

## Prácticas

*Caso de estudio*

# Servicio de llamadas de emergencia

Ingeniería del Software

ETS Ingeniería Informática  
DSIC – UPV

Curso 2014-2015

La Comisión Nacional de Emergencias ha contratado a la empresa "ISG Software" para desarrollar un nuevo software que automatice un servicio de llamadas de emergencia. La primera campaña se centrará únicamente en los servicios de atención de urgencia prestados por ambulancias, aunque en el futuro podrían proporcionarse también otros servicios.

El software que se desarrollará en esta campaña debe incluir toda la información requerida por la Comisión, como los hospitales, las especialidades médicas, las ambulancias, las llamadas de emergencia, los pacientes, etc. Además, se requiere que la asignación de ambulancias y hospitales ante una situación de emergencia se realice de la forma más eficiente posible.

### **Descripción general:**

La Comisión quiere ofrecer un servicio de llamadas de emergencias eficiente que optimice, cuando ocurra una emergencia, la llegada de las ambulancias, y el posterior transporte de los pacientes a los hospitales más apropiados. Para abordar este problema, se ha facilitado la descripción de los siguientes elementos:

- **Hospitales.** Cada hospital tiene un nombre, una dirección y unas coordenadas geográficas (latitud y longitud, p.e. 39.451, -0.358).
- **Especialidades médicas.** Cada especialidad tiene un nombre (p.e. dermatología, cardiología, cirugía, etc.). No todas las especialidades son ofrecidas por todos los hospitales; pero cada hospital ofrece al menos una especialidad, y todas las especialidades son ofrecidas por al menos un hospital.
- **Ambulancias.** Cada ambulancia tiene una placa o número de registro, un tipo de equipo instalado y las coordenadas geográficas dadas por un GPS para saber dónde se encuentra en cada momento. Hay que tener en cuenta que las ambulancias pueden moverse y sus coordenadas pueden cambiar a lo largo del tiempo, así como su disponibilidad; evidentemente si una ambulancia está ocupada por un paciente no está disponible. Hay dos tipos de ambulancias: ambulancias privadas y ambulancias con base en los hospitales. Las primeras no se asignan a ningún hospital particular y pueden transportar a los pacientes a cualquier hospital del sistema. Las últimas se asignan sólo a un hospital y pueden transportar a los pacientes sólo a ese hospital en particular. En el sistema habrá hospitales que tienen ambulancias y hospitales que no las tienen.
- **Pacientes.** Cada persona que se almacena en el sistema ha marcado el número de emergencias al menos una vez, con lo que se convierte realmente en un paciente. De lo contrario, aún no forma parte del sistema. Los campos más interesantes que describen a un paciente son su DNI, nombre y apellidos, sexo, edad, número de teléfono y dirección.
- **Llamadas de emergencia.** Los pacientes marcan el número de teléfono de emergencias en caso de emergencia. Se quiere almacenar las coordenadas geográficas del lugar donde ocurre la emergencia, proporcionadas automáticamente por la compañía telefónica, para averiguar la combinación óptima de ambulancia y hospital para transportar al paciente. Una emergencia significa que el paciente muestra algunos signos y síntomas relacionados con

alguna de las especialidades (el paciente presenta al menos un síntoma de alguna de las especialidades médica, pero podría ser más de uno). Para cada uno de los síntomas que presenta un paciente es necesario conocer su gravedad (alta, media o baja) y durante cuánto tiempo (en horas) el paciente está sufriendo ese síntoma.

- Asignación de un paciente a una ambulancia y a un hospital. Después de recibir una llamada de emergencia, el sistema tiene que asignar automáticamente la ambulancia y hospital óptimos para ese paciente. La asignación óptima se calcula en función de la distancia más corta entre una ambulancia disponible (es decir, no ocupada en ese momento por un paciente) el paciente y un hospital al que sea posible transportarlo, teniendo en cuenta que las ambulancias con base en un hospital, sólo pueden ir a ese hospital.

### Funcionamiento del sistema:

Cuando una persona marca el número de emergencia, un operador especialmente preparado contesta la llamada y completa un formulario electrónico con la información sobre: i) el paciente y sus datos, si se trata de la primera vez que utiliza el sistema; ii) las coordenadas geográficas donde se encuentra el paciente y se ha producido la emergencia; y iii) todos los síntomas, sus respectivas especialidades e información adicional acerca de su gravedad y duración. Una vez que toda esta información se ha introducido en el sistema, éste tiene que proporcionar automáticamente una ambulancia y un hospital para hacer frente a esa emergencia de una manera muy eficiente. Es importante tener en cuenta las siguientes restricciones:

- El hospital asignado a una emergencia tiene que ofrecer todas las especialidades necesarias para tratar dicha emergencia.
- La ambulancia asignada a la emergencia debe estar disponible y debe poder transportar al paciente a ese hospital, bien porque es una ambulancia privada (y puede, consecuentemente, transportar pacientes a cualquier hospital del sistema), o bien porque tiene base en ese hospital.
- Las ambulancias pueden circular con o sin pacientes, por lo que sus coordenadas geográficas pueden variar en cualquier momento. Por lo tanto, es necesario que el conductor de la ambulancia sea capaz de cambiar fácilmente esas coordenadas de forma manual. Además, se asumirá que una ambulancia está siempre disponible, salvo que esté asignada en ese momento a una emergencia. Igualmente, es necesario que el conductor disponga de una opción para cambiar la disponibilidad de su ambulancia, por ejemplo, cuando una ambulancia ha entregado un paciente en un hospital y, por lo tanto, vuelve a estar disponible.
- La asignación óptima de la ambulancia y el hospital se calcula por medio de la distancia euclídea, ya que se considera que todas las ambulancias tienen la misma velocidad media. De esta manera, el sistema devolverá la tupla  $\langle \text{ambulancia}_i, \text{hospital}_j \rangle$  que minimice la siguiente expresión:

$$\sum_{\forall \text{ ambulancia}_i, \text{hospital}_j} \text{distancia}(\text{coordenadas\_ambulancia}_i, \text{coordenadas\_emergencia}) + \text{distancia}(\text{coordenadas\_emergencia}, \text{coordenadas\_hospital}_j)$$

El sistema debe gestionar todo lo descrito anteriormente. Además, debe proporcionar al administrador del sistema las operaciones CRUD habituales (Create, Read, Update y Delete) para hospitales, especialidades médicas, ambulancias, pacientes, etc. Las búsquedas de hospitales, especialidades, ambulancias y pacientes con respecto a sus atributos más relevantes también serán necesarias. Por último, el sistema proporcionará los siguientes informes para el responsable de la Comisión, los directores de hospitales y los conductores de las ambulancias:

- Especialidades médicas de cada hospital (para el responsable de la Comisión).
- Especialidades médicas del hospital (para el director del hospital).
- Pacientes del sistema (para el responsable de la Comisión) y pacientes que han sido asignados a cada hospital (para el director del hospital).
- Ambulancias con base en hospitales para cada hospital (para el director del hospital).
- Llamadas de emergencia, con la información sobre el paciente, los síntomas y especialidades, y con la asignación de ambulancia y hospital (para el responsable de la Comisión).
- Llamadas de emergencia asignadas y hospital destino (para los conductores de ambulancias).
- Hospitales y ambulancias que han servido el mayor y/o el menor número de llamadas de emergencia (para el responsable de la Comisión). Esta información se considera esencial para mejorar la prestación del servicio.