

1. Introducción

El presente documento es el resultado de un trabajo de investigación desarrollado en la universidad John Moores de la ciudad de Liverpool (Inglaterra). Este trabajo fue desarrollado bajo el marco de una beca de movilidad para estudiantes de másteres oficiales durante cuatro meses (desde agosto hasta diciembre, 2010). La supervisión de este trabajo ha sido llevada a cabo por la doctora Princy Jonhson perteneciente al departamento de electrónica de la universidad John Moores y el profesor Sergio Toral Marín, perteneciente al departamento de electrónica de la Universidad de Sevilla.

1.1. Objetivo del trabajo

El objetivo de este trabajo es realizar el diseño de redes ad hoc en el contexto de aplicaciones ferroviarias. El estudio engloba tanto la elección de una tecnología inalámbrica adecuada, como la evaluación de esta tecnología en escenarios reales, mediante simulaciones.

Una red ad hoc es una red inalámbrica descentralizada. La red se denomina ad hoc porque cada nodo está preparado para reenviar datos a los demás y la decisión sobre qué nodos reenvían los datos se toma de forma dinámica en función de la conectividad de la red. Esto contrasta con las redes tradicionales en las que los router llevan a cabo esa función. También difiere de las redes inalámbricas convencionales en las que un nodo especial, llamado punto de acceso, gestiona las comunicaciones con el resto de nodos.

Uno de los aspectos más importantes dentro de los Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS, en sus siglas en inglés) son las llamadas redes vehiculares. Estas redes vehiculares, conocidas también como VANETs, presentan una serie de retos tecnológicos muy importantes debido al hecho de no tener infraestructura de red. En el caso de las comunicaciones ferroviarias no se ha adoptado una terminología específica para ese tipo de redes, pero las principales características de las redes VANETs son aplicables a las redes en el entorno ferroviario.

Los nodos de las redes ad hoc comunican entre sí para alcanzar un objetivo común. En redes de sensores este objetivo es determinar unas condiciones del entorno en donde la red está implantada. Para llegar a este objetivo, los nodos se agrupan formando un cluster.

Se evaluarán distintas arquitecturas de cluster de comunicación. Un cluster son un conjunto de nodos que comunican entre sí, y tienen un objetivo común. El objetivo en este estudio es comunicar con un tren el cual se está aproximando a una estación de trenes. Los nodos fuentes utilizarán nodos intermedios para comunicar con los nodos finales, cuando éstos se encuentren fuera del rango de cobertura cubierto por los

nodos fuentes. Es por ello, que se realizará una evaluación de los protocolos de enrutamiento más utilizados en el diseño de redes ad hoc.

La implantación de redes ad hoc en entornos reales es una tarea compleja, debido principalmente al coste económico que ello supone. Es por esto que las simulaciones de este tipo de redes juegan un papel importante. Es convenientes obtener resultados de simulación los más realistas posibles antes implanta un red ad hoc en un escenario real. Para obtener resultados fiables es importante que los modelos sean lo más exactos posibles. Cuando hablamos de modelos nos referimos al modelado en todos los niveles de comunicación. Esto es, desde los modelos de propagación de ondas, hasta los modelos de protocolos de comunicaciones implantados en los nodos.

Para llevar a cabo las simulaciones, se ha realizado un estudio de las distintas herramientas de simulación utilizadas actualmente en entornos académicos. Finalmente se ha optado por utilizar la herramienta de simulación NS-2. Esta herramienta de simulación permite evaluar las tecnologías inalámbricas a todos los niveles, desde las capas más bajas del modelo OSI, hasta las capas más altas de éste. Los escenarios ferroviarios fueron simulados mediante el entorno de simulación NS-2, esta herramienta permite obtener información relacionada con la recepción y transmisión de información en redes ad hoc.

Los modelos de propagación de ondas juegan un papel importante en las simulaciones que se van a llevar a cabo en este trabajo, es por ello que en primer lugar se van a evaluar los distintos modelos de propagación implementados en NS-2, con el fin de determinar cuál es el modelo más adecuado para los entornos ferroviarios que se quieren simular.

Como se ha comentado, el principal objetivo de este trabajo es comunicar un cluster de comunicaciones formado por varios nodos estáticos o móviles, con un nodo objetivo, que actúa como un tren aproximándose a una estación ferroviaria. Los protocolos de red, juegan un papel importante en la eficiencia de las comunicaciones en el cluster. Para conocer el rendimiento de los principales protocolos de enrutamiento en nuestra aplicación objetivo, se pasarán a realizar distintas simulaciones usando diferentes protocolos de red.

Por último se ha diseñado una arquitectura de simulación que permite realizar simulaciones paramétricas en los distintos escenarios de simulación planteados en este estudio. Esto nos permitirá ir modificando ciertas variables de interés, como por ejemplo el número de nodos de la red ad hoc, la velocidad de los nodos, etc.

1.2. Marco del proyecto: Beca de Movilidad para estudiantes de másteres oficiales

La movilidad de profesores universitarios e investigadores y de estudiantes, es una línea prioritaria del Ministerio de Educación, que viene desarrollando a través de

diferentes programas de actuación, para cumplir el objetivo de favorecer la promoción, la internacionalización, la calidad y la excelencia de los recursos humanos en materia de docencia universitaria e investigación.

Para facilitar el impulso de estos objetivos, el Ministerio de Educación considera oportuno apoyar para el curso académico 2009-2010, la movilidad de profesores visitantes y de estudiantes en las enseñanzas universitarias oficiales de máster entre las universidades españolas y de otros países del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), como un instrumento eficaz para fomentar la calidad y diversidad de las enseñanzas, así como un factor de integración y cohesión en el contexto de una estrategia global de la Educación Superior.

Se incluyen en la presente convocatoria las subvenciones a los másteres oficiales desarrollados conjuntamente por universidades francesas y españolas, de acuerdo con la iniciativa adoptada en la XIX Cumbre Bilateral celebrada en noviembre de 2006, con el fin de reforzar la contribución franco-española a la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior.

Con la movilidad y la participación de profesores universitarios y en su caso de investigadores y expertos de reconocido prestigio, se pretende favorecer la mejora de las enseñanzas universitarias oficiales de máster y ampliar la cooperación con otras instituciones españolas y del EEES. Por otra parte, las subvenciones fomentarán los acuerdos interuniversitarios, que permitan una mejor conexión con centros, instituciones y empresas, de cara a incrementar la movilidad y la empleabilidad de los titulados.

En cuanto a la movilidad de estudiantes, se pretende facilitar la realización de actividades docentes de enseñanzas universitarias oficiales de máster, que se desarrollan en una sede diferente a la de la universidad española de matrícula que implique necesariamente un cambio de provincia, así como realizar dicha actividad en otros países del Espacio Europeo de Educación Superior. Tal es el caso particular de las actividades formativas en las que participan varias universidades y para las que las universidades españolas suscriben el correspondiente convenio en el que queda fijado el alcance de la colaboración, con posibilidad de realizar prácticas externas que refuercen la empleabilidad y las competencias profesionales que necesitarán en el futuro.

De acuerdo con lo que antecede, el ámbito de aplicación y el objeto de estas ayudas, que se extienden a universidades españolas en distintas Comunidades y, en su caso, del EEES y que, exigen el requisito de movilidad de los profesores y estudiantes universitarios, hace que se trate de subvenciones cuya gestión le corresponde al Ministerio de Educación en base al criterio de supraterritorialidad.

Este proyecto ha sido realizado con la financiación de la mencionada beca de movilidad en la universidad John Moores University de la ciudad de Liverpool. Bajo la tutela de la doctora Princy Johnson (John Moores University) y el doctor Segio Toral Marin (Universidad de Sevilla). El proyecto se llevó a cabo durante los meses agosto-diciembre, realizando la última fase del proyecto en la ciudad de Sevilla.