

APLICACIÓN DE SIMULACIÓN DE ESCENARIOS PARA LA FORMACIÓN DE OPERADORES

Pedro Rosa Ferrero

GRUPO ETRA

Vicente Sebastián Alapont

GRUPO ETRA

Resumen

La experiencia acumulada en el desarrollo de sistemas de gestión de movilidad, y en su posterior explotación ha llevado al Grupo ETRA a observar la problemática existente en la operación de sistemas de control, donde se hace difícil en muchas ocasiones la formación y el reciclaje de conocimientos de los operadores del sistema.

En este contexto se ha desarrollado una herramienta de apoyo a la formación de los operadores, que sirve para simular cualquier tipo de escenario al que se pueda enfrentar un operador del sistema de control del túnel y, en concreto, las situaciones críticas, menos frecuentes, y ante las que el operador debe tomar decisiones cruciales en un tiempo limitado, disponiendo de una destreza que se adquiere con la experiencia.

La explotación de sistemas inteligentes: requiere la combinación de una aplicación potente y un operador preparado y competente con el objetivo de conseguir una explotación óptima y una seguridad máxima de las personas.

1. Contexto de Simulación

1.1. Concepto de simulación

Una definición formal indica que "La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema".

Partiendo de esta base, y trasladando el significado al terreno que estamos tratando, vamos a analizar algunos de los conceptos que se recogen en esta definición, como objetivos de proceso de simulación:

- **Representar** de alguna manera un modelo o sistema real. Este concepto es fundamental: una simulación debe basarse en un sistema o modelo real. La complejidad del modelo empleado dependerá de la finalidad que se pretenda conseguir con la simulación.
- **Comprender** el comportamiento del sistema simulado. Es evidente que un objetivo intrínseco de un proceso de simulación es el de analizar y comprender lo que se está simulando.
- **Adquirir** experiencia y destrezas en el funcionamiento del sistema. Un efecto asociado al proceso de simulación es la adquisición de experiencia y destrezas en el funcionamiento del sistema.
- **Evaluar** estrategias de comportamiento, explotación y actuación. Por medio de la simulación es posible probar y evaluar estrategias de comportamiento, explotación y actuación en distintos escenarios generados.

1.2. Herramienta de simulación

El objetivo de esta herramienta de simulación no es la representación de un modelo físico del comportamiento de las distintas variables existentes en un túnel, sino la simulación de escenarios reales de operación y explotación del sistema, tales como una situación de incendio, con el objetivo de mostrar al operador del sistema el procedimiento de actuación (diálogos, ventanas, etc.) al que se deberá enfrentar en un caso real, para que de esta manera esté preparado cuando llegue el momento de actuar, y demuestre la mejor destreza y rapidez en la resolución de la situación concreta.

Al igual que la aplicación avanzada de gestión y explotación de túneles del GRUPO ETRA, el SIVA_TUN, la herramienta está planteada para funcionar sobre cualquier

túnel, ya que trabaja sobre un modelo del túnel en el que se configuran los dispositivos y sistemas de control que puedan existir.

2. Problemática

La operación de sistemas de control es un procedimiento muy importante para la correcta explotación de una instalación, y requiere de personal experto en este tipo de funciones. En el caso de los túneles, es vital para salvaguardar la seguridad de los usuarios del mismo, y el personal de explotación que trabaja en la instalación.

Existen una serie de factores que pueden condicionar la eficiencia de la explotación y la seguridad del túnel:

- Poca experiencia de operadores. El operador que finaliza un curso de formación no se ha enfrentado nunca a situaciones de operación real del sistema, y no tiene experiencia real en los varios escenarios posibles que pueden ocurrir en un túnel.
- Poca frecuencia de aparición de situaciones críticas. Ante la poca frecuencia de aparición de este tipo de situaciones, el operador puede no encontrarse preparado para reaccionar correctamente.
- Poca experiencia de operadores ante situaciones críticas. El operador normalmente no está habituado a actuar ante situaciones poco comunes (que suelen ser las más críticas), y puede no conocer en profundidad los procedimientos y utilidades de la aplicación de control en estos casos.
- Dificultad para el reciclaje y ampliación de conocimientos. El reciclaje y la ampliación de conocimientos sobre la aplicación de control es un aspecto fundamental que es necesario tener en cuenta con el objetivo de que el operador se encuentre siempre preparado para manejar el sistema de una manera óptima.
- Disminución de la seguridad de usuarios. El mal conocimiento de la aplicación de control por parte del operador puede provocar que la seguridad de los usuarios del túnel disminuya.
- No se aprovecha la potencia de los sistemas de control. El sistema de control se debe explotar al máximo de sus posibilidades para que realmente proporcione la funcionalidad para la que fue concebida. Esto se consigue si el operador que debe utilizarla está realmente preparado para ello.

3. Herramienta de simulación

Para solucionar esta problemática se identifica se ha desarrollado una herramienta que permite simular escenarios reales de operación y explotación del sistema, con

el objetivo de mostrar al operador del sistema el procedimiento de actuación (diálogos, ventanas, etc.) al que se deberá enfrentar en un caso real, para que de esta manera esté preparado cuando llegué el momento de actuar, y demuestre la mejor destreza y celeridad en la resolución de la situación concreta.

La herramienta se basa en la interfaz de usuario real de la aplicación de control, sobre la que es posible configurar infinidad de escenarios diferentes gracias al empleo de instrumentos desarrolladas expresamente para este propósito. De esta manera, la aplicación generará situaciones que, a nivel de interfaz de usuario, serán idénticas a una situación completamente real.

3.1. Arquitectura y funcionalidades

La siguiente figura muestra el diagrama de contexto de la herramienta.

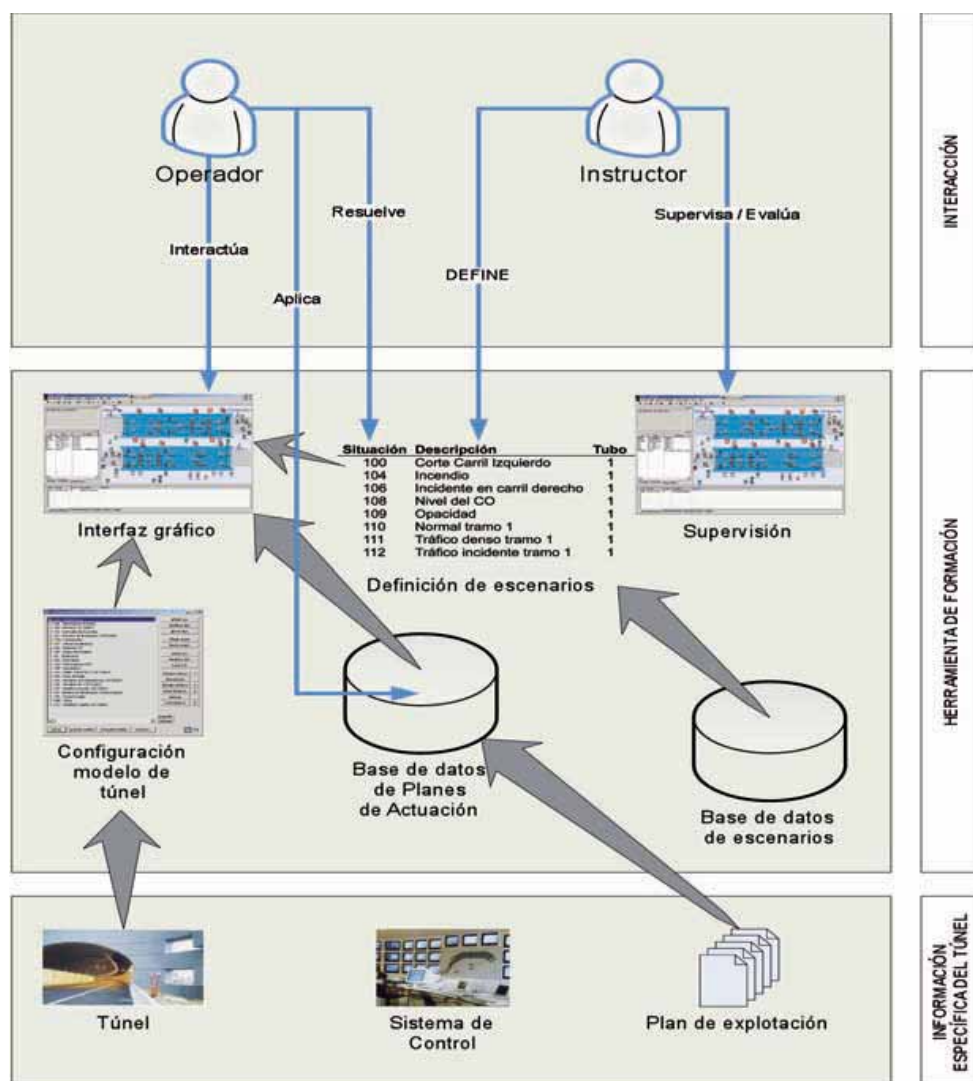


Diagrama de contexto

En el esquema de contexto de la herramienta se aprecian tres grandes bloques:

- Bloque de información específica del túnel.
- Bloque correspondiente a la herramienta de formación propiamente dicha.
- Bloque de interacción.

3.2. Información específica del túnel

La herramienta permite definir un modelo de túnel con las mismas características del que controla el operador, de manera que se puedan simular escenarios en un entorno similar al de operación, pero sin interactuar con el sistema de control a fin de no interferir en la seguridad del túnel.

Por otra parte, un segundo aspecto que tiene en cuenta la herramienta es el Plan de Explotación del Túnel. El Plan de explotación es el documento de referencia que regula la operación del túnel en todas sus vertientes, y en el contexto de la herramienta de formación proporciona información de los dispositivos físicos de control y explotación y de los procedimientos de actuación, tanto en situaciones normales como frente a incidencias.

La herramienta permite configurar tanto los aspectos físicos (topología, dispositivos, señales, ...) como los procedimientos y planes de actuación frente a situaciones específicas.

3.3. Herramienta de formación

3.3.1. Modelo de túnel

El módulo de configuración del modelo de túnel, dispone de una serie de diálogos para “personalizar” el túnel sobre el que se plantearán los diferentes escenarios. La herramienta dispone de una relación genérica de todos los tipos de dispositivos que intervienen en la explotación del túnel y el usuario, a través de interfaces intuitivos puede particularizarlos para representar los que tiene en su túnel.

Con esta utilidad se definen los equipos controladores existentes en la instalación y los datos individuales de las entradas y salidas asociadas.

3.3.2. Planes de actuación

La base de datos de planes de actuación se alimenta de los procedimientos definidos en el plan de explotación. La herramienta permite crear procedimientos de actuación específicos para el túnel, así como asociarlos a situaciones horarias o de medida.

Una vez definidos los planes de actuación la herramienta ofrece flexibilidad a la hora de utilizarlos, y será el instructor quien decida cómo hacerlo:

1. Los planes se pueden utilizar a modo de tutorial, de manera que cuando se plantee un determinado escenario, el simulador evolucione de forma automática de acuerdo a las actuaciones que contemple el plan (formación inicial) .
2. Los planes se pueden utilizar a modo de guía del operador. Ante un escenario se selecciona el plan de actuación que va indicando las acciones a realizar y es el operador el que las pone en práctica en el simulador.
3. En un nivel de formación más avanzado, el plan de actuación se mantiene oculto, el operador se enfrenta a la situación y luego se verifica si ha actuado conforme al plan.

3.3.3. Gestor de escenarios

Este módulo permite crear escenarios de simulación basados en datos que pueden ser de naturaleza distinta:

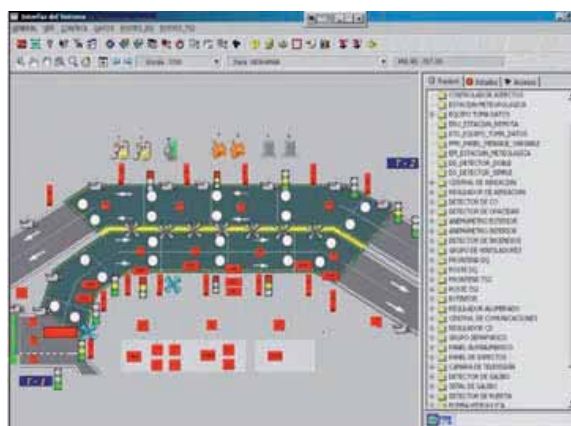
1. Datos de medidas ficticias introducidos manualmente.
2. Datos capturados de la aplicación de control del túnel.
3. Datos e imágenes de incidentes reales provenientes de otras fuentes (vídeo, listados, otras informaciones).

Con estos datos, se pueden configurar los estados de los dispositivos y variables del túnel creando lo que sería el punto de partida de un episodio de simulación.

Para cada tipo de equipo, la herramienta dispone de un diálogo que permite simular los datos y medidas de los equipos en un determinado instante de tiempo dentro del escenario. De esta forma se pueden forzar incidentes y ver como actúa el operador.

3.3.4. Módulo de simulación

Contiene el interfaz con el que interactúa el operador, que es idéntico al de la aplicación de control del túnel. Se trata de una herramienta intuitiva y de uso amigable.



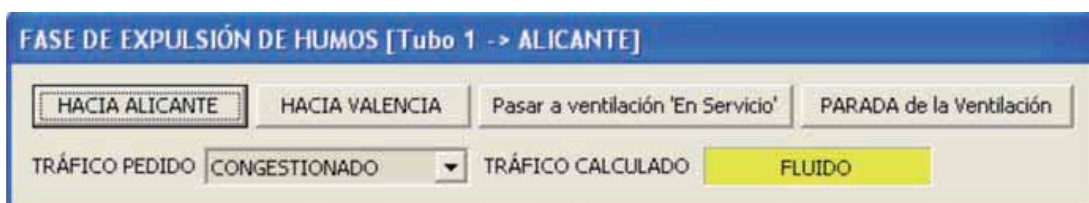
Interfaz de usuario

La ventana principal del interfaz de simulación se organiza en áreas. Cada área tiene una apariencia definida y cumple una misión determinada. Las áreas del interfaz son:

- La barra de menú. En ella se muestran todos los menús de comandos que se pueden ejecutar.
- La barra de herramientas. La barra de herramientas da respuesta directa a las opciones de la barra de menú susceptibles de ser más utilizadas por el operador.
- Sinóptico del túnel. En la parte central del interfaz se representa el esquema de las instalaciones del túnel y sus estados.
- El área de entidades. Esta zona muestra todas las entidades que se han definido en el modelo del túnel organizadas jerárquicamente.
- El área de mensajes. Ocupa la parte inferior del interfaz y va presentando un registro de la evolución de los parámetros del sistema.
- La barra de estado. Muestra información de contexto asociada a la posición del ratón.

El motor de simulación, incorpora algoritmos genéricos de control de túneles pero no entra en su alcance la generación de datos para la evolución de modelos complejos. La evolución de los escenarios utilizados en la fase de simulación la controla el instructor modificando los parámetros que considere adecuados.

Cuando se lanza un episodio de simulación, el sistema va presentando al operador una serie de diálogos que solicitan o proponen la realización de ciertas acciones o planes de actuación, como se aprecia en la figura siguiente.



Diálogos de interacción con el simulador

4. Aplicación: Formación de operadores y simulación de escenarios

4.1. Criterios de formación

La herramienta ha sido concebida con el objetivo de servir como apoyo para la formación de operadores. Esta formación se puede establecer de distintas maneras, dependiendo del objetivo buscado y del nivel del operador:

- **Formación básica.** La herramienta se puede utilizar en un proceso de formación básica de operadores, como apoyo a las explicaciones teóricas, y para poner en práctica lo aprendido y adquirir destreza y seguridad en el manejo de la aplicación.
- **Formación continua.** Otra posible aplicación es su uso en un proceso de reciclaje y formación continua de operadores, con el objetivo de mantener el nivel de conocimiento de la aplicación, y no olvidar conceptos con el paso del tiempo.
- **Situaciones frecuentes.** Es posible usar la aplicación para simular situaciones que se producen con más o menos frecuencia, ya que permite simular cualquier escenario posible.
- **Situaciones críticas.** La herramienta se puede utilizar para mantener y aumentar la habilidad del operador para resolver este tipo de situaciones, mediante sesiones periódicas de escenarios de este tipo.

4.2. Identificación e implementación de escenarios críticos

Cada túnel, por su entorno, características constructivas y nivel de explotación, dispone de unas características particulares que le confieren un nivel de seguridad determinado. Dentro de los factores de riesgo más importantes que se encuentran en el entorno de un túnel, identificamos:

- **Los vehículos y su carga.** En este capítulo destacamos los vehículos que transportan mercancías peligrosas.
- **Las características de la infraestructura.** En este apartado se incluye las características constructivas, el equipamiento, el entorno, etc.
- **El comportamiento de los usuarios.** Se trata de una variable que no es fácilmente controlable o predecible. Se puede limitar el riesgo en este caso con actuaciones de prevención como la utilización adecuada de los elementos de señalización del túnel.
- **La capacidad del explotador de utilizar correctamente los medios puestos a su disposición.** Este factor de riesgo es posible minimizarlo mediante una preparación y organización adecuada del explotador del túnel.

Un procedimiento estándar que se podría seguir la para implementación de un escenario crítico sería el siguiente:

1. **Identificación de peligros.** Utilizar una lista estandarizada de peligros potenciales.
2. **Elección de causas de la incidencia.** Algunas causas de la incidencia en el túnel pueden ser: Incendio de un vehículo o camión, Incendio con propagación a uno o más vehículos más, Accidente grave con víctimas, etc.

3. **Elección de escenarios asociados.** La definición de escenarios consiste en asociar a las causas elegidas un contexto particular (franja horaria, meteorología, tráfico, etc.). La elección se debe realizar con criterio, sin optar siempre forzosamente por la situación más desfavorable.
4. **Implementación de escenarios para formación.** Una vez se haya definido el escenario, el siguiente paso es implementarlo en la herramienta de simulación para la formación de operadores.

4.3. Resultados

Los resultados de una buena utilización de la herramienta de simulación son los siguientes:

- **Familiarización con el interfaz.** La utilización de la herramienta permite que el operador se familiarice con el interfaz de usuario de la aplicación de control, y sea capaz de visualizar y conocer todas las ventanas y diálogos que aparecen en la misma.
- **Mejor conocimiento de la instalación.** La herramienta incluye la configuración de todos los equipos que monitoriza la aplicación de control. Esto permite al operador conocer la arquitectura de la instalación del túnel, y los equipos que componen cada subsistema existente.
- **Procedimientos de actuación conocidos.** La generación de distintos escenarios permite al operador conocer los procedimientos y protocolos de actuación ante cada situación posible, tanto si es una situación común, como si se trata de una situación crítica y poco frecuente como un incendio.
- **Mayor seguridad del operador a la hora de ejecutar acciones.** La resolución de distintos tipos de escenarios varias veces proporciona al operador mayor seguridad y más confianza a la hora de encarar incidencias o ejecutar acciones desde el interfaz de usuario.
- **Mayor rapidez de respuesta.** La rapidez de respuesta del operador es vital en incidencias graves. El hecho de lanzar el procedimiento de actuación de manera rápida puede minimizar los efectos de la incidencia.
- **Menor tensión o nerviosismo en situaciones críticas.** El hecho de encarar escenarios comprometidos varias veces en la herramienta de simulación reduce la ansiedad y la tensión que puede sentir un operador inexperto ante la resolución de una situación crítica.
- **Reducción de probabilidad de fallo humano.** La experiencia que proporciona la herramienta reduce la probabilidad del fallo humano a la mínima expresión.

5. Conclusiones

Como conclusión, hay que destacar los siguientes valores principales que aporta la herramienta de simulación:

- Posibilidad de formación de operadores ante situaciones poco habituales.
- Formación y reciclaje continuo.
- Usabilidad de la aplicación
 - Interfaz de usuario idéntico a la aplicación base
 - Capacidad para generar infinitos escenarios
 - Facilidad de uso y configuración
- Mejora de la eficiencia global
 - Máximo rendimiento de la potencialidad sistema
 - Máximo rendimiento de operadores
 - Máximo aprendizaje con poco esfuerzo
 - Máxima seguridad usuarios
- Gestión integral de la seguridad

La seguridad total es un objetivo que tenemos en el horizonte en el entorno de la gestión de los túneles, y su obtención y mantenimiento es un proceso evolutivo y permanente. Esta seguridad no la puede conseguir nadie de manera individual, se construye entre todos los actores que intervienen en los distintos aspectos que engloba un túnel. La herramienta de simulación descrita es una aportación más del GRUPO ETRA en este sentido.