

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/263844390>

UVIMO: SIMULADOR DE ENTRENAMIENTO EN EMERGENCIAS SANITARIAS

Conference Paper · June 2003

CITATIONS
0

READS
1,383

4 authors:



Arcadio Reyes-Lecuona
University of Malaga

88 PUBLICATIONS 571 CITATIONS

SEE PROFILE



Raquel Viciano-Abad
University of Jaén

45 PUBLICATIONS 370 CITATIONS

SEE PROFILE



Carmen García-Berdón
University of Malaga

14 PUBLICATIONS 55 CITATIONS

SEE PROFILE



Antonio Diaz
University of Malaga

104 PUBLICATIONS 788 CITATIONS

SEE PROFILE

UVIMO: Simulador de Entrenamiento en Emergencias Sanitarias.

A. Reyes-Lecuona
R. Viciano-Abad
C. García-Berdónes
A. Díaz-Estrella

Departamento de Tecnología Electrónica
Universidad de Málaga
ETSI Telecomunicación, Campus de teatinos, CP. 29071
Málaga, España.
areyes@uma.es

Resumen. En esta comunicación se presenta UVIMO, un simulador de entrenamiento en el ámbito de las emergencias sanitarias, basado en Realidad Virtual. UVIMO recrea de forma realista un mundo tridimensional en el que un paciente simulado presenta un caso clínico típico de una situación de emergencia. El paciente se modela usando un sistema experto. Asimismo, presenta la posibilidad de incorporar actores virtuales que añaden mayor sensación de presencia, así como una recreación de la instrumentación médica usada en estas situaciones. La aplicación incorpora una consola de supervisor desde la que el profesor puede controlar los parámetros de la simulación, y estudiar de forma detallada el registro de las acciones del alumno. La aplicación ha sido probada con un caso de infarto agudo de miocardio en un paciente diabético de insulina, siendo la valoración de los usuarios muy positiva.

1-. Introducción.

Existen diversos campos donde es muy importante el aprendizaje de determinadas habilidades antes de proceder a la actuación real. En estos casos es necesario recurrir a clases prácticas donde los profesores de entrenamiento intentan provocar situaciones reales para que el alumno pueda practicar. Desafortunadamente, hay casos donde no es aconsejable esta solución, por ejemplo cuando se entrena en entornos peligrosos, cuando los equipos o maquinaria utilizados son muy caros y/o delicados o cuando hay riesgo para la vida humana. Tal es el caso de la medicina, la aeronáutica, la automoción, las centrales de producción energética o los servicios de protección civil. Es por todo lo expuesto por lo que con mas frecuencia se recurre al uso de Simuladores de Entrenamiento.

Con este tipo de herramientas, el alumno se enfrenta a situaciones que le obligan a desarrollar in situ modelos mentales que le permitan resolver el problema planteado [JONA02]. Sin embargo, las situaciones anteriormente mencionadas suelen llevar aparejado un alto nivel de estrés y ansiedad, que tiende a bloquear los mecanismos mentales necesarios para esa construcción de modelos. Por ello, un simulador de entrenamiento que pretenda incrementar este tipo de habilidades deberá ser capaz de provocar dichos estados de ansiedad y estrés de forma adecuada, para lo que será necesario alcanzar un alto grado de presencia [HEET92], lo que se consigue usando técnicas de Realidad Virtual (RV).

En este artículo se describe la implementación de un simulador de entrenamiento en situaciones de emergencia sanitaria, denominado UVIMO. Se trata de un sistema que modela dichas circunstancias o situaciones a través de un ambiente generado por computadora, en donde se tiene la capacidad de interactuar con los elementos o componentes de dicho medio. En concreto UVIMO es un sistema de entrenamiento basado en técnicas de RV, de alumnos en unidades de vigilancia intensiva (UVI) móviles.

Atendiendo a la clasificación de la RV como uno de los cuatro paradigmas de interacción existentes [LORE01], se puede entender a la interacción como los rasgos que permiten al usuario manipular el curso de la acción dentro de una aplicación de RV, permitiendo que el sistema responda a los estímulos de la persona que lo utiliza creando interdependencia entre ellos.

El espectacular incremento de la potencia de cálculo de los sistemas informáticos ha hecho evolucionar a los sistemas de entrenamiento, desde los primeros entrenadores con recreaciones físicas del entorno, hasta los modernos sistemas basados en realidad virtual.

Otro de los elementos que ha evolucionado en este sentido es la inteligencia de los entrenadores. Si pretendemos conseguir un alto grado de presencia es fundamental que la complejidad del entorno, incluyendo los comportamientos de los seres que lo habitan, estén correctamente modelados. En particular, en UVIMO, el paciente presenta un comportamiento extremadamente sofisticado, que requiere además un modelado muy cuidado, puesto que en ello se basa la utilidad del sistema.

La solución aportada en nuestro caso ha sido la utilización de un sistema experto, programado a partir de una serie de entrevistas con especialistas en anestesia, para modelar un caso clínico típico de las situaciones de emergencia sanitaria, un infarto agudo de miocardio en un paciente diabético de insulina.

2.- Simuladores de entrenamiento en el ámbito de la medicina.

La mayor parte de los simuladores de entrenamiento médico se basan en programas multimedia interactivos, en programas que controlan en diverso grado maquinaria específicamente diseñada para recrear el entorno de trabajo y, en casos muy especiales, en entornos virtuales inmersivos.

Los Programas Multimedia Interactivos (PMI) explotan las posibilidades multimedia del PC (sonido, audio, vídeo) y se están utilizando hoy en día, por ejemplo en anestesiología. Sus ventajas son bajo coste, posibilidad de autoentrenamiento y simulación de complejos modelos. El inconveniente principal de los PMI es la dificultad para que el usuario adquiera el grado de estrés que le provocaría la situación real, ya que asiste como un espectador a la situación. Por ejemplo, en simuladores de entrenamiento médico de este tipo, la comunicación con el paciente se suele basar en preguntas escritas que el paciente virtual responde mediante la reproducción de ficheros de audio pregrabados. BodySim [ADVS] o Resussim [SOPH] son algunos de los productos más representativos. Últimamente, el RTI (Research Triangle Institute) de Carolina del Norte(USA) ha presentado VirtualEMS [RTI] un sistema similar a los anteriores que presenta un interfaz gráfico 3D realista.

Otros simuladores se basan o se complementan en la existencia de máquinas específicamente diseñadas para el simulador. Un caso especialmente significativo son los Simuladores médicos basados en Maniqués Instrumentados (SMI). Están especializados en el entrenamiento de habilidades. El alumno puede intervenir físicamente al paciente (suministro de algún fármaco, desfibrilador, intubación) y sentir (ver, oír, tocar) sus reacciones (ruptura de un vaso sanguíneo, pulso, respiración). Además, el maniquí genera señales fisiológicas que son registradas por equipos reales (electrocardiógrafos, monitores de presión sanguínea, respiradores) que el alumno puede consultar. Hoy en día, estos maniqués incorporan casi todas las prestaciones que ofrecen las PMI. La comunicación con el paciente suele ser similar a la utilizada en los PMI pero poco efectiva ya que el maniquí no incorpora animación facial. El mayor inconveniente del SMI es que es un sistema caro tanto en su adquisición como en su mantenimiento. Al igual que los PMI, no consiguen transmitir el grado de estrés necesario ya que el maniquí no es creíble como paciente. Además hay información semiológica muy importante que no suele representarse en estos sistemas (coloración de la cara, dilatación de pupilas, etc.). Estos simuladores se suelen complementar con actores de teatro que interpretan una situación determinada para dar mayor realismo al escenario (ruido de fondo, un paciente malhumorado, lloroso o con convulsiones, un familiar en estado histérico, una tercera persona que estorba la labor del médico, etc.). HPS (Human Patient Simulator) [METI] o SimMan [LAER] son algunos de los productos más significativos. El MRT (Medical Readiness Trainer) de la universidad de Michigan (EEUU)



Figura 1: Entorno visto por el alumno. En él se representa al paciente virtual y una recreación de los equipos usados para su tratamiento.

[PLET00] combina un maniquí instrumentado con técnicas de realidad virtual inmersiva para recrear el escenario de operación. Otros simuladores de entrenamiento con esta misma estrategia pero en otros campos de aplicación se pueden encontrar en [5DT].

En Estados Unidos se han desarrollado, mediante técnicas de realidad virtual inmersiva, algunos simuladores de entrenamiento de emergencias para el ejército norteamericano. Destacan el Virtual Medical Trainer-Trauma Patient Simulator del Research Triangle Institute en Carolina del Norte [KIZA98], el VERTS (Virtual Emergency Response Training System) del Departamento de Defensa norteamericano [DOD] y BioSimMER de los laboratorios Nacional Sandia en Alburquerque (Nuevo México) [GERM99]. Diabolo VR [ESEM] es un reciente desarrollo europeo similar a los anteriores de.

Está demostrado que la sensación de presencia no sólo se consigue mejorando el realismo de la escena o reduciendo la latencia de los periféricos [WITM98], una fuerte interactividad con el mundo virtual mediante interacción multimodal puede compensar un modelado poco realista. La interacción multimodal usa varios tipos de canales de comunicación que se interrelacionan entre sí de forma inteligente. En este sentido, nuevas técnicas como el interfaz de voz, la animación facial, el reconocimiento de gestos de usuario o el tratamiento de sus señales psicofisiológicas, pueden conseguir mejores objetivos que las técnicas tradicionales.

3-. Descripción del Sistema UVIMO.

El sistema UVIMO es un sistema de entrenamiento de alumnos en unidades de vigilancia intensiva (UVI) móviles basado en técnicas de realidad virtual. El sistema emula una UVI móvil recreando un entorno con un paciente y los equipos usados en este tipo de emergencias (Figura 1). La aplicación permite, por un lado, que el alumno interactúe con el mundo virtual mediante periféricos convencionales o avanzados, y por otro, que el profesor configure y monitorice la sesión de entrenamiento. En la figura 2 se muestran de forma intuitiva los bloques que forman el sistema UVIMO y el flujo de información que se intercambia entre los mismos:

- El profesor interactúa con la aplicación, mediante un panel de control, que le permite, por un lado, configurar la sesión mediante la programación del caso clínico concreto, ya sea cargando de la base de datos un caso específico o mediante la creación de uno nuevo atendiendo a las características del paciente elegido; y por otro lado controlar y monitorizar la evolución de la sesión, atendiendo a las acciones que el alumno efectúe sobre el paciente, e interviniendo cambiando en un momento dado el estado del paciente.

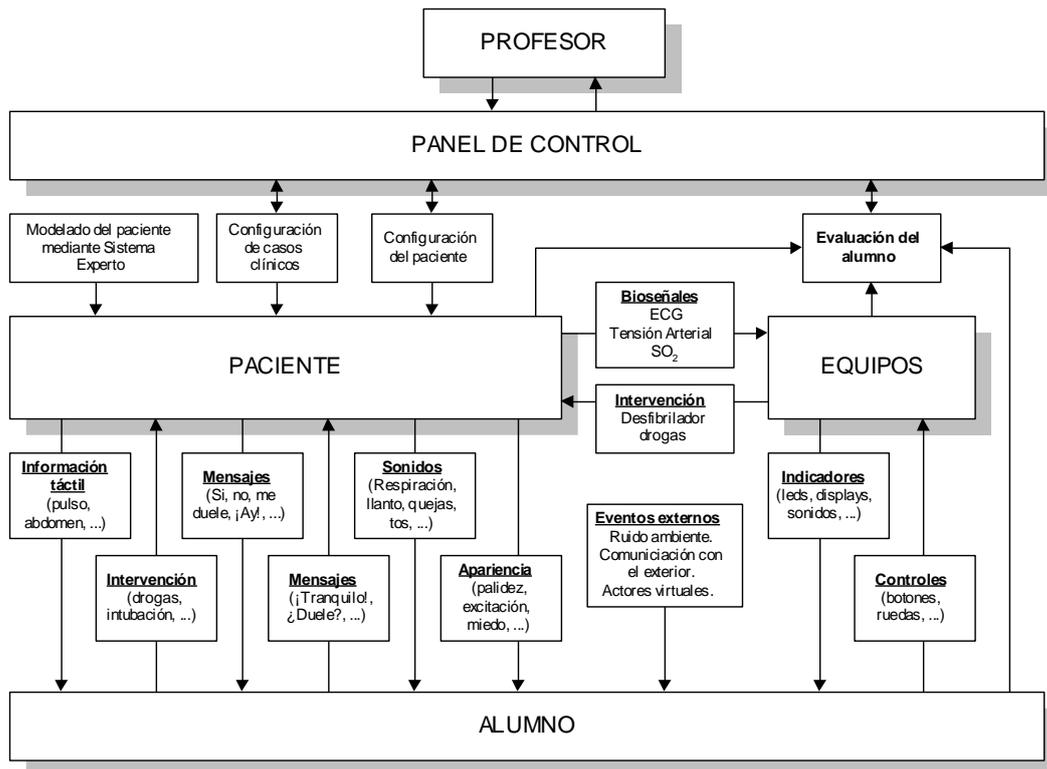


Figura 2: Diagrama de bloques de UVIMO. Las flechas indican flujo de información

- El sistema gestiona el estado y la representación del paciente y de los equipos, mediante un gestor de estados y dos motores. El gestor de estados es un sistema que crea y actualiza una estructura de datos asociada con el estado del paciente y de los distintos equipos representados en el mundo virtual. Incorpora las herramientas para unir estos elementos con los motores, para así modificarlos en base a una serie de reglas. El primer motor se nutre de las reglas y características del paciente que, o bien fueron dadas por el profesor a través del panel de control, o bien fueron programadas en el sistema experto, como se comentará más adelante. El segundo es un motor gráfico que presenta gráficamente en un entorno virtual la evolución del paciente durante la sesión.
- El alumno interactúa con el sistema a través de una ventana en la que aparece representado el mundo virtual, y mediante el uso de una serie de periféricos, que van desde el ratón o el joystick, hasta un casco con *tracker* y visión estereoscópica. Además el mundo responde a determinadas actuaciones del alumno mediante la ejecución de ciertas tareas asociadas con la animación de los distintos elementos y la emisión de sonidos y mensajes vocales.

4-. Herramientas y desarrollo.

4.1 Motor.

El motor del comportamiento complejo del paciente emulado en UVIMO, se implementa a partir de una librería dinámica (*motor.dll*). Esta librería implementa las estructuras de datos gestionadas por el motor y las reglas que guían su comportamiento. Para la implementación de dichas reglas, UVIMO posee dos mecanismos diferentes. En el primero de ellos, de forma gráfica, el profesor puede diseñar un diagrama de flujo del comportamiento del paciente, atendiendo a diferentes condiciones basadas en las actuaciones del médico alumno y el propio estado actual del paciente.

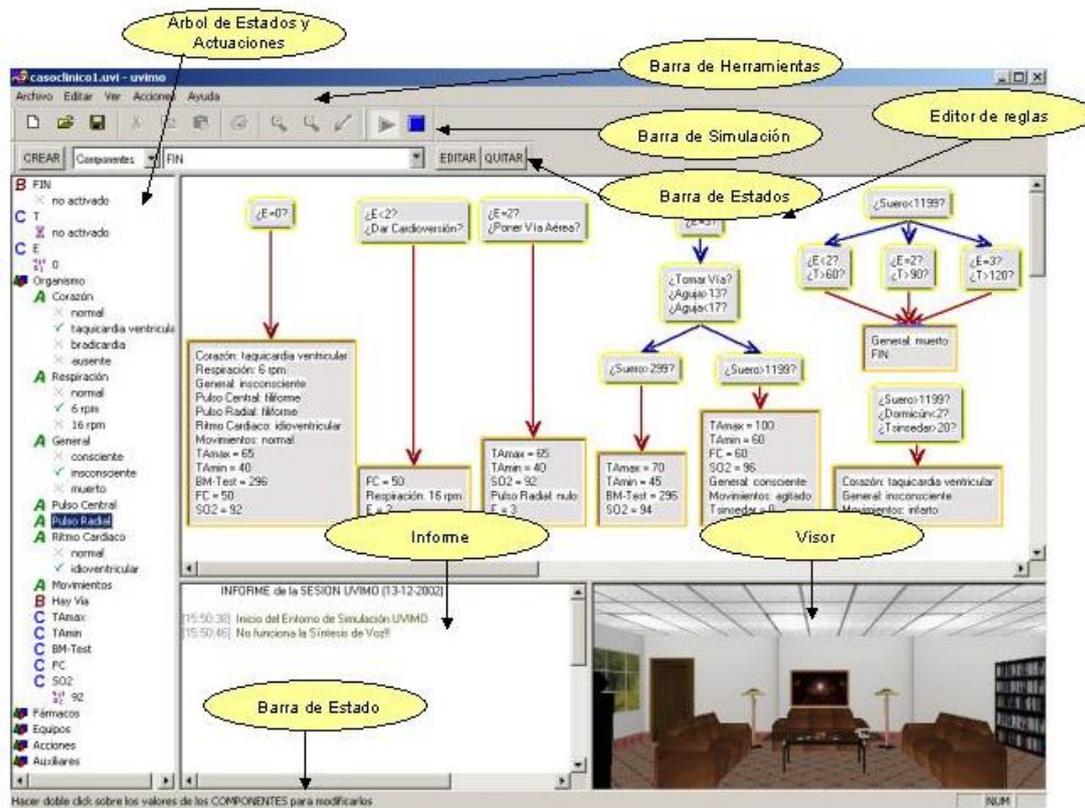


Figura 3: Panel de control a través del cual el profesor interactúa con el sistema.

También se ha implementado un segundo mecanismo para el modelado del paciente que permite desarrollar modelos mucho más complejos. Se trata de un sistema experto, basado en el entorno CLIPS 6.10 [CLIP98]. Contando con el conocimiento de un experto, se definen una serie de reglas para el comportamiento del paciente. Estas reglas conformarán la base de conocimiento del sistema experto. CLIPS posee, como herramienta adicional, una extensión que permite representar y manipular reglas de conocimiento borroso o inexacto [ORCH95]. Esto dota al sistema de una gran potencia para modelar comportamientos tan complejos como el de un paciente. En la sección 5 se detallan estos procedimientos.

4.2 Interacción con el mundo virtual.

Dado que la aplicación UVIMO ha sido dotada de interfaces multisensoriales, se ha de gestionar la entrada de forma organizada de esta información que procede de distintos canales. En este sentido, la interacción gráfica ha sido tratada mediante la 'detección de colisiones' entre un puntero controlado por un ratón o un joystick y ciertos objetos sensibles de la escena. UVIMO además permite que el alumno interactúe con la simulación mediante la voz de forma bidireccional, es decir, mediante mecanismos de reconocimiento de voz el alumno podrá actuar sobre el mundo usando órdenes verbales, y éste a su vez informará, creando un entorno mas inmersivo, mediante el sintetizado de voz.

Cada uno de los elementos, como ya se ha mencionado tiene una representación gráfica, que es gestionada por el motor gráfico. El motor gráfico usado es WorldToolkit [SENS], que es una librería C++.

4.3. El panel de control del profesor.

Como se mencionó en la sección anterior, el simulador de entrenamiento UVIMO, dispone de un interfaz dirigida al profesor que tutorice la sesión de entrenamiento, y que se muestra en la figura 3. Este panel es el que se le presenta al profesor en el momento en que

está teniendo lugar la simulación. La implementación y funcionalidad de estos controles se describe a continuación:

- *Barra de herramientas.* Permite que el profesor edite un archivo de reglas y actúe sobre el mismo, configure la vista de la simulación, permitiendo que se muestre o no el visor del alumno o el propio panel de control, eligiendo el tipo de controlador o cursor se va a poner a disposición del alumno e incluso el tipo de escenario que va a mostrarse.
- *Barra de Simulación.* Contiene los dos botones que permiten que el profesor inicie y detenga la simulación.
- *Barra de Estados y Editor de Reglas (Modelado sin sistema experto).* Estos dos controles junto con algunas de las herramientas disponibles en la barra de herramientas, actúan como editor gráfico y visor de las reglas, en base a las cuales se va a comportar el motor de la simulación. Si usa un modelado de paciente basado en sistema experto, estos controles permanecen inactivos, y toda la simulación es gobernada por el sistema experto y su base de conocimiento.
- *Árbol de Estados y Actuaciones.* Este control, activo sólo durante la simulación, permite que el profesor acceda a todos los aspectos o estados que forman la semiología del paciente, consultando y modificando sus valores, y a las posibles actuaciones activando o desactivando éstas. Por lo tanto, añade a UVIMO la funcionalidad de permitir que el profesor en un momento dado actúe modificando el estado del paciente o interaccionando con el mismo de forma que pueda participar activamente en el ejercicio del alumno.
- *Informe.* Durante la simulación este control va a actuar como un informe de todo lo que acontece durante la misma. Así, mostrará las acciones que el alumno y el profesor hayan llevado a cabo, los efectos en el estado del paciente que éstas hayan provocado, el estado de los aparatos activos durante la simulación e incluso el de algunos interfaces activos como el Reconocimiento y síntesis de voz, etc.
- *Visor.* Este control es una réplica del entorno virtual que se muestra al alumno. En el caso de que no se active el visor del alumno en esta zona aparecerá el entorno virtual de forma que el profesor pueda interactuar con el mismo como si del alumno se tratara.
- *Barra de Estado.* Permite que se muestre la funcionalidad de algunos de los controles representados sobre el panel, cuando el ratón se encuentra sobre los mismos.

4.4. Estructura y tipos de *Plugins*.

La versatilidad UVIMO como aplicación, radica principalmente en la capacidad que presenta de añadir o eliminar elementos que se representan en el mundo e interfaces de interacción del usuario con el mismo. Esto es posible por la capacidad de la creación de elementos a partir de una librería dinámica, o *plugins*, que contiene a las funciones adecuadas para ello. De este modo, a partir del parseado de un fichero, con contenido en lenguaje XML, de configuración se cargarán los *plugins* necesarios. A continuación se describirán algunos de los *plugins* implementados y la funcionalidad de los mismos:

- *Paciente.dll*, carga en el motor gráfico toda la estructura asociada con la representación gráfica del paciente, y la funcionalidad asociada con el mismo, en base a la animación facial y corporal, al sintetizado y reconocimiento de voz, como respuesta a actuaciones que se puedan producir sobre el mismo.
- *Andante.dll*, añade a la recreación virtual la posibilidad de introducir actores que andan, tosen, hablan, etc. Así, se dota de mayor realismo a la escena de una emergencia sanitaria donde pueden existir otras personas involucradas además del paciente y el médico.
- *ECG.dll*, *MaletinVA.dll*, *MaletinMedicacion.dll*. Son *plugins* que muestran y emulan la funcionalidad de determinados equipos y útiles médicos que son utilizados en este tipo de emergencias sanitarias.

5. Modelado del Paciente mediante sistemas expertos.

Como se ha mencionado anteriormente, el comportamiento del paciente puede ser modelado usando un Sistema Experto [REYE02]. La base de conocimiento de dicho Sistema Experto se dota de un conjunto de reglas fijas que describen el comportamiento general del paciente, y de tantos conjuntos de reglas como casos clínicos se definan, y que describen un comportamiento específico ante una determinada dolencia.

5.1. Reglas que describen un caso clínico concreto

Mediante una serie de entrevistas con un médico especialista en anestesiología se definió un caso clínico en el cual se detallan los cambios de estado de un paciente con antecedentes de cardiopatía isquémica y diabético de insulina, que de forma súbita ha perdido el conocimiento, debido a un infarto agudo de miocardio inferior.

Se hace la distinción entre dos tipos de reglas, por un lado aquellas que se activan por una acción llevada a cabo sobre el paciente, y por otro lado las derivadas del comportamiento que presentan las constantes vitales en función del tiempo. A continuación se describen dos de estas últimas reglas:

- La regla *ActualizarSaturacion* refleja en el valor de la Saturación de Oxígeno en sangre el descenso que éste suele sufrir como consecuencia de encontrarse por debajo de cierto valor (94%), considerado como el umbral de la normalidad.

Antecedente

(Consulta en tiempo T)

(Valor Saturación de Oxígeno(SO₂) en T en [10 , 94]%)

(Orden de Actualizar_Saturación)

=>

Consecuente

(Asignar a v_SO₂ el valor devuelto por CalcularSO₂)

(Informar al Mundo Virtual del valor de v_SO₂)

(Eliminar la orden Actualizar_Saturación)

Como se observa en el consecuente se realiza una llamada a una función “CalcularSO₂” que calculará este decaimiento en función del tiempo, el valor previo de la saturación, la frecuencia cardíaca y atendiendo a si se está oxigenando al paciente mediante una vía aérea y a la velocidad en (l/min) a la que se realiza. Este valor se almacena en una variable global del SE v_SO₂ para que éste pueda usarse en posteriores activaciones de la regla.

- La regla *EstadoConsciente* atiende a que superados ciertos umbrales de las constantes vitales del paciente, éste cambia su estado de coma a consciente.

Antecedente

(Valor Saturación de Oxígeno >= 92%)

(Valor Presión Arterial Sistólica (PAS) >= 95mmHg)

(Valor Presión Arterial Diastólica (PAD) >= 50 mmHg)

(Estado Nivel Conciencia de Coma)

=>

Consecuente

(Informar al Mundo Virtual de Nivel Conciencia Obnubilado)

(Informar al Mundo Virtual que hay Apertura de Ojos)

(Informar al Mundo Virtual de Actitud Agresiva)

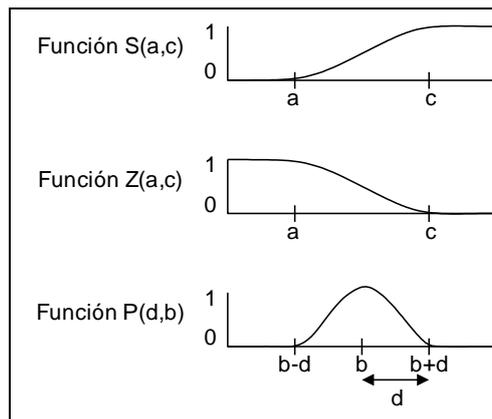


Figura 4. Funciones S, Z y Π .

5.2. Reglas borrosas.

En el caso clínico implementado, se ha hecho un tratamiento borroso del estado de la piel del paciente en función de la temperatura de su organismo. Esto refleja el hecho de que cuando se toca la piel del paciente para comprobar su temperatura, no se aprecia la temperatura exacta en grados centígrados, sino que se detecta si está caliente, fría, muy caliente, etc. Definimos la estructura borrosa en base a las funciones de pertenencia S, Z, y Π , que se muestran en la figura 4, de la siguiente forma:

- Temperatura $\in [20^{\circ}\text{C } 60^{\circ}\text{C}]$
- Muy fría: Z(27°C , 30°C).
- Fría: Z(34°C , 36.5°C).
- Normal: Π (1°C , 36.5°C).
- Caliente: S(36.5°C , 38°C).
- Muy Caliente: S(40°C , 44°C).

Así, se diseñan tantas reglas de borroso, como propiedades posibles se vayan a tratar. En las reglas de este tipo se considera que un hecho encaja o activa el consecuente cuando existe cierta intersección entre los mismos (inferencia composicional). Por defecto esta activación se produce en cuanto existe alguna intersección, pero se puede establecer un nivel por debajo del cuál no se considerará que el hecho encaja con el consecuente.

5.3. Proceso de definición del caso clínico, y evaluación por el experto

La definición del caso clínico modelado para esta aplicación se desarrolló en las siguientes fases:

- En primer lugar, a través de una serie de entrevistas con un equipo de médicos, se determinó, por un lado, el conjunto de estados del paciente, y actuaciones del alumno, a considerar. Por otro lado, se identificó el caso clínico que se implementaría, así como una primera definición de las reglas que conformarían dicho caso.
- Con esta información se concertó una entrevista con otro especialista diferente a los que participaron en la definición previa, en la que se planteó el caso clínico y se evaluaron las diferentes respuestas del paciente virtual frente a cada una de las posibles actuaciones del médico en cada caso. De esta entrevista se obtuvieron un conjunto de reglas que se implementaron en el Sistema Experto.
- Una vez implementado el sistema, se concertó una segunda entrevista con este último experto, con la que se evaluó el comportamiento del paciente virtual sobre la aplicación, derivándose de esta sesión multitud de reglas añadidas a las anteriormente diseñadas.

- Finalmente, se realizó una última sesión de evaluación para que el experto diera el visto bueno al sistema implementado, con lo que se dio por concluido el proceso.

Es importante que los especialistas de las reuniones previas de definición del caso no sean los mismos que los que colaboran en el desarrollo final y la validación del sistema. En este caso, este procedimiento enriqueció considerablemente el caso clínico, haciéndolo mucho más completo. En un caso relativamente sencillo, como el que aquí se presenta, se ha considerado suficiente el número de entrevistas realizado. Evidentemente, posteriores reuniones, a ser posible, con diferentes expertos, refinará progresivamente el caso clínico planteado.

6. Conclusiones y Líneas futuras de mejoras de UVIMO.

En este trabajo se ha presentado UVIMO, un simulador de entrenamiento para médicos de emergencias sanitarias basado en realidad virtual. La experiencia de este desarrollo nos ha permitido extraer las siguientes conclusiones:

- En los simuladores de entrenamiento en situaciones críticas, como es el caso, es fundamental conseguir un alto grado de presencia. De esta forma se provocan al alumno una serie de estados emocionales (ansiedad, estrés, etc.) fundamentales para reproducir la situación para la que se está entrenando.
- Para conseguir esa presencia, no solo es necesario un alto grado de realismo de la escena. De hecho, se ha podido comprobar que el realismo visual es sólo uno de los factores que aumentan la presencia. Se deben considerar además los siguientes:
 - Multimodalidad. La interacción debe producirse a través de varios sentidos diferentes. En este caso, la inclusión de mecanismos de interacción sonoros aumentó considerablemente la sensación de presencia. Inicialmente se contempló la posibilidad de añadir como interfaz un guante con sensación táctil, pero la complejidad técnica de esta opción desaconsejó su implementación.
 - Complejidad del mundo. Uno de los elementos que más contribuyen a provocar presencia es el comportamiento complejo del mundo. La aparición de actores virtuales en la escena, y la inclusión de eventos, como el tráfico, cuando la escena se desarrolla en una vía pública, demostraron ser factores altamente potenciadores de esta sensación.
 - La información debe ser significativa. En este caso, la información referente al paciente virtual es especialmente significativa para el alumno. En este sentido, un correcto modelado del paciente es fundamental para provocar la necesaria presencia. El sistema experto, demostró ser una buena opción, consiguiendo una evaluación muy positiva por parte de los médicos que evaluaron la herramienta.

En la actualidad, UVIMO sigue en proceso de desarrollo, planteándose como líneas de trabajo futuro las siguientes:

- Implementación de una biblioteca de casos clínicos.
- Medida subjetiva de la presencia en base a cuestionarios
- Adquisición de señales psicofisiológicas del alumno que puedan servir para estimar el estado emocional del mismo y adaptar en consecuencia los parámetros de la simulación.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por fondos FEDER y por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, proyecto N° 1FD97-2177 (Proyecto ALBATROS), y por la Junta de Andalucía dentro de las Convocatorias de Ayudas de Acciones Coordinadas destinadas a las universidades y organismos públicos de investigaciones y desarrollos tecnológicos del 2001. Ha sido desarrollado en marco del contrato n° 8.06/58.1673 entre la Universidad de Málaga y la Empresa Pública de Emergencias Sanitarias (EPES).

Referencias

- [5DT] 5DT, Fifth Dimension Technologies: página web accesible en <http://www.5dt.com/products.html>.
- [ADVS] Advanced Simulation Corporation: Body Simulation for anesthesia. Accesible en: <http://www.advsim.com/BodySim/index.htm>.
- [CLIP98] CLIPS Reference Manual Volume I. Basic Programing Guide. Version 6.10.,NASA Johnson Space Center, (1998).
- [DOD] Department of Defense: Virtual Emergency Response Training System (VERTS): Página web accesible en <http://www.opm.gov/hrd/lead/ltt/dod.htm>.
- [ESEM] E\semble.: DiaboloVR: página web accesible en <http://www.e-semble.com/>. Holanda.
- [GERM99] German, J.: Virtual reality training tool pits rescue teams against computerized terrorist attack: Sandia Lab News, Vol 51, No 15 (1999).
- [HEET92] Heeter, C.: Being there: The subjetive experience of presence.: Presence: Teleoperators and Virtual Environments, (1992).
- [JONA02] Jonasen, D.H.: Model building for conceptual change: IV Simposio Internacional de Informática Educativa, Vigo, España, (2002).
- [KIZA98] Kizakevich, P. N. , McCartney, M. L., Nissman, D. B., Starko, K., Smith, N. Ty.: Virtual Medical Trainer: Patient Assessment and Trauma Care Simulator: Medicine Meets Virtual Reality - Art, Science, Technology: Healthcare (R)evolution, J.D. Westwood, H.M. Hoffman, D. Stredney, and S.J. Weghorst, eds., pp. 309-315, IOS Press and Ohmsha, Amsterdam, (1998).
- [LAER] Fundación Laerdal: Laerdal SimMan: Página web accesible en <http://www.laerdal.com/simman/simman.htm>. Noruega.
- [LORE01] Lorés, J. Gimeno, J.M.: Metáforas, estilos y paradigmas: en Introducción a la Interacción Persona Ordenador. Libro electrónico accesible en <http://griho.udl.es/ipo/pres.html>, (2001).
- [METI] Medical Education Technologies Inc.: Human Patient Simulator: Página web accesible en <http://www.meti.com/home.html>, Florida (EEUU).
- [ORCH95] Orchard R. A.: FuzzyCLIPS V6.04A User's Guide, Institute for Information Technology: National Research Council Canada, (1995).
- [PLET00] Pletcher, T., Bier, K., Lubitz, D.: An Immersive Virtual Reality Platform for Medical Education: Introduction to the Medical Readiness Trainer: XXXIII Hawaii International Conference on System Sciences, Maui, Hawaii, (2000).
- [REYE02] Reyes Lecuona, A, Viciania Abad, R, Díaz Estrella, A. Hermida Fernández, R.: Simulador de Entrenamiento en el Ámbito de La Enseñanza Médica: Modelado de Pacientes de Emergencias Basado en Sistemas Expertos: IV Simposio Internacional de Informática Educativa, Vigo, España, (2002).
- [RTI] Research Triangle Institute: VirtualEMS: Página web accesible en <http://www.patient-simulation.com/default.asp>.
- [SENS] Sense8: World Tool Kit: página web accesible en <http://www.sense8.com/products/wtk.html>.
- [SOPH] Sophus Medical A/S: Resus Sim. Accesible en <http://www.sophusmedical.dk/default.php3>.
- [WITM98] Witmer, B.G., Singer, M.J.: Measuring presence in virtual environments: a presence questionnaire.: Presence: Teleoperators and Virtual Environments 7, 225-240 (1998).