

Juegos de Simulación sobre WWW para la Formación.

Vergara González, E^{1p}.; Martínez de Pisón, J¹.; Alba Elías, F¹.; Pernía Espinoza, A².

¹UNIVERSIDAD DE LA RIOJA. Area de Proyectos de Ingeniería.

²UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Dpto. de Circuitos y Medidas

RESUMEN

Existe una enorme cantidad de actividades cuyo aprendizaje práctico resulta imprescindible para su correcta ejecución posterior. Entre estas, deben destacarse aquellas cuya práctica es difícil o imposible dadas sus especiales características. Las razones son muy diferentes: por la cantidad de recursos que deberían ser movilizados, por el riesgo que implican dichas simulaciones, o por la propia complejidad de la situación. Es sobre este tipo de actividades sobre las que resulta interesante el desarrollo de simuladores, que de una forma lo más fiel posible, reproduzcan la situación a estudio, y permitan una formación práctica que de otra forma sería poco menos que imposible lograr. Las tecnologías de la información nos permitirán desarrollar este sistema en un entorno distribuido, que permita el acceso a la formación a aquellos estudiantes que no pudieran disponer de personal adecuado para la impartición de la docencia.

ABSTRACT

There is a huge amount of tasks whose practical learning is essential for its correct execution. Among these task, we are concerned about those whose practical performance is difficult to achieve due to their special characteristics. There are very varied causes for that: the amount of resources that would have to be involved, the risk that these simulations implie, or the complexity of the situation. In this set of task we can get more value with the development of simulators, instead of exposing ourselves to the actual enviroment. These simulators must reproduce the situation to study, and allow a practical learning, that with other alternatives it would be hard to obtain. Information technology comes to help with the development of this system in

distributed environments, that will provide the necessary information to students who might not have access to qualified teachers.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo experimentado en las últimas décadas por los ordenadores personales y las telecomunicaciones ha hecho posible la expansión de *INTERNET* y la aparición de una gran variedad de aplicaciones basadas en la *Web*. Desde la popularización de las pantallas de ordenador basadas en los tubos de rayos catódicos, la idea de utilizar los computadores en el campo de la educación fue tomando fuerza poco a poco y han surgido infinidad de aplicaciones de tipo educativo. Sin embargo, la idea de una educación basada en ordenadores a través de *INTERNET* no ha tomado fuerza hasta nuestros días donde este es un campo de investigación en constante evolución.

De todos los posibles sistemas de enseñanza –libros on-line, software educativo de entretenimiento, software educativo, educación on-line-, son los *sistemas de enseñanza-aprendizaje basados en la Web* los que más ventajas presentan ya que no se necesita una gran inversión (*un ordenador personal, un Sistema Operativo, un navegador Web, un modem y una línea telefónica*) y, además, la *Web* hace posible el acceso independiente del tiempo y la ubicación de los participantes.

2. EL PROBLEMA PLANTEADO

Nuestro país es el objetivo, año tras año, de diferentes tipos de emergencias, tanto naturales –presentes en nuestra vida a nuestro pesar-, como tecnológicas –presentes porque están implicadas en actividades necesarias o útiles en la vida diaria-.

Cada verano se repite en nuestros bosques la ya clásica, por desgracia, imagen del incendio forestal; cada otoño la zona del levante español sufre las inundaciones debidas a la llamada “*gota fría*”; cada invierno diferentes pueblos y puertos de montaña, junto con sus habitantes, quedan aislados debido a las tormentas de nieve, junto a los conductores que circulan por sus carreteras y sus vehículos.

A pesar de esta aparente repetitividad en el tiempo y en el espacio, y el hecho de que estas emergencias se producen en algún momento dentro de un cierto periodo (verano, otoño o invierno en el caso de la emergencias anteriormente

mencionadas), y en una determinada zona geográfica, lo cierto es que el ciclo es claramente aleatorio, no sólo por la vaguedad que supone el considerar eventos de duración relativamente corta (un incendio puede durar unos días, dentro de un periodo a considerar de seis, o más, meses), o por la vaguedad en el espacio (aunque la “gota fría” se produce en el Levante, no siempre es la misma la zona la afectada), sino que también existen un conjunto de variables que podrían denominarse “variables locales” que influyen en el desarrollo de la emergencia. Estas variables son las que se utilizarían en cualquier modelo de simulación de emergencias, siendo parámetros que incumbirían especialmente, a aquellos profesionales encargados de afrontar físicamente la emergencia.

Sin embargo, desde el punto de vista de la coordinación, existen otra serie de variables a considerar, que son fundamentales para contrarrestar eficazmente la emergencia. Estas variables van desde la gestión de la logística (es necesario proveer de determinados elementos y provisiones a los hombres que participan en la lucha contra la emergencia), hasta la organización de la evacuación de los damnificados, pasando por las comunicaciones con el personal, las interacciones con los medios de comunicación, la coordinación con las autoridades locales, etc.

Un ejemplo de esto es lo acontecido con ocasión del atentado contra las Torres Gemelas de Nueva York. Evidentemente, en este caso, no existía una escasez de recursos, ni humanos ni materiales, pero cuyo sistema informático de gestión de emergencias de esa ciudad se encontraba en el piso 23 del *World Trade Center 7*, el cual perdió estabilidad y se derrumbó poco después que las Torres Gemelas, aplastando los servidores de dicho sistema. A partir de entonces los pedidos se harían a través de la radio local, de forma que un simple pedido de hielo para un hombre ocasionó el traslado de un camión con 15Tm de hielo, y un pedido de aspirinas supuso en el envío de miles de cajas de este medicamento.

Una vez vista la importancia que la coordinación tiene para llevar a buen fin la lucha contra las emergencias, es necesario contemplar como se encuentra en estos momentos la formación de los profesionales encargados de realizar esta coordinación y gestión de recursos.

En nuestro país no existe una formación reglada específica orientada a la coordinación de emergencias, ni a nivel de formación profesional, ni a nivel de Universidad.

La formación que se imparte acostumbra a ser común para las dos posibles actividades, la coordinación-gestión, y la operativa-actuación, siendo en el primero de los dos casos adquirida, en su mayor parte, en base a la propia experiencia profesional en este campo, y generada por iniciativa particular de los profesionales (revistas profesionales, boletines internos, etc.).

A esto es necesario añadir que el personal de coordinación se encuentra dividido en diferentes niveles (operadores, coordinadores, y técnicos), la cual se realiza en función de unos requisitos previos formativos en determinados campos (electrónica, telecomunicaciones, etc.), y en sus distintos niveles académicos (FPI, FIP, universidad, etc.), y no en sus conocimientos y aptitudes en el campo de la gestión y coordinación.

Es por esta ausencia de una formación adecuada a las exigencias actuales, y la necesidad de que esta se imparta de una forma asimilable a la experiencia que un profesional de este tipo acumula a lo largo de los años de realización de su trabajo, que se propone la realización de un sistema de entrenamiento experimental, que facilite un entrenamiento realista a aquellas personas encargadas de gestionar y coordinar estas emergencias.

3. LOS OBJETIVOS DEL SISTEMA

El sistema propuesto se plantea como un simulador en tiempo real capaz de dar respuesta a los problemas de entrenamiento de los gestores de emergencias, reproduciendo de forma cómoda y eficaz las posibles situaciones que pudieran presentarse en una emergencia real, de una forma simple, económica y sin provocar molestias a la población.

La simulación es una herramienta de trabajo habitual en determinados entornos donde la práctica real de la actividad simulada supone un claro riesgo o es antieconómica, o coinciden ambas características. Así, es habitual encontrar estos sistemas relacionados con el mundo de la aeronáutica o en la navegación marítima, donde el coste de la hora de vuelo o de navegación para formar a un único piloto es desmesurado, y en franca contraposición con el beneficio económico que espera toda compañía comercial.

De esta forma es posible, por un lado, formar personal suficientemente cualificado a unos costes asequibles, y por otro, simular emergencias que preparen al alumno

para responder a ellas en el vuelo o la navegación real, pero sin que este entrenamiento suponga riesgo alguno para los ocupantes ni para la nave, no pudiendo tampoco ser despreciadas otras ventajas que aporta la simulación, como pueden ser que no interfiere con la producción normal de la empresa, el ahorro de tiempo de instructor, la posibilidad de repetir todas las veces que sea necesario la emergencia, o la posibilidad de reproducir situaciones de emergencia que no son practicables en la máquina real, como puede ser la pérdida en vuelo de un motor de un avión, o la entrada en determinados puertos marítimos que por su volumen de tráfico lo hacen inviable.

Este aspecto de la simulación se está extendiendo cada vez más a empresas de carácter industrial, que aprecian la reducción de costes en formación y la seguridad que aporta la simulación.

Es en este ámbito en el que se engloba el proyecto que aquí se propone: la imposibilidad de simular en la vida real las condiciones que se producen durante una emergencia natural. Podría opinarse que esto no es totalmente cierto, ya que existen los denominados “*simulacros*”; sin embargo, estos deberían entenderse como exámenes de la capacidad de respuesta del equipo responsable de la coordinación de la emergencia, no como una forma de obtener la formación necesaria para responder con eficacia e inmediatez desde el punto de vista de la coordinación y la gestión de los recursos.

Son conocidos diversos sistemas de simulación de emergencias de todo tipo, sin embargo la práctica totalidad de ellos se encuentran orientados a la optimización de estrategias frente a emergencias, de forma que se busca una simulación lo más exacta posible, utilizando para ello modelos matemáticos complejos, y sofisticadas –y caras- estaciones de trabajo, o bien al intento de predicción de dichas emergencias.

Hay que destacar que no son estos los objetivos del proyecto aquí planteado, el cual se enfoca hacia el *entrenamiento experimental* de los responsables de la gestión y coordinación, es decir, el personal que permanece en el Centro de Coordinación Operativo Integrado (CECOPI): operadores, coordinadores y jefes técnicos de áreas.

El hecho de que sistema no esté enfocado a la simulación y predicción, sino al entrenamiento, permite que los modelos no tienen que ser tan complejos como los

necesarios para la predicción de emergencias, y el funcionamiento podrá ser en tiempo real de forma que el alumno pueda comprobar en un tiempo razonable el resultado de sus acciones.

Por otro lado, y gracias a la simplificaciones de los modelos, se pretende simular algunos aspectos de las emergencias que suelen ser olvidados en las simulaciones habituales, y que sin embargo, son fundamentales para la correcta respuesta a la emergencia, como son la logística (es necesario proveer de determinados elementos y provisiones a los hombres que participan en la lucha contra la emergencia), las comunicaciones con el personal, la interacción con los medios de comunicación, la coordinación con las autoridades locales, o la evacuación de los afectados.

El sistema es parametrizable en función de los tres niveles de personal existentes en el CECOPI. La formación variará en cada caso, tanto en el tipo –adecuado a cada nivel profesional- como en su duración, estimándose necesarias entre 50 y 100 horas para la formación de un Operador; entre 200 y 250 horas para un Coordinador; y entre 250 y 300 horas para la formación de un Jefe Técnico de Área, equiparándose las horas de entrenamiento experimental a horas de formación teórica

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El objeto de este artículo es un sistema distribuido, basado en tecnología web, e implementado en lenguaje Java, lo que le proporcionará una capacidad multiplataforma que permitirá la independencia de la plataforma y el sistema operativo, lográndose de esta forma que el sistema pueda ser utilizable en dispositivos móviles del tipo PDA (Asistente Digital Personal), o en cualquier otro dispositivo para el que exista una máquina virtual Java y permita una conexión a la Red.

El sistema se basa en un modelo de capas, donde la capa más externa es una capa que representa el escenario propuesto por el instructor para ser resuelto por el alumno. Esta capa es generada, en un lenguaje de script, por el instructor con una herramienta diseñada a tal fin, de forma que no sean exigibles al instructor conocimientos de programación en ningún lenguaje concreto, ya que la herramienta de creación de escenarios dirige al instructor a modo de “asistente” a través de los

pasos necesarios para desarrollar el escenario deseado, y posteriormente será traducido al lenguaje de script.

La segunda capa o capa de emergencia, es la capa asociada al tipo de emergencia que se pretende simular, y es la encargada de leer los datos contenidos en el fichero de escenario, transferir estos datos al motor de inteligencia artificial, y en función de los eventos generados por este motor, convertirlos en acciones propias de la emergencia que se esté simulando. De esta forma, responde de la manera más realista posible a las acciones emprendidas por el alumno.

Con el fin de validar este sistema se desarrolla una capa de emergencia dedicada a los incendios forestales. Esto es debido a dos motivos fundamentalmente: el primero, es la alta tasa de incidencia de este tipo de emergencia en nuestro país; el segundo es el gran número de variables que entran en juego en un incendio, lo que permitirá dar una mayor dificultad a las simulaciones.

La tercera capa es el motor de inteligencia artificial. Dicho motor se encargará de recibir los datos del escenario interpretados por la capa de emergencia, y responder de forma “inteligente” a dichas situaciones, generando una serie de eventos, que si bien en el interior de esta capa, son simples eventos sin ninguna relación aparente con la emergencia descrita en la anterior capa, una vez son recibidos por esta, son traducidos a eventos propios de dicha emergencia –en este caso, incendios forestales-.

Este motor inteligente está basado en redes neuronales –perceptrones multicapa en un principio, si bien no se descarta el uso de otro tipo de red neuronal en función de la calidad de la respuesta lograda en la simulación de las variables-. Estas redes neuronales están desarrolladas a partir del software de simulación y entrenamiento de redes neuronales de la Universidad de Sttutgard, el conocido *SNNS (Stturgard Neural Network Simulator)*.

Los datos necesarios para el entrenamiento de las redes neuronales pueden ser fácilmente obtenidos en algunos casos, cuyo valor sea un valor claramente definido, como es el caso de las variables que intervienen en cualquiera de los modelos matemáticos de emergencias existentes. Sin embargo, y tal como se explicó anteriormente, se pretende que el sistema considere otros parámetros que los meramente matemáticos, como la coordinación con las autoridades locales, la fiabilidad humana, la logística, etc. La incidencia e importancia de estas variables,

por su naturaleza, sólo pueden ser conocidas a través de la experiencia de los propios profesionales, por lo que se realizará una fase de adquisición del conocimiento experto que estos profesionales poseen con el fin de poder considerar estas variables y hacerlo de la forma más realista posible. Para ello se implementa un motor de lógica difusa que permite recoger este conocimiento en forma de reglas de actuación –expresiones lingüísticas-

La cuarta capa estará formada por el sistema de información geográfica, la interfaz de usuario y el subsistema de identificación de usuarios.

Como sistema de información geográfica, se propone el uso del sistema de libre uso *OpenMap*. Este software es un toolkit basado en “*Java Beans*” diseñado específicamente para permitir el desarrollo de aplicaciones que requieran el uso de información geográfica. El núcleo de *OpenMap* es un conjunto de componentes capaces de manejar datos geográficos y capaces de representar datos en mapas, así como recoger eventos producidos por el usuario y modificar los mapas con dichos datos. Este GIS está escrito completamente con clases estándar Java, con lo que resulta muy sencillo de modificar para adaptar a las necesidades de cada aplicación, especialmente su interface gráfico.

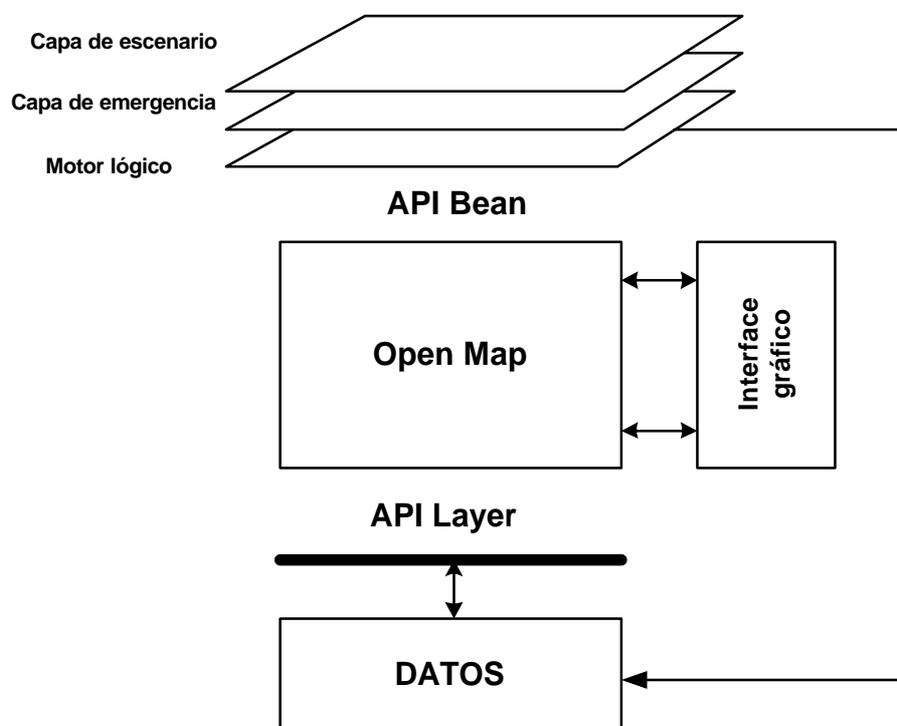


Fig.1 - Estructura de la aplicación

Estos componentes se enlazarán al motor de inteligencia artificial a través de los que se conoce como “**API Bean**” que permite relacionar las funciones de OpenMap con la aplicación que se desarrolla.

El interface gráfico de usuario (GUI) será el elemento de relación entre la aplicación y el usuario. Dicho interface se diseñará partiendo de la disposición de los equipos en un Centro de Coordinación, de forma que represente lo más fielmente uno de estos centros con el fin de que la simulación gane en verosimilitud. En esta fase del proyecto se pretende realizar una serie de vistas al CECOPI de Gijón con el fin de conocer con todo detalle la forma de trabajo y de manejo de los equipos allí dispuestos.

El tercer subsistema de esta capa es el control de acceso de usuarios a la aplicación. Como cualquier sistema multiusuario, el acceso debe estar restringido a aquellos usuarios autorizados a acceder al sistema, e incluso limitar los privilegios de aquellos usuarios que realmente no los necesiten. El objeto es evitar el acceso de usuarios no autorizados que pudieran modificar o eliminar datos del sistema. Esta validación del usuario se realizará contra la base de datos instalada en el servidor.

La última capa del sistema se refiere a la base de datos relacional. Esta base de datos almacenará los datos geográficos necesarios para simular las situaciones, y representar la información en el sistema de información geográfica. Como motor de base de datos relacional se ha seleccionado *MySQL*. *MySQL* es una implementación “*Open Source*”, es decir, gratuita, cliente/servidor que consiste en un demonio servidor y muchos programas y librerías cliente distintos. Las principales características de *MySQL* son la rapidez, robustez y facilidad de uso, resultando especialmente interesante para este proyecto la disponibilidad de clientes Java, además de poseer la posibilidad de conectar mediante la base de datos *MS-Access* al servidor utilizando ODBC. *MySQL* está disponible para los sistemas operativos más habituales (Linux, SCO, Solaris, SUNOS, IRIX, AIX, DEC UNIX, HPUNIX, Windows).

La base de datos se enlazará con el sistema de información geográfica a través del API de capas (**API Layer**), el cual permite generar las capas de información necesarias a partir de los datos almacenados en la base de datos.

Esta base de datos se ejecutará sobre una máquina con sistema operativo Linux, ya que se posee una importante experiencia en el uso de dicha base de datos bajo este sistema operativo de libre distribución.

Es importante resaltar que todo el software que se utiliza en este proyecto es de libre distribución, por lo que su coste es nulo. Sin embargo, este coste nulo no desmerece la calidad de estos componentes, siendo algunos de ellos, como el sistema operativo Linux, o la base de datos MySQL, reconocidos como los mejores en su campo de forma unánime.

5. CONCLUSIONES

El trabajo que aquí se presenta supone la aplicación de una tecnología emergente como es el entrenamiento experimental. Por otro lado es posible la simulación de variables nunca contempladas por los diferentes modelos matemáticos y motores, tales como la relación con los medios de comunicación, o el pánico de los afectados por una emergencia. El sistema se ejecuta sobre entorno web, haciendo posible que la formación pueda dividirse, al menos, en dos unidades: una a impartir de forma presencial en el propio Centro, y otra que puede ser desarrollada donde el alumno desee, siempre que se cuente con una conexión a Internet y un PC.

Este sistema permite también posibilidad de impartir cursos distribuidos, donde el instructor permanezca en su localidad, y los alumnos en la suya. De esta forma se soluciona el problema que pudieran presentar organizaciones locales, pequeñas, que no posee instructores cualificados, y con experiencia, para impartir esta formación con garantías de calidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. *De las catástrofes ambientales a la cotidianidad urbana : la gestión de la seguridad y el riesgo.* II Coloquio hispano-Canadiense de Barcelona ; coordinadores Jesús Requena Hidalgo, Mar Campins Eritja. Barcelona : Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2000
- [2]. *Devastation! : the world's worst natural disasters.* Lesley Newson. New York : DK, 1998

- [3]. *Natural hazards : explanation and integration*. Graham A. Tobin and Burrell G. Montz. New York ; London, Guilford, cop. 1997
- [4]. *Perils of a restless planet : scientific perspectives on natural disasters*. Ernest Zebrowski. Cambridge [etc.], Cambridge University, 1997
- [5]. *Los peligros naturales en España en 1992*. [realizado por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España, con la colaboración de CIECSA]. Madrid : Instituto Tecnológico GeoMinero de España, D.L. 1994
- [6]. *Environmental hazards : assessing risk and reducing disaster*. Keith Smith. -- 2nd ed. London ; New York, Routledge, 1996

CORRESPONDENCIA

Eliseo Vergara González. Universidad de La Rioja. Área de Proyectos de Ingeniería. Edificio Departamental, C/Luis de Ulloa, 20 – 26004 LOGROÑO

Tel. : + 34 941-299-275

FAX: + 34 941-299-478

E-mail : eliseo.vergara@dim.unirioja.es