad de realizar investigaciones de tipo innovador desde el punto de vista informático en el que se parte de un caso tangible a algo intangible, nuestro proyecto propone un tema interesante que sirve como punto de partida para que se traten situaciones que se puedan representar de manera virtual.

5.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ingeniería del Software.
Inteligencia Artificial.

5.3 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Entre un total de 20 personas se obtuvieron los siguientes datos en referencia:
Ver anexo 1.

Se utilizaron libros como fuente primaria en la elección de la información los cuales han sido utilizados como base para el desarrollo de la fase de análisis del proyecto de investigación del simulador

También se utilizaron fuentes secundarias como el sitio web **http://fgalindosoria.com/ligas/tt/ , TT0073 Inteligencia artificial aplicada al control de un semáforo,** al igual las referencias dadas por el Licenciado Rene Ramírez, el cual es docente de la CORPORACION EDUCATIVA MAYOR DEL DESARROLLO SIMON BOLIVAR.

6. RECURSOS

6.1 RECURSOS HUMANOS

- ✓ ALVARO ESCOBAR CASTRO.
- ✓ GONZALO FERRER VELEZ.
- ✓ ALDEMAR MUÑOZ ROMERO.
- ✓ GEOVANNY VILLA TORRES.

Además de los participantes se encuentran docentes de la CORPORACIÓN EDUCATIVA MAYOR DEL DESARROLLO SIMON BOLIVAR:

ROBERTO OSÍO (Coordinador del área de investigación formativa en la facultad de ingeniería de sistemas).

RENE RAMIRES (Lic. Cibernética Matemática con especialización en sistemas expertos, tutor de proyectos de investigación formativa).

FREDDY BRICEÑO (Ingeniero de sistemas, docente).

ROBERTO CAMPIS (Ingeniero Electrónico de ConstruSeñales).

6.2 RECURSOS FINANCIEROS

CONCEPTOS	SUBTOTAL
CD – ROM	$ 12.000
RESMA PAPEL	$ 24.000
ANILLADO	$ 10.000
BORRADORES	$ 10.500
LÁPICES	$ 12.000
TRANSPORTES	$ 500.000
TAJA LAPIZ	$ 12.000
TOTAL	$ 580.500

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
HEMEROTECA
BARRANQUILLA

6.3 RECURSOS DEL ENTORNO

6.3.1 RECURSOS DE HARDWARE

Recursos	Precio
3 Mainboard MSI	$ 1.200.000
1 Procesador Celaron 1.8 Ghz	$ 350.000
2 Procesador Intel Pentium IV 3.0 Ghz	$ 1.000.000
3 Discos Duros 40 Gb	$ 600.000
1 Memoria Ram DDR 128 Mb	$ 100.000
2 Memoria Ram DDR 256 Mb	$ 300.000
2 Memoria Ram DDR 512 Mb	$ 500.000
3 Impresoras Canon Pixma	$ 360.000
3 Memoria Compact flash USB	$ 290.000
3 Monitores de 17"	$ 1.500.000
Total	$ 6.200.000

6.3.2 RECURSOS DE SOFTWARE

Recursos	Precio
3 Lenguajes de programación Microsoft Visual Estudio	$ 15.000.000
Total	$ 15.000.000

Nota:

- ✓ Los recursos del software serán manejados a través de los equipos de la CORPORACIÓN EDUCATIVA MAYOR DEL DESARROLLO SIMON BOLIVAR.
- ✓ El costo de la licencia de Microsoft Visual Studio6.0 viene incluido en el paquete de Visual Studio 6.0

7. CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

PRIMERA FASE 2005

Id	Nombre de las Actividades	Comienza	Fin	Duración
1	Selección del tema de investigación	14/03/2005	28/03/2005	2s 1d
2	Tratamiento y recolección de la información	30/03/2005	06/06/2005	9s 4d
3	Ingeniería de Requisitos	08/08/2005	02/09/2005	4s
4	Ingeniería de Información	02/09/2005	13/09/2005	1s 3d
5	Análisis del Sistema Propuesto	15/09/2005	28/09/2005	2s
6	Diseño del Sistema	29/09/2005	18/11/2005	7s 2d

SEGUNDA FASE 2006

Id	Nombre de las Actividades	Comienza	Fin	Duración
7	Desarrollo y Prueba del Sistema (fase 1)	06/02/2006	16/06/2006	19s
8	Recomendaciones	12/06/2006	15/06/2006	1s
9	Entrega de Proyecto	07/08/2006	18/11/2006	14s 4d

8. INGENIERIA DE REQUISITOS

Requisitos	Análisis	Estado
1. Visualización grafica de situaciones reales basado en estadísticas.	Desarrollo del software en un lenguaje de programación que permita el diseño grafico de los objetos que harán parte del estudio.	Aprobado
2. Parametrización de variables para la modificación de situaciones.	Permitir la captura de datos en variables para que puedan redefinirse los comportamientos.	Aprobado
3. Poder tomar decisiones con base a las experiencias simuladas en el software, y de esta forma poder minimizar el riesgo de implementación.	El simulador debe tener en cuenta todas las variables y tomar decisiones de acuerdo a los datos simulados.	Aprobado

8.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

(Diagrama de Casos de Uso)

Actores:

Conductor y vehiculo
Peatón
Temporizador

1. Caso de uso: Luz roja detener vehiculo.
   Actores: Conductor _ vehículo y peatón.
   Condición inicial: Se da la relación extend, ya que hay dos alternativas Conductor _ vehículo y peatón.
   Descripción: el semáforo nos presenta tres alternativas, como primera opción nos advierte con la luz roja, que nos indica que el conductor del vehiculo debe detenerse en el carril que la luz le indique.
   Condición de salida: cambio de luz del semáforo por el temporizador.

2. Caso de uso: Luz ámbar precaución.
   Actores: Conductor _ vehículo y peatón.
   Condición inicial: se da la relación extend, ya que hay dos alternativas Conductor _ vehículo y peatón.
   Descripción: luz ámbar segunda luz del semáforo, indica precaución y advertencia para los conductores para que se preparen para el cambio de luz.
   Condición de salida: cambio de luz.

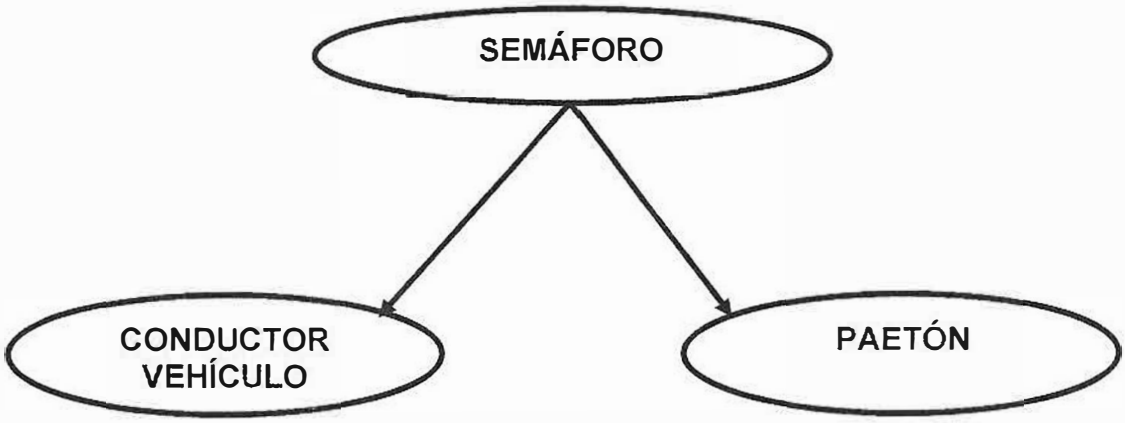
3. Caso de uso: Luz verde paso del vehiculo.

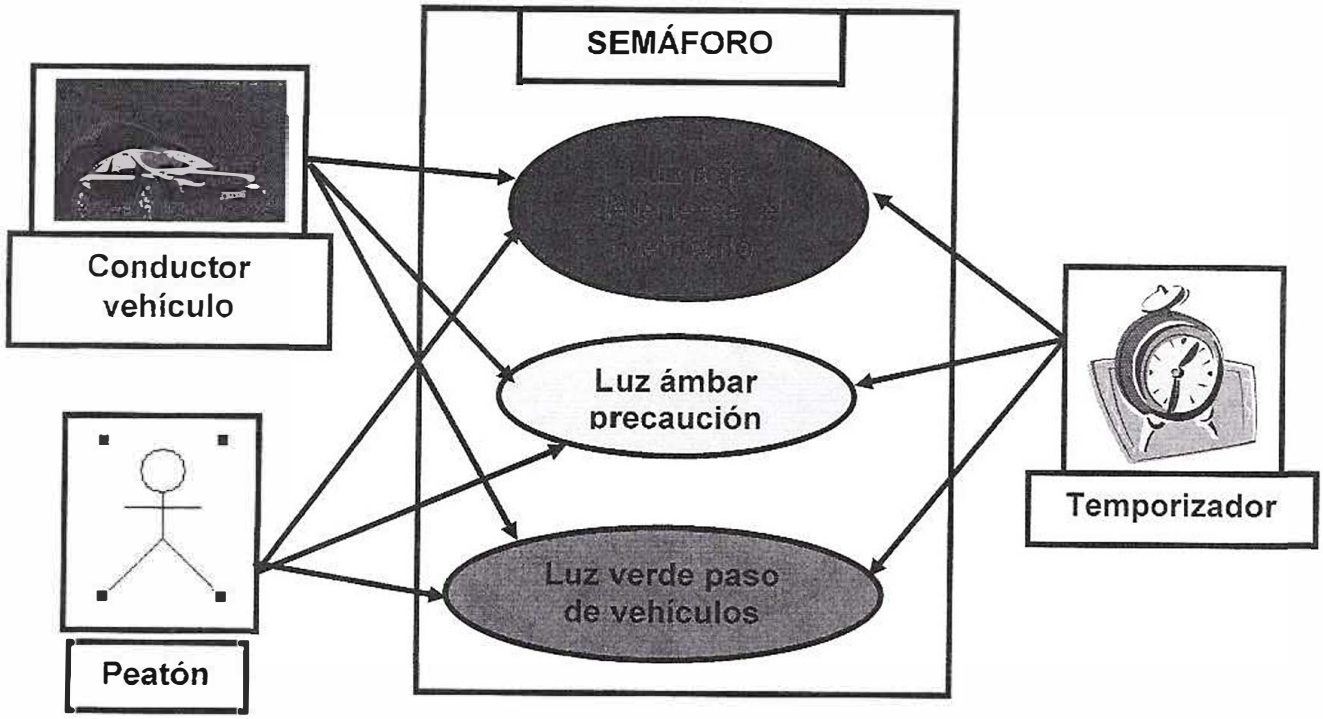
   Actores: Conductor _ vehículo y peatón.

   Condición inicial: se da la relación extend, ya que hay dos alternativas Conductor _ vehículo y peatón.

   Descripción: luz verde ultima luz del semáforo, indica el paso temporal de vehículos en el carril donde se encuentra encendida. Mientras que los peatones deben esperar el cambio de luz para cruzar el carril.

   Condición de salida: cambio de luz.



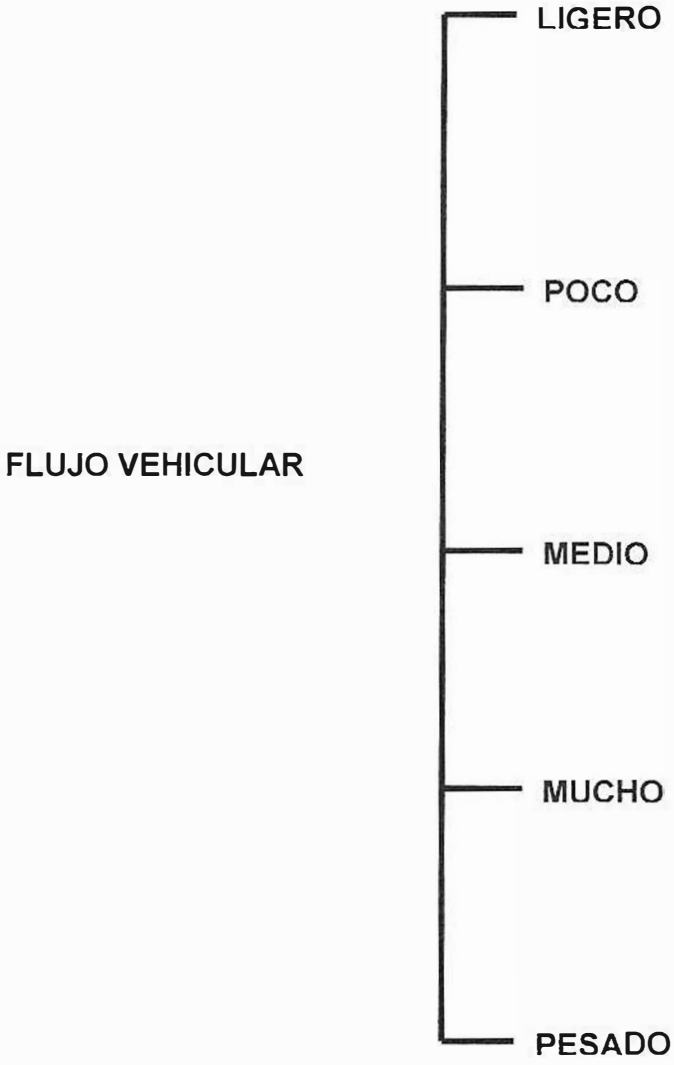

SEMÁFORO
Conductor vehículo
Luz ámbar precaución
Temporizador
Luz verde paso de vehículos
Peatón

9. ANALISIS DEL SISTEMA

9.1 ARBOL DE CONOCIMIENTO

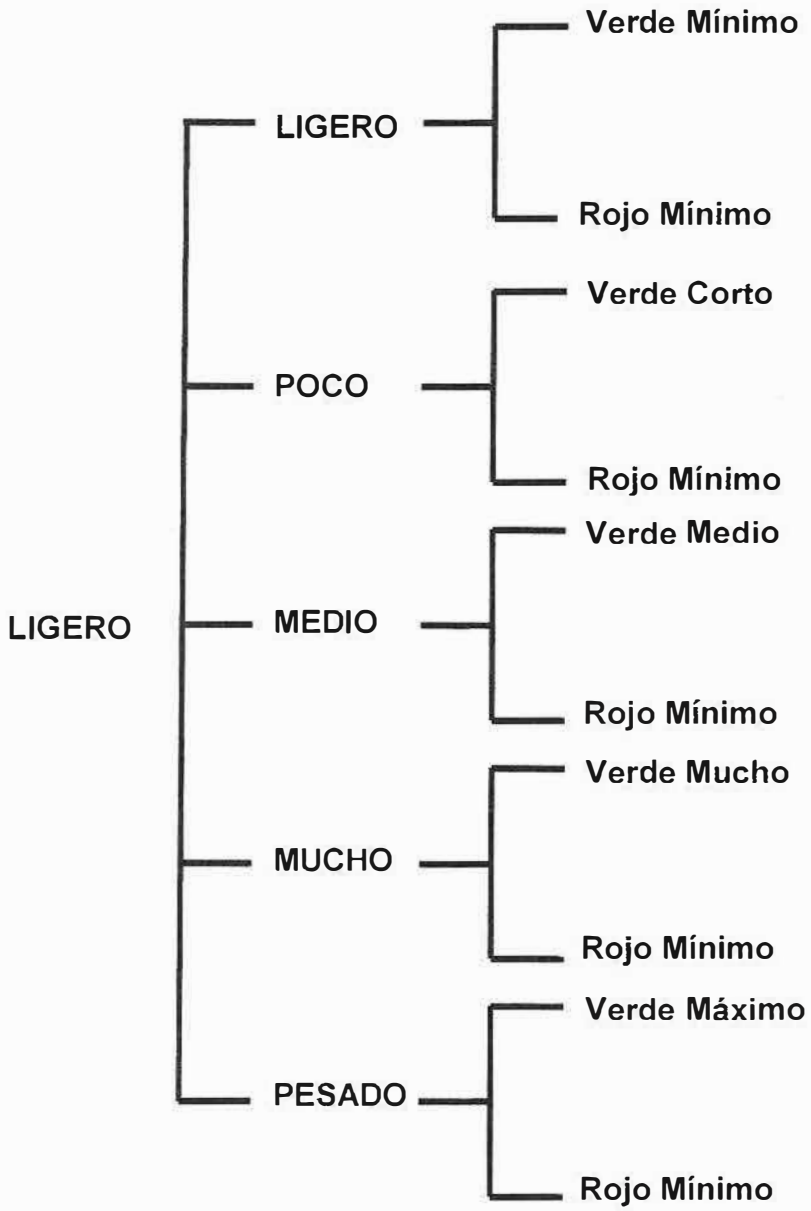
NIVEL 0

ÀRBOL DE CONOCIMIENTO PARA EL CONTROL DEL FLUJO VEHICULAR



NIVEL 1

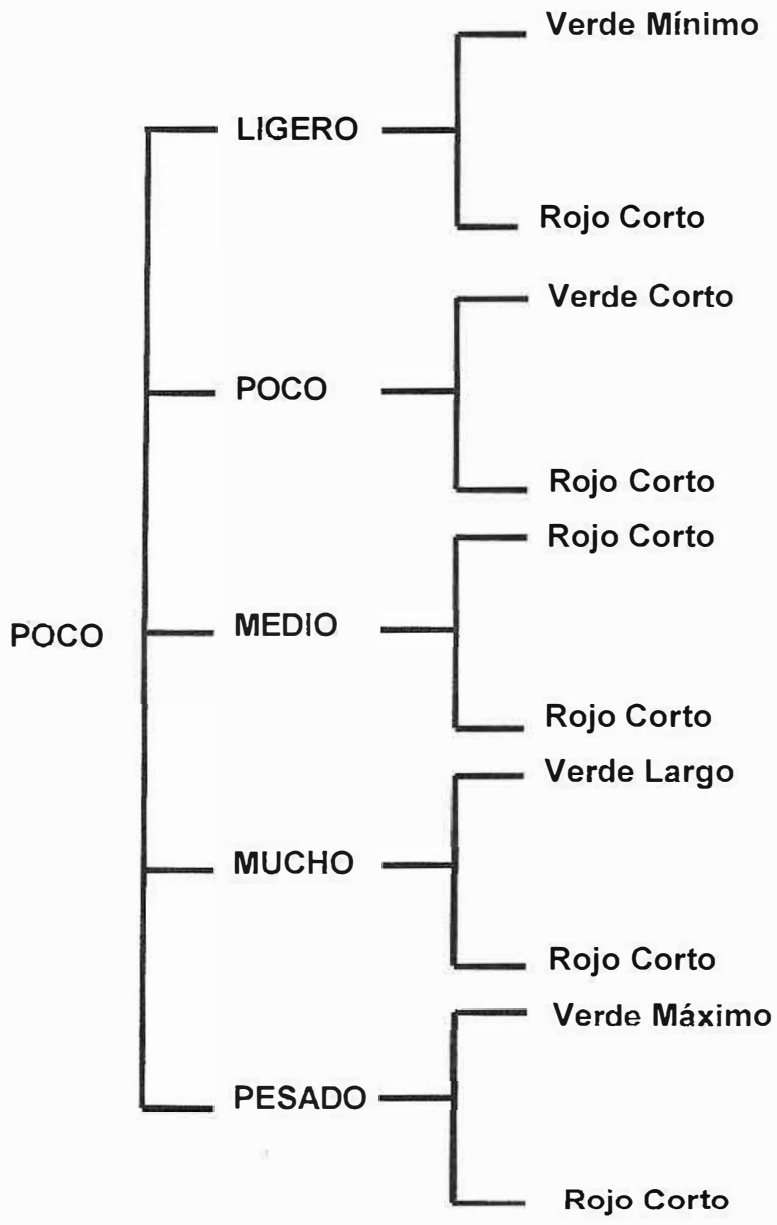
ÁRBOL DE CONOCIMIENTO PARA EL CONTROL DEL FLUJO VEHICULAR LIGERO



UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
HEMEROTECA
BARRANQUILLA

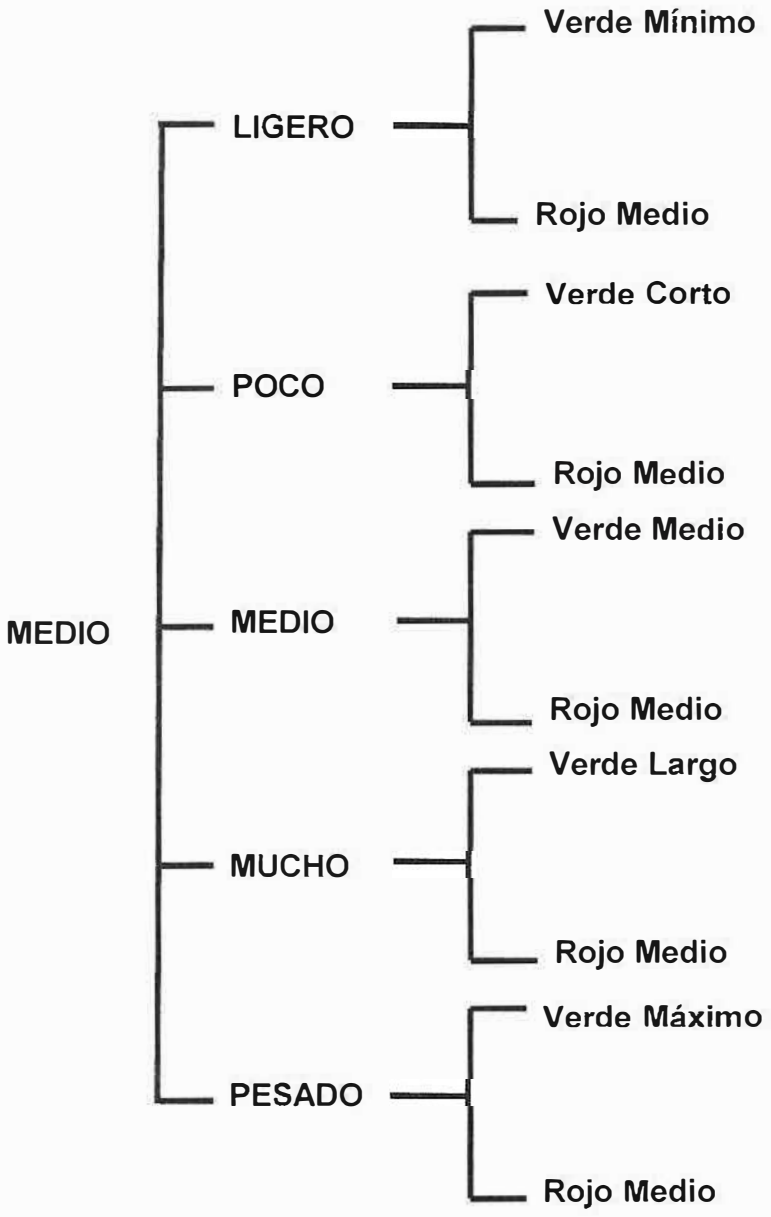
NIVEL 2

ÀRBOL DE CONOCIMIENTO PARA EL CONTROL DEL FLUJO VEHICULAR POCO



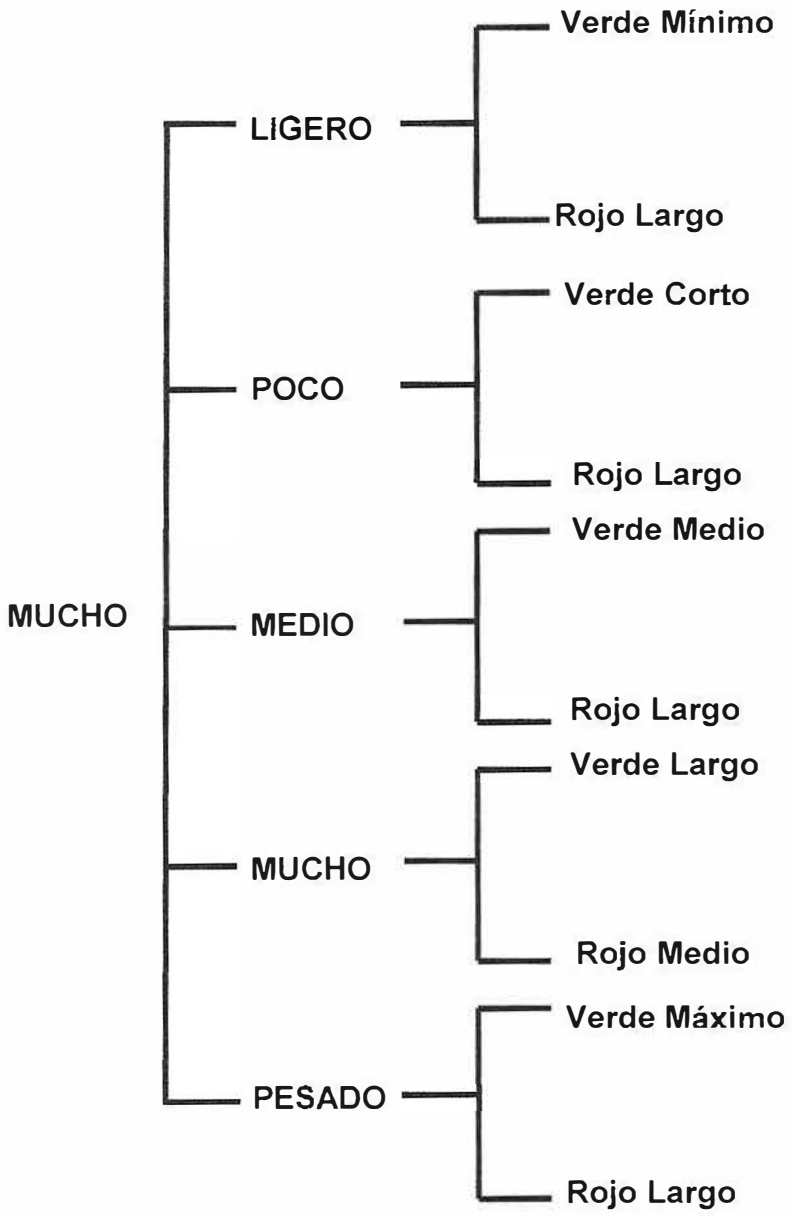
NIVEL 3

ÀRBOL DE CONOCIMIENTO PARA EL CONTROL DEL FLUJO VEHICULAR MEDIO



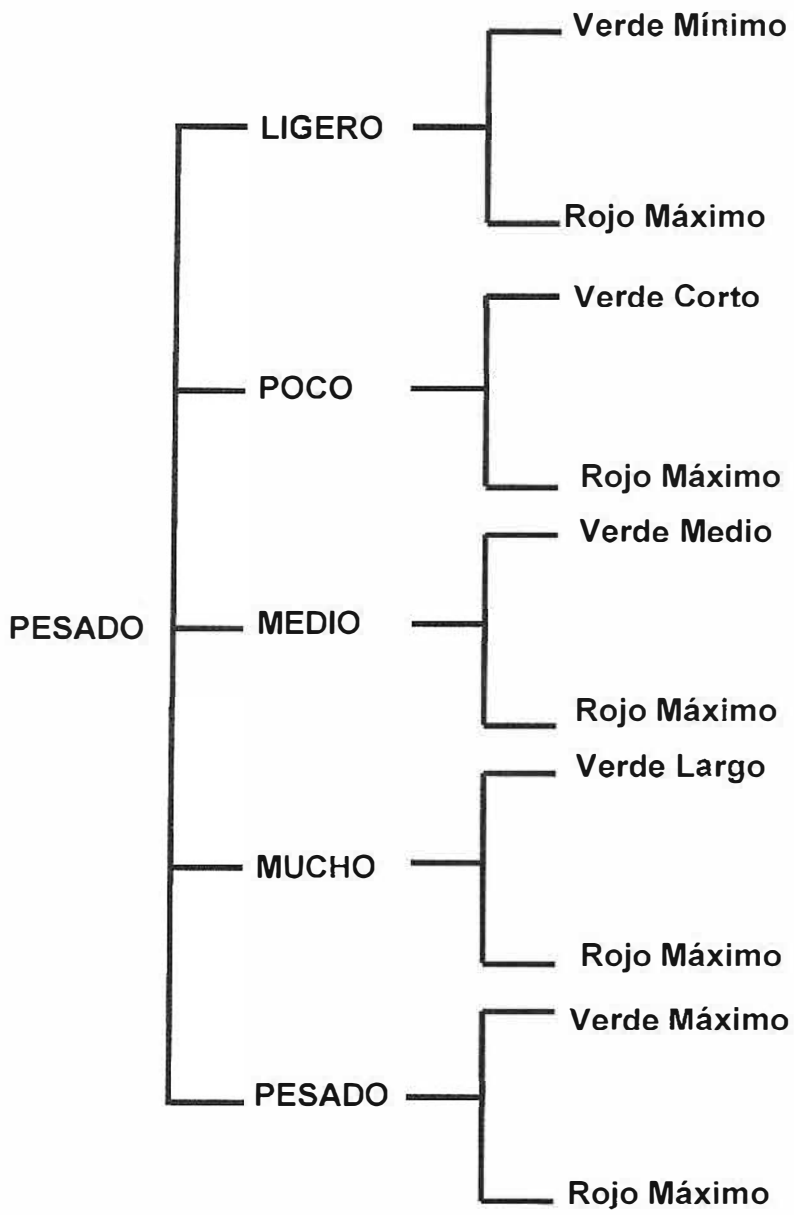
NIVEL 4

ÀRBOL DE CONOCIMIENTO PARA EL CONTROL DEL FLUJO VEHICULAR MUCHO



NIVEL 5

ÀRBOL DE CONOCIMIENTO PARA EL CONTROL DEL FLUJO VEHICULAR PESADO



10. REGLAS DE PRODUCCION

Reglas para determinar los tiempos del semáforo

CEO: carril este oeste
CNS: carril norte sur

10.1. REGLAS PARA EL FLUJO VEHICULAR LIGERO

Seleccionar:- si ceo es ligero y cns es ligero entonces verde es mínimo y rojo es mínimo.
Seleccionar:- si ceo es ligero y cns es poco entonces verde es mínimo y rojo es corto
Seleccionar:- si ceo es ligero y cns es medio entonces verde es mínimo y rojo es medio
Seleccionar:- si ceo es ligero y cns es mucho entonces verde es mínimo y rojo es largo
Seleccionar:- si ceo es ligero y cns es pesado entonces verde es mínimo y rojo es máximo

10.2. REGLAS PARA EL FLUJO VEHICULAR POCO

Seleccionar:- si ceo es poco y cns es ligero entonces verde es corto y rojo es mínimo
Seleccionar:- si ceo es poco y cns es poco entonces verde es corto y rojo es corto
Seleccionar:- si ceo es poco y cns es medio entonces verde es corto y rojo es medio

Seleccionar:- si ceo es poco y cns es mucho entonces verde es corto y rojo es largo

Seleccionar:- si ceo es poco y cns es pesado entonces verde es corto y rojo es máximo

10.3. REGLAS PARA EL FLUJO VEHICULAR MEDIO

Seleccionar:- si ceo es medio y cns es ligero entonces verde es medio y rojo es mínimo

Seleccionar:- si ceo es medio y cns es poco entonces verde es medio y rojo es corto

Seleccionar:- si ceo es medio y cns es medio entonces verde es medio y rojo es medio

Seleccionar:- si ceo es medio y cns es mucho entonces verde es medio y rojo es largo

Seleccionar:- si ceo es medio y cns es pesado entonces verde es medio y rojo es máximo

10.4. REGLAS PARA EL FLUJO VEHICULAR MUCHO

Seleccionar:- si ceo es mucho y cns es ligero entonces verde es largo y rojo es mínimo

Seleccionar:- si ceo es mucho y cns es poco entonces verde es largo y rojo es corto

Seleccionar:- si ceo es mucho y cns es medio entonces verde es largo y rojo es medio

Seleccionar:- si ceo es mucho y cns es mucho entonces verde es largo y rojo es largo

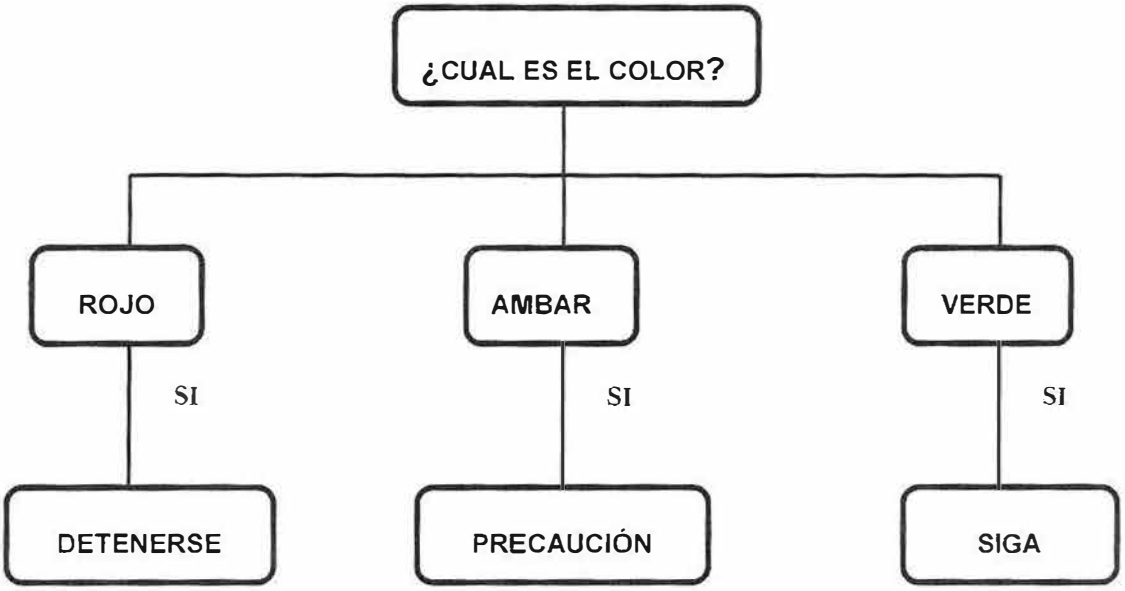
Seleccionar:- si ceo es mucho y cns es pesado entonces verde es largo y rojo es máximo

10.5. REGLAS PARA EL FLUJO VEHICULAR PESADO

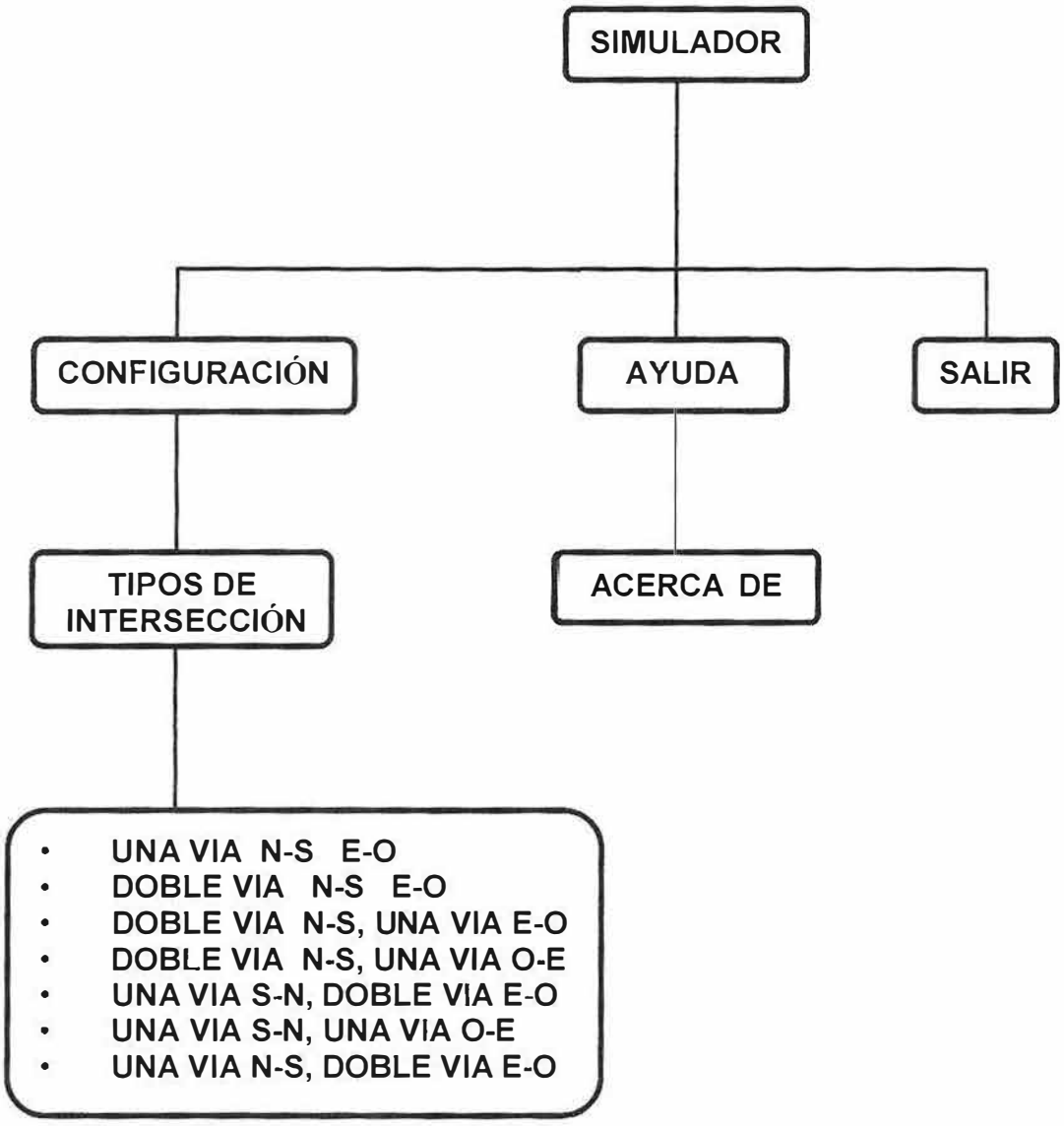
Seleccionar:- si ceo es pesado y cns es ligero entonces verde es máximo y rojo es mínimo
Seleccionar:- si ceo es pesado y cns es poco entonces verde es máximo y rojo es corto
Seleccionar:- si ceo es pesado y cns es medio entonces verde es máximo y rojo es medio
Seleccionar:- si ceo es pesado y cns es mucho entonces verde es máximo y rojo es largo
Seleccionar:- si ceo es pesado y cns es pesado entonces verde es máximo y rojo es máximo

11. DISEÑO DEL SISTEMA

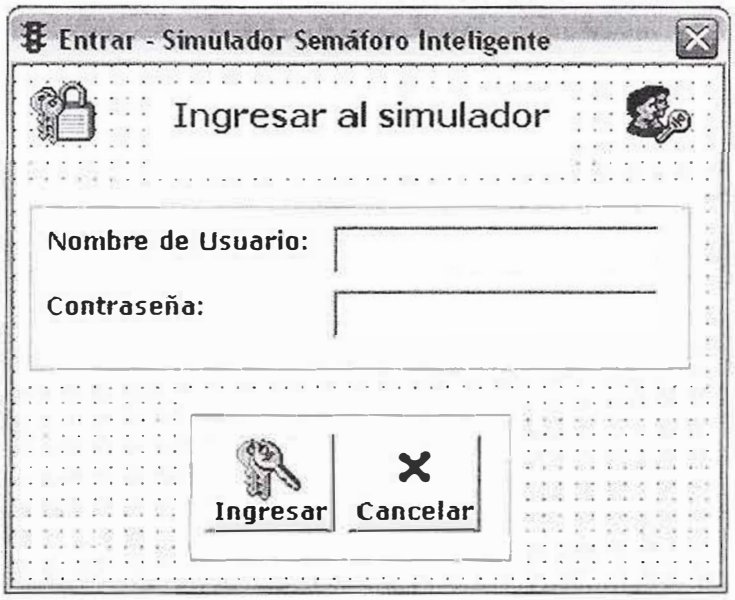
11.1. ARBOL DE DECISIONES



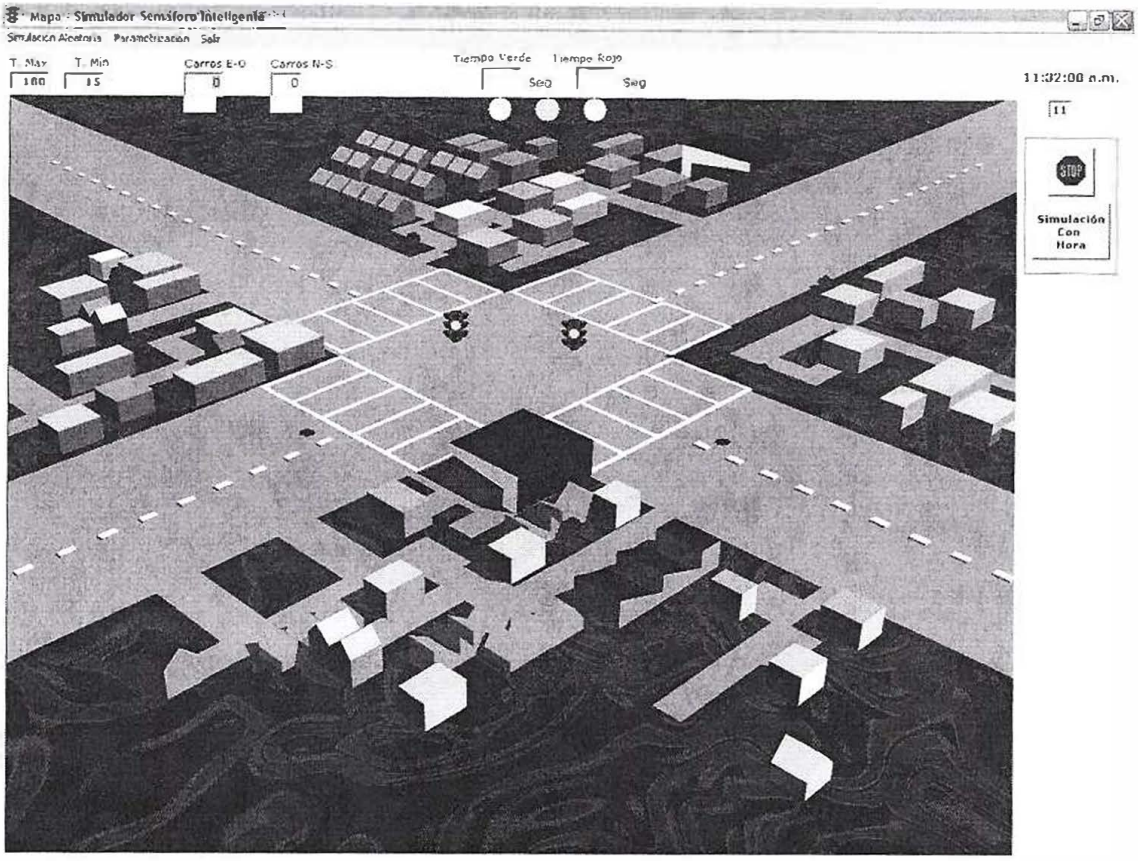
11.2 MAPA DE NAVEGACION

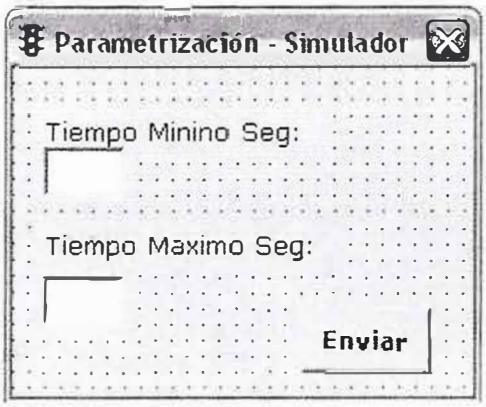


11.3. DISEÑO DE INTERFACES



UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
HEMEROTECA
BARRANQUILLA


Mapa - Simulador Semáforo Inteligente
Simulación Accesos Parametrización Salir
T. Max
100
T. Min
15
Carros E-O
0
Carros N-S
0
Tiempo Verde
Seg
Tiempo Rojo
Seg
11:02:00 a.m.
11
STOP
Simulación Con Hora


Parametrización - Simulador
Tiempo Minino Seg:
Tiempo Maximo Seg:
Enviar

BIBLIOGRAFÍA

MENDEZ ALVAREZ, Carlos E. METODOLOGIA Guía para la elaborar diseños de investigación en ciencias económicas, contables y administrativas, Editorial McGraw-Hill, segunda edición, Septiembre de 1997.

HERNÁNDEZ SAMPIERI R., FERNÁNDEZ COLLADO C., BAPTISTA LUCIO P. Metodología de la investigación, McGraw-Hill México; 2003.

RAFAEL CAL Y MAYOR EYES ESPINDOLA, JAMES CARDENAS GRISALES, Ingeniera de Transito, Fundamentos y Aplicaciones, Editorial Alfaomega.

Otras fuentes de apoyo en Internet

http://www.dcc.uchile.cl/~abassi/Cursos/IA/Apuntes/c1.html
http://es.wikipedia.org/wiki/Visi%C3%B3n_artificial
http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_difusa
http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_natural
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_Expertos
http://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmos_gen%C3%A9ticos
http://es.wikipedia.org/wiki/Redes_sem%C3%A1nticas
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_multi-agente
http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_del_conocimiento
http://es.wikipedia.org/wiki/Vida_artificial
http://es.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial
http://fgalindosoria.com/ligas/tt/ , TT0073 Inteligencia artificial aplicada al control de un semáforo.

ANEXOS

1.

Esta información fue recolectada en entrevistas verbales con agentes de tránsito y conductores en el momento del suceso, además de experiencias vividas directamente por personas encuestadas.

CALLE 30 CON CARRERAS

Hora Mayor Congestión	38	41	43	44	45	46
11:00 a.m.	■					
12:00 p.m.	■	■	■	■	■	■
01:00 p.m.	■	■	■	■	■	■
02:00 p.m.	■	■	■			■
03:00 p.m.	■	■	■			
04:00 p.m.			■			
05:00 p.m.			■			

CALLE 45 CON CARRERAS

Hora Mayor Congestión	1	8	14	38	41	43	44	45	46
11:00 a.m.				■					
12:00 p.m.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
01:00 p.m.	■	■	■	■	■	■	■	■	■
02:00 p.m.		■	■	■	■			■	■
03:00 p.m.					■				
04:00 p.m.									
05:00 p.m.						■	■		
06:00 p.m.	■	■	■	■		■	■	■	■
07:00 p.m.	■	■	■	■		■	■	■	■
08:00 p.m.			■					■	■
09:00 p.m.				■		■	■	■	■

2.

"Con algunos dispositivos es posible controlar la velocidad en la que un semáforo cambie de color"

Control remoto para semáforos.

¿Ha soñado alguna vez con poder cambiar la luz del semáforo a su voluntad? Así las cosas, si necesita llegar al cine, puede hacer que todos los semáforos se pongan en verde, con lo que ganara valiosos minutos para no perderse los cortos. Por el contrario, si va a una cena en la casa de sus suegros, podrá poner en rojo las luces del tráfico para disfrutar de algunos minutos más en la tranquilidad de su carro.

Pues el milagro aparato que permite tal maravilla ya existe. Se llama dispositivo de prelación para señales de tráfico y es utilizado principalmente por ambulancias, carros de bomberos, y patrullas de policía en los Estados Unidos.

El dispositivo, que se instalara cerca del volante del vehiculo del usuario, funcionara disparando una señal de radio que es recibida por semáforos ubicados a menos de 450 metros de distancia. Dado que todos los semáforos instalados en un cruce determinado de calles que funcionan de forma sincronizada, el transmisor cambia la prelación del tráfico sin causar accidentes.

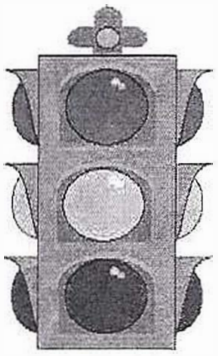
Por desgracia, en algunas ciudades de Estados Unidos el dispositivo empezó a popularizarse debido a su bajo precio (entre 700 y 1.000 dólares) y a la ausencia de leyes severas que regulan su uso.

Final mente, en junio pasado, el Congreso de Estados Unidos restringió el uso del dispositivo e impuso multas hasta 25 mil dólares a quien lo use sin el permiso apropiado. "**Artículos Revista Enter pagina 16**"

3.

PROMETEN AGILIZAR EL TRÁNSITO

Los nuevos semáforos tienen un "software" que permite regular los cambios en la luz de alto y siga



(30/01/2003).- Juan Francisco Padilla, Subdirector de Sistemas de Mantenimiento Vial de la SSP, informó que después de que se realizaron diversas pruebas técnicas especializadas, la empresa Imer ganó la licitación pública para dotar del equipo a la dependencia y ampliar la red de estos señalamientos viales.

"Serán 700 intersecciones con los aparatos más modernos en detección de flujo vial, tendrán una autonomía para determinar si llega o no tráfico y darán apertura de paso a las vialidades; todo el día estarán censando los vehículos, con lo que se tendrán valores de número de vehículos en horas pico o madrugadas, ya que están conectados a un Centro Computarizado de Control de Tránsito".

"Otro aspecto importante es que si algún semáforo tiene una falla, los mismos aparatos podrían dar la información y los operarios podrían hacer cambios necesarios para resolver el problema sin necesidad de acudir al lugar", señaló Padilla.

En la Ley de Egresos para el Gobierno del Distrito Federal se señala que la SSP gastará 63 millones de pesos en la ampliación de la red de semáforos

computarizados; actualmente existen mil 246 con este equipo, de los cuales 700 de ellos serán modernizados para convertirlos en los llamados "inteligentes".

La dependencia planea colocar los nuevos semáforos en las avenidas Insurgentes, Reforma y Revolución para agilizar la vialidad.

"A los semáforos "inteligentes", a diferencia de los que tienen la computadora local, se les da un tiempo fijo mínimo para operar cuando encuentran un empate en los flujos viales y de esta manera no tener grandes aglomeraciones; esto se debe a los detectores con los que cuenta; los semáforos tendrán un control autónomo y serán los nervios de la ciudad", concluyó el experto de la SSP.

4.

[13]Dos tulueños le metieron cerebro al tránsito. Crean semáforos con 'inteligencia'

Noviembre 27 de 2002

Click para ampliar

Ricardo Mejía García y Walter Gálvez Rincón trabajaron durante dos años en su novedoso proyecto de semáforos inteligentes.
Jaime Humberto González / El País

Un ingeniero electrónico y un tecnólogo en sistemas unieron sus talentos para 'granearse' un sistema que hiciera más fluido el tráfico automotor y que a la vez costara un 50% menos que los sistemas tradicionales.

Así, tras dos años de muchos experimentos, consultas de textos y estudios sobre las verdaderas necesidades de los municipios en materia de tránsito, estos dos 'genios' tuluelos concibieron los semáforos 'inteligentes'.

Se trata de unos dispositivos que aparentemente son idénticos a los que actualmente funcionan en las ciudades, pero que tienen la ventaja de que los cambios de luces los hacen de acuerdo con la cantidad de vehículos que haya en un cruce determinado.

Según Ricardo Mejía García, el especialista en sistemas, los aparatos están dotados de unos sensores que se ubican a siete centímetros debajo del

[13] Tomado de Internet
http://www.elpais.com.co/historico/nov272002/REG/C627N3.html

BIBLIOTECA BARRANQUILLA

pavimento, los cuales se encargan de transmitir dicha información al 'cerebro' del semáforo.

Así, dependiendo de la velocidad de los automotores y las bicicletas que pasen por un sitio, se determinarán los tiempos de cambio de luz verde a roja o viceversa.

La idea de los semáforos inteligentes está siendo vendida a los municipios del Valle del Cauca.

Asimismo, a estos aparatos se les podría instalar pequeñas cámaras digitales, lo que les permitiría a las autoridades judicializar a los infractores de las normas de tránsito impuestas por el nuevo Código.

De la misma forma, explicó que, en caso de emergencia, las ambulancias o los carros de los bomberos y de la Policía podrían manipular estos aparatos a control remoto.

Otra idea que tienen es la de acondicionarles dispositivos de voz para que la gente pueda escuchar mensajes de cultura ciudadana, mientras espera el cambio de los 'inteligentes'.

Por su parte, Walter Gálvez Rendón, ingeniero electrónico egresado de la Universidad del Valle, dijo que la idea se la están "vendiendo" a los alcaldes y secretarios de tránsito de todo el departamento, quienes se han mostrado bastantes interesados en el novedoso sistema.

SEMÁFOROS

[14]Control y manejo inteligente del tránsito

La Ciudad de Buenos Aires cuenta con una red de semáforos de control vehicular que comprende más de 3200 intersecciones señalizadas. La Dirección General de Vialidad tiene a su cargo la operación y el mantenimiento de esta red, la ejecución de obras de instalación en nuevos cruces y la modernización permanente del equipamiento. Para ello, el Gobierno de la Ciudad dispone de herramientas novedosas que permiten encarar diversas soluciones a los problemas que se presentan en la circulación vehicular y el desplazamiento de personas.

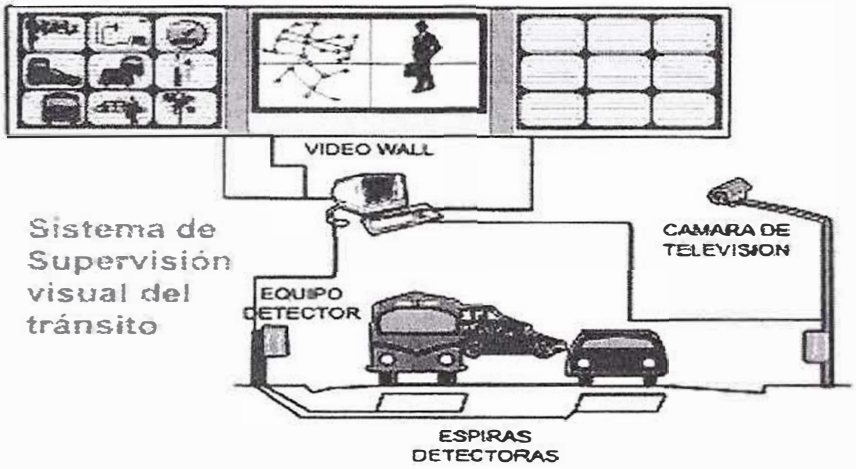
Herramientas de control

La **red de semáforos** esta controlada mediante computadoras instaladas en comandos que evalúan la densidad del tránsito vehicular para resolver los posibles inconvenientes.

La **supervisión visual** de la circulación vehicular se realiza con un Circuito Cerrado de Televisión.

El sistema funciona mediante la ubicación de cámaras en los sectores de mayor congestión vehicular. (Mapa de funcionamiento de cámaras)

[14] Tomado de Internet
http://www.buenosaires.gov.ar/areas/obr_publicas/semaforos/?menu_id=180



Las cámaras de T.V. distribuidas en los puntos estratégicos de cada Área permiten el control directo del comportamiento del Tránsito. Las imágenes son procesadas en el ordenador y visualizadas en los monitores del VIDEO WALL.

Los detectores vehiculares que operan en base a espiras magnéticas efectúan los recuentos volumétricos para la operación automática de los Comandos.

Las **cámaras** permiten además el conteo, la densidad y la velocidad de desplazamiento de los vehículos.

Todas las autopistas cuentan con un moderno sistema de carteles luminosos variables que informan a los conductores sobre posibles congestiones en ramales de salida, cierre parcial de calzadas por trabajos de refacción o accidentes.

5.

El PP quiere semáforos "inteligentes" para Guadalajara

[15]Estos semáforos funcionan aunque exista un corte del suministro eléctrico y mediante sensores controlan el volumen del tráfico regulándolo a su paso

El Grupo Popular en el Ayuntamiento de Guadalajara ha solicitado al equipo de Gobierno que valore la posibilidad de instalar semáforos inteligentes en diferentes puntos de la capital. La iniciativa de los populares surge días después de que los semáforos de algunas vías de Guadalajara, como por ejemplo la Avenida del Ejército, quedaran inactivos durante horas como consecuencia de un corte eléctrico.

Según la viceportavoz del Grupo Popular, Mª José Agudo, los semáforos inteligentes son de bajo consumo y cuentan con baterías autónomas lo que permite que sigan funcionando aunque se produzca un apagón. Además, permiten la instalación de unos sensores que facilitan analizar cada pocos minutos la intensidad del tráfico y regularlo en función de la misma. "Creemos que es una alternativa más a tener en cuenta por el equipo de Gobierno, dado que va a empezar a instalar nuevos semáforos en diferentes zonas de la capital, entre ellas, la Avenida de Castilla. Además podría ser un sistema más que válido para regular el tráfico en las zonas nuevas de Guadalajara, y para sustituir a los semáforos convencionales, sobretodo, en vías con intersecciones donde puedan producirse problemas graves en caso de fallar el suministro eléctrico".

---

[15] Tomado de Internet

http://www.lacronica.net/2005/2005-06/PPsemaforos.htm

En cuanto al coste de este tipo de semáforos, para la viceportavoz popular aunque pueden ser más caros, supondrían un importante ahorro de la factura eléctrica del Ayuntamiento.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA AL DESARROLLO DE UN SOFTWARE DE SIMULACIÓN PARA UN SEMÁFORO INTELIGENTE EN BARRANQUILLA

ALVARO ESCOBAR CASTRO
GONZALO FERRER VELEZ
ALDEMAR MUÑOZ ROMERO
GEOVANNY VILLA TORRES

Presentado al Ing. ROBERTO OSIO

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
XI SEMESTRE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BARRANQUILLA
2007

MANUAL

DE

USUARIO

UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR
HEMEROTECA
BARRANQUILLA

INGRESO AL SISTEMA

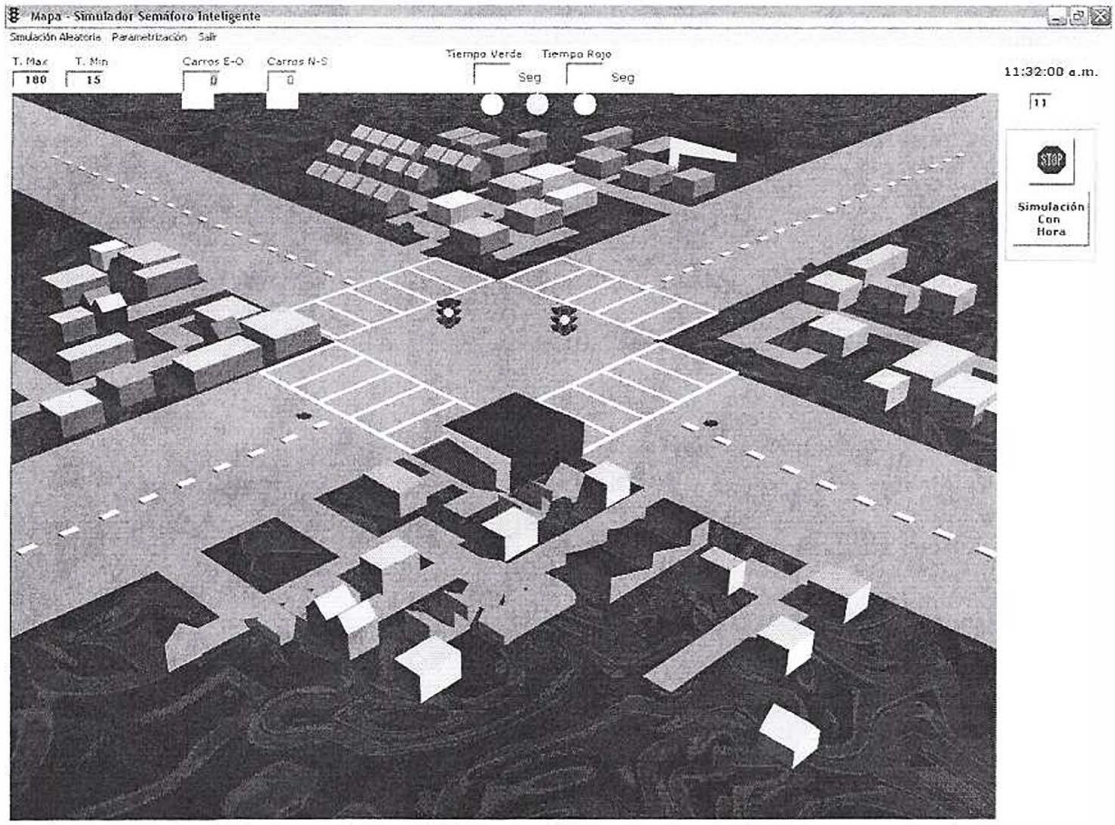
En el espacio del usuario digita el nombre que lo identifica en el sistema, la clave de acceso marque la contraseña secretas para entrar al sistema. En esta pantalla se encuentran también los siguientes iconos.

Con este icono se confirma en el sistema la información digitada por el usuario en los campos usuario y contraseña antes mencionados.

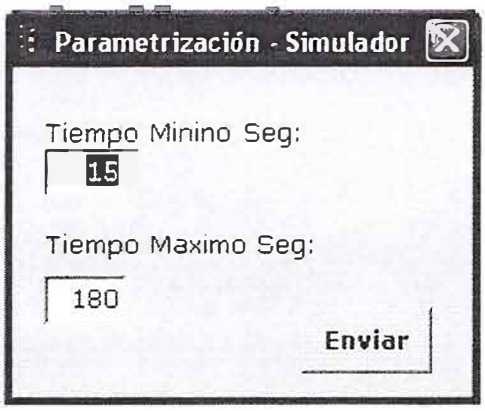
Este icono sirve para salir del sistema.

Después de haber digitado el nombre de usuario y la contraseña emerge la siguiente ventana que consta de los siguientes iconos y herramientas.

En la esquina superior izquierda se encuentre un menú donde se encuentran tres opciones. ***Simulación Aleatoria***, ***Parametrización*** y ***Salir.***



Simulación Aleatoria: Haciendo clic con el Mouse en la pestaña de *Simulación Aleatoria,* comienza la simulación del semáforo aleatoriamente dependiendo de los tiempos establecidos en la Parametrizacion y la hora que se este simulando, ya que dependiendo de la hora que se valla a simular generara la cantidad de vehículos en la calle.



Parametrización: Haciendo clic en la pestaña del menú Parametrización emergerá una nueva ventana con la siguiente información.

Tiempo Mínimo Seg:

En esta caja de texto se digita la cantidad en segundos del tiempo mínimo que se retraso en el cambio de luces en los semáforos.

Tiempo Máximo Seg:

En esta caja de texto se digita la cantidad en segundos del tiempo máximo que se retraso en el cambio de luces en los semáforos.

Enviar Con este icono haciendo clic se confirma y se valida la información digitada en las cajas de texto antes mencionadas.

Salir: en esta pestaña del menú, haciendo clic se sale del sistema.

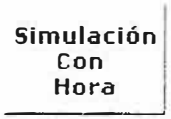
T. Max 180 T. Min 15 En estas casillas de información **T. Máx.** y **T. Min.** Se almacena la información ingresada anteriormente en la Parametrización.

Carros E-O 0 Carros N-S 0 En estas casillas ***Carros E-O*** (carros en el carril Este, Oste) y ***Carros N-S*** (carros en el carril Norte, Sur) toman los valores de la densidad vehicular generada por la simulación aleatoria en determinada hora.

En estas casillas ***Tiempo Verde*** y ***Tiempo Rojo*** se almacenan los tiempos máximos para cada luz del semáforo de determinado carril, calculados internamente por el sistema y le asigna en cada casilla.

Inicialmente circulo que se encuentra en la parte inferior de las casillas queda parpadeando con el color amarillo (ámbar del semáforo) señalando que en ambas vías no se encuentran vehículos.

Este icono se utiliza para detener la simulación aleatoria en cual en cualquier momento.



Este icono se mantiene activo al momento de cargar la aplicación, al comenzar la simulación el sistema carga la hora de la Terminal donde este instalado y generará las densidades de acuerdo a la hora programada en el servidor.

Este icono se utiliza para simular en una hora específica.