

Fireman Rescue: A Serious Game for fire fighting training

A. Ríos¹, C. Bonet¹, J.L. Morales², A. Alavedra¹, A. París¹, M. Guillén¹

¹ViOD Games Studio (www.viodgames.cat)

²Institut de Seguretat Pública de Catalunya

Abstract

This paper introduces a Serious Game that will be used as a tool for training fire fighting students at the Public Security Institute of Catalonia. The game is played in a virtual environment free of real hazards and/or dangers with the consequent savings in material costs and supplies. The system exposes the student to different emergency situations that the he/she must solve using the professional firefighters tools and following the protocol of actual action provided in each case. It is also possible to interact with different virtual agents to delegate functions and to obtain information about the emergency to be solved. All actions carried out by the user are monitored by the system and are scored at the end of each game taking into account the order and time invested in performing them. In addition, feed-back is offered to improve the player's decision making in future matches.

1. Introducción y trabajos relacionados

Un serious game es una aplicación gráfica dedicada a la educación, el entrenamiento y otras disciplinas que utiliza mecánicas propias de juegos. Este tipo de aplicaciones reproducen situaciones reales para poner en práctica habilidades aprendidas previamente sin el consecuente riesgo que conlleva una mala decisión en un entorno real.

Uno de los primeros serious games tuvo un propósito educativo "The Oregon Trail" [FL14] y fue desarrollado en 1973 por los ingenieros de Minnesota Educational Computing Consortium (MECC) para la recién salida consola Odyssey de Magnavox, lanzada en USA en 1972. En 1981 "The Bradley Trainer" [HP15], desarrollado por el ejército americano, consta como la primera simulación militar para entrenar al ejército en la conducción y el uso de tanques. En 1997 Game Marine Doom [VN06] se usó para entrenar a los integrantes del cuerpo de marines de los Estados Unidos. Otros ejemplos relevantes son "America's Army" (2002) [Lab12], "DARWARS" (2003) [MG10] y "VBS1" (2005) además de simuladores de vuelo usados por las compañías aéreas para formar a sus pilotos, como los de la empresa Entrol que ofrecen diversas variantes para simuladores de aviones y helicóptero. Otros juegos relacionados con la sanidad han sido publicados para el entrenamiento de personal especializado ([GDF08]) o para la rehabilitación y el cuidado de pacientes ([AAMB*16] [TCC13]). En la última década la evolución y crecimiento del mercado de los serious games ha ido en aumento y según datos de Credence Research [Cre] se prevén cifras de crecimiento del 23,4% anuales hasta el próximo 2023.

En este artículo se presenta "Fireman Rescue": un serious game dedicado a la formación de aspirantes a bombero del Instituto de Seguridad Pública de Cataluña que simula distintos escenarios en los que el jugador debe resolver situaciones de emergencia de

diversa índole y con diferentes niveles de dificultad. Otros juegos de características similares han sido publicados anteriormente: la empresa Ludus desarrolló un simulador de emergencias exclusivamente portuarias para los bomberos de Bizkaia que utiliza tecnología de realidad virtual. En este proyecto se han invertido 97000 euros y más de 8 meses de desarrollo. "Fire Fighter VR" de MWN-Tech [MWN] es otro ejemplo de simulador de incendios con tecnología de realidad virtual pero que, a diferencia de "Fireman Rescue", el fuego se muestra brillante y apenas sin humo. "Firefighter simulator 3D" es un completo simulador con fines lúdicos desarrollado por la empresa Ovilex para IOS y Android. "Firefighters the simulation" ofrece variantes como "Plant fire department" (incendios en fábricas) y "Airport fire department" (incendios en aeropuertos) y fue desarrollado para PC por VIS-Games.

2. Nuestro proyecto

"Fireman Rescue" recrea situaciones realistas a las que debe enfrentarse un bombero en su trabajo diario: incendios en edificios, rescates en accidentes de tráfico, intervenciones con materias peligrosas o incendios forestales. El Instituto forma a profesionales en aspectos como la toma de decisiones en situaciones de estrés, la conciencia situacional o la organización de intervenciones y la herramienta presentada aquí permite a los alumnos practicar todo esto sin riesgo y con el consecuente ahorro en materiales y suministros.

A diferencia de otros productos que se limitan al puro entretenimiento, las simulaciones que se propone resolver en "Fireman Rescue" se ajustan al máximo a lo que un bombero vive en una situación real pero sin riesgo. En una partida el jugador vive la experiencia de un bombero que debe resolver una emergencia tomando decisiones, dando órdenes a otros bomberos, cargando con el equipo necesario para asegurar tanto la zona donde se produce la

emergencia como su vida y la de otras personas. Además, al final de la simulación se presenta un resumen con los objetivos que se han conseguido y los que no y el tiempo invertido en alcanzarlos, ofreciendo un valioso feed-back al jugador para mejorar su entrenamiento en posteriores partidas. Durante la realización del proyecto, cuyo coste ha sido mucho más bajo que otros productos y de duración menor, los desarrolladores estuvieron en contacto con un equipo de expertos indispensable para la correcta implementación del juego.

2.1. Entorno de simulación

“Fireman Rescue” utiliza una cámara en primera persona que ofrece una mayor inmersión para el usuario dentro de la simulación. Actualmente se pueden realizar simulaciones en una zona urbana, pero el sistema es escalable a otros escenarios como autopistas, zonas forestales, industrias, etc... Todos plantean posibles situaciones de emergencia reales con una serie de objetivos que el usuario debe cumplir, poniendo a prueba los contenidos anteriormente aprendidos en las clases teóricas.

Se han implementado dos posibles situaciones de emergencia en un mismo escenario: en la situación 1 un contenedor de basura está en llamas y el fuego se ha propagado a un vehículo cercano. En la situación 2, además del contenedor y del vehículo incendiados, el fuego se ha propagado a una vivienda donde hay una víctima inconsciente. El jugador debe alcanzar diferentes subobjetivos hasta solucionar cada situación: apagar los incendios, volcar el contenedor, entrar en el edificio, apagar los incendios interiores, encontrar a la víctima y llevarla al servicio de emergencias cercano al lugar del accidente. Todas estas acciones deben ser realizadas siguiendo un protocolo de actuación preestablecido.

2.2. Mecánicas del juego

Para solventar estas situaciones, el usuario dispone de varios objetos y puede interactuar con agentes virtuales que le ayudarán a realizar las diferentes acciones que componen un subobjetivo.

2.2.1. Los objetos

Los objetos de los que el jugador dispone en la simulación se encuentran en el camión de bomberos y pueden ser utilizados en cualquier momento.

- **Manguera:** para extinguir los fuegos de la simulación. Cargar con la manguera hace que el movimiento del personaje se vea limitado reduciendo su velocidad.
- **Botiquín:** necesario para realizar primeros auxilios a una víctima.
- **Palanca:** permite al usuario abrir puertas cerradas, capós de coche, etc...
- **ERA (Equipo de Respiración Autónoma):** equipo de protección con el que se previene la inhalación involuntaria de humo. En caso de no estar protegido el sistema lo tendrá en cuenta para la puntuación final y se le indicará al jugador que está sufriendo daños mediante un elemento metadiegetico.
- **Radio:** se utiliza para comunicarse con el resto del equipo de rescate y con el mando central.

- **Alicates:** permite al usuario realizar acciones como desactivar la batería de un coche.

2.2.2. Los agentes virtuales

Los agentes virtuales con los que el jugador puede interactuar son ciudadanos, policías, personal sanitario del servicio de emergencias y bomberos.

- **Ciudadanos:** algunos ciudadanos pueden informar al jugador de problemas que se producen durante la simulación, por ejemplo, la situación de una víctima dentro de un edificio. El jugador puede hablar con ellos para obtener dicha información.
- **Policías:** son necesarios para asegurar el área donde se produce la emergencia. El jugador puede pedirles que acordonen la zona.
- **Personal sanitario:** si el jugador rescata una víctima, puede llevarla hasta la ambulancia donde un miembro del personal sanitario la puede atender.
- **Bomberos:** el jugador puede delegar funciones en otros bomberos y asignarles las tareas o bien hablando con ellos directamente o bien a través de la radio. Los ayudantes, a su vez, informan mediante la radio de las tareas que finalizan.

2.2.3. Las acciones

El jugador puede realizar muchas acciones con los objetos y agentes virtuales: coger objetos, hablar con personas, comunicar por radio, dar órdenes a los bomberos ayudantes (ver Figura 1), abrir puertas, usar la manguera para apagar fuego, usar la palanca o el botiquín, arrastrar a una víctima hasta llevarla a la ambulancia, etc... Algunas acciones se pueden ejecutar utilizando las teclas y otras a través de menús de opciones.



Figura 1: Un bombero ayudante.

2.2.4. Los subobjetivos

El jugador selecciona una situación de emergencia y el objetivo es llegar a resolverla combinando el uso de los objetos, obteniendo información de los agentes virtuales, dando órdenes a otros bomberos y realizando acciones. El jugador resuelve la situación de emergencia que se presenta en el escenario a través de subobjetivos que deben realizarse en orden y tiempo limitado.

Para controlar los subobjetivos alcanzados y su puntuación se ha implementado un grafo dirigido y etiquetado en el que los nodos contienen los subobjetivos, las aristas definen cuál es el siguiente subobjetivo posible y las etiquetas contienen la puntuación correspondiente al pasar de un subobjetivo a otro (ver Figura 2).

En todo momento del juego se controla en qué nodo se encuentra el usuario y se mantiene una lista de los nodos visitados anteriormente. Al iniciar la simulación se apunta a un nodo vacío desde el cual se tiene acceso a los siguientes nodos. Cuando el usuario realiza un subobjetivo se comprueba qué nodo lo contiene, el puntero avanza hasta ese nodo y se acumula la puntuación asociada. Solo se tiene acceso a los nodos con subobjetivos disponibles, es decir, los que no han sido realizados anteriormente y los que sus dependencias (reflejadas en el grafo con aristas discontinuas) han sido completadas. Por ejemplo: en el escenario 1 no es posible volcar el contenedor de basura ardiendo sin haberlo apagado anteriormente.

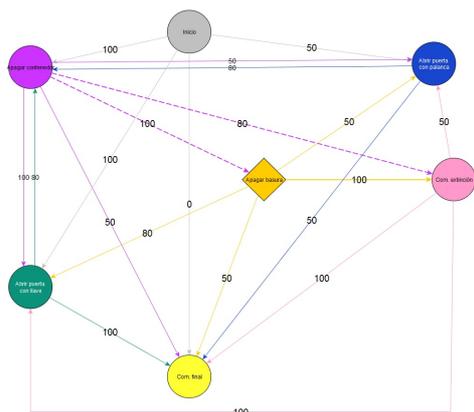


Figura 2: Muestra parcial del grafo de subobjetivos.

El grafo de la Figura 2 muestra parte de los objetivos posibles de uno de los niveles del juego. Los nodos circulares solo requieren una acción por parte del usuario; los nodos romboides requieren más de una acción para completar el objetivo. Las aristas discontinuas indican dependencia entre objetivos: apagar la basura de un contenedor no se puede realizar hasta que el incendio exterior del contenedor haya sido extinguido.

La puntuación máxima se consigue siguiendo uno de los posibles caminos que los expertos aconsejan para resolver la situación de emergencia. Si el jugador no sigue el protocolo establecido más óptimo no alcanzará la puntuación máxima y se le notificará al finalizar la partida junto con una serie de consejos que le ayudarán en la siguiente simulación a mejorar la toma de decisiones.

2.2.5. Recuento de puntuación

Al final de cada simulación se muestra al usuario un recuento de la puntuación conseguida, una lista de los subobjetivos asociados al escenario y el tiempo que ha tardado en completarlos. En verde aparecen los subobjetivos que se han alcanzado, en amarillo los que se han completado en un tiempo u orden diferente de lo establecido en el grafo y en rojo los que no se han completado.

La puntuación final se calcula a partir de dos valores que se recogen durante la simulación: el tiempo que el jugador dedica a resolver la situación y la puntuación acumulada en el recorrido del grafo. El resultado es un valor entre 0 y 5.

$$\frac{5 * (\text{tiempo} + \text{puntuacion})}{\text{puntuacionMax}}$$



Figura 3: Recuento final de la puntuación conseguida

La puntuación máxima se calcula previamente para cada situación de emergencia a partir del camino óptimo que se debe seguir en el grafo y el tiempo mínimo que, según los expertos, hay que dedicar a resolver la situación de emergencia. Para mostrar la puntuación de forma atractiva se presenta al jugador un rango de cascos de bombero iluminados total o parcialmente (ver Figura 3).

2.2.6. Interficie e interacción con el usuario

Las interficies implementadas para la comunicación con los agentes virtuales y la interacción con los objetos están basadas en menús contextuales que se activan cuando el usuario pulsa el ratón sobre el objeto o agente (ver Figura 4 y Figura 5). Las opciones de los menús se actualizan según las acciones que previamente ha realizado el jugador, por ejemplo, si a un bombero ayudante le asignamos la tarea “Apagar contenedor”, esta opción de menú no aparecerá cuando seleccionemos a otro bombero para realizar otras tareas.



Figura 4: Menú sobre un objeto disponible en el camión de bomberos.

El jugador puede moverse libremente por el entorno utilizando el teclado; con el ratón se puede dirigir el punto de vista de la cámara. Además, en todo momento, un puntero situado en el centro de la pantalla permite al usuario seleccionar objetos o agentes virtuales para interactuar con ellos. Este puntero cambia su icono (una pequeña mano, un globo de texto) según el objeto que esté apuntando y la posible acción que se puede realizar sobre él.



Figura 5: Menu contextual del ayudante.

3. Detalles de la implementación

El juego ha sido implementado con la versión 5 de Unity en C# y se han utilizado assets para dar el mayor realismo posible a las escenas: los edificios, las calles, los coches y toda la decoración necesaria para la ciudad fueron extraídos de 3dWarehouse; para el fuego y el humo se han utilizado sistemas de partículas cuya configuración se tuvo que adecuar para que fueran suficientemente realistas sin perder velocidad de renderizado; los avatares han sido creados con Adobe Character Generator y se les han incorporado animaciones extraídas de Mixamo. Los modelos se han exportado/importado usando formato Wavefront y FBX para que contengan las animaciones.

La textura del policía y parte de su geometría se han modificado utilizando el editor Maya para que se asemejara a un policía autonómico real. Para los brazos del personaje principal se consultó a los expertos qué tipo de animaciones eran necesarias: cómo usar una palanca, cómo abrir el paso de agua de la manguera, cómo sostenerla... y han sido creadas también con Maya a partir de los vídeos que nos fueron suministrados.

Unity incorpora un motor de cálculo de iluminación global que se ha utilizado en el interior del edificio para conseguir un mayor realismo en la escena. Para obtener el resultado final fueron necesarias aproximadamente 5h de cálculo.

Asimismo, se han incorporado sonidos procedentes de la ciudad y también los propios de un camión de bomberos. Todas las voces fueron grabadas por el equipo de bomberos que ha colaborado en el proyecto, configuradas con Audacity e incorporadas a Unity posteriormente.

El juego ha sido desarrollado en un PC con las siguientes características

- HP Envy 750-129 NS Intel Core i7 6700
- 16GB de memoria
- Tarjeta gráfica NVIDIA GTX970
- Sistema operativo windows 10

4. Conclusiones y trabajo futuro

Fireman Rescue es un Serious Game que ayudará a los alumnos de la escuela de bomberos del Instituto de Seguridad Pública de Cataluña a mejorar la toma de decisiones en la resolución de una situación de emergencia que se produce en un entorno virtual.

Actualmente está implementado el modo de jugador único y se puede ejecutar en un ordenador personal utilizando ratón y teclado. Se prevé incorporar el modo multijugador que permitirá que diversos alumnos (un máximo de 10) compartan el espacio virtual y colaboren para resolver la situación de emergencia que el sistema les presenta. En este modo de juego el alumno podrá escoger el rol que quiera desempeñar en dicha situación: comandante, sargento, bombero... con distintas funciones y responsabilidades. Además, existirá la posibilidad de que un instructor que se encuentre fuera del entorno virtual pueda alterar las condiciones de la simulación: añadiendo un nuevo incendio o informando de una nueva víctima, para comprobar cómo los estudiantes reaccionan ante la nueva situación. Los dispositivos de realidad virtual y el uso de hardware y software de reconocimiento de voz mejorarán considerablemente la sensación de inmersión. Finalmente la herramienta se integrará en la plataforma Moodle que el Instituto utiliza para el seguimiento del aprendizaje de sus estudiantes.

Referencias

- [AAMB*16] AYED I., ALCOVER G. M., MARTÍNEZ-BUESO P., VARRONA J., JAUME-I CAPÓ A., GHAZEL A.: Juegos Serios para la Prevención de Caídas en Personas Mayores mediante el uso de Dispositivos RGBD. In *Spanish Computer Graphics Conference (CEIG)* (2016), Garcia-Alonso A., Masia B., (Eds.), The Eurographics Association. doi:10.2312/ceig.20161320. 1
- [Cre] Gamification market (marketing, sales & support, education & training, human resource, research & product development and lifestyle) - growth, future prospects, competitive analysis and forecast 2016 - 2023. *Credence Research*. (Credence Research) <http://credenceresearch.com/report/gamification-market>. 1
- [FL14] FEDWA LAAMARTI MOHAMAD EID A. E. S.: An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology* 2014, 11 (January 2014), 15. doi:10.1155/2014/358152. 1
- [GDF08] G. DUQUE S. FUNG L. M. N. P., FLEISZER D.: Learning while having fun: the use of video gaming to teach geriatric house calls to medical students. 1328–1332. 1
- [HP15] HUNTEMANN N. B., PAYNE: Online games and militarism. *Encyclopedia of Digital Communication and Society* 1, 7 (Feb 2015). doi:10.1002/9781118767771.wbiedcs060. 1
- [Lab12] LABAT B. M. W. H.-K.-B.-M.: The six facets of serious game design: A methodology enhanced by our design pattern library. *European Conference on Technology Enhanced Learning* 7563 (September 2012). doi:10.1007/978-3-642-33263-0_17. 1
- [MG10] MICHAEL GARRETT M. M.: Computer-generated three-dimensional training environments: The simulation, user, and problem-based learning (supl) approach. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS)* 2, 3 (2010), 18. (DARWARS) <http://en.wikipedia.org/wiki/DARWARS>. doi:10.4018/jgcms.2010070103. 1
- [MWN] Fire fighter vr. URL: <https://mwntech.azurewebsites.net/en/products/fire-fighter-vr/>. 1
- [TCC13] TRANQUADA S., CHEN M.-C., CHISIK Y.: Hospital hero: A game for reducing stress and anxiety of hospitalized children in emergency room. In *Advances in Computer Entertainment* (2013). 1
- [VN06] VIKNASHVARAN NARAYANASAMY KOK WAI WONG C. C. F. S. R.: Distinguishing games and simulation games from simulators. *Computers in Entertainment (CIE) - Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment* 4, 2 (April 2006). doi:10.1145/1129006.1129021. 1