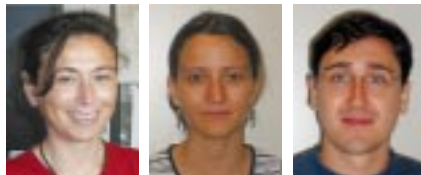


# La estandarización de Arquitecturas en el mundo de los Sistemas Inteligentes de Transporte



Paloma Moreno Clari, María Herrero Silvestre y Arturo Sáez Esteve

Instituto de Robotica. Universidad de Valencia

**E**ste artículo se centra en el punto de vista español para el uso de una arquitectura marco para el desarrollo de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Se describen, por tanto, actividades europeas realizadas en este área y se centra, fundamentalmente en las necesidades específicas de España.

## INTRODUCCIÓN

Los principales objetivos de la Administración se centran en la Seguridad vial, el Transporte eficiente y la reducción del Impacto medioambiental: Léase el Libro Blanco “European transport policy for 2010: Time to decide”. Este libro describe cómo se debe desarrollar el transporte en Europa al mismo tiempo que ofrece ciertas guías de estrategias nacionales.

En España y en otros países europeos, la responsabilidad de la gestión del tráfico se divide en nivel local, regional y federal. No surgen dificultades cuando los diferentes niveles de gestión no intercambian información o no deben tener en cuenta las decisiones de las otras áreas. Sin embargo, la gestión del tráfico es una cuestión compleja donde se deben cumplir los objetivos estratégicos que, en ocasiones, entran en conflicto entre las áreas.

El papel de los Sistemas Inteligentes de Transporte o ITS está siendo cada vez más importante, ya que está previsto que en un futuro próximo se desarrollen numerosos nuevos sistemas. En las regiones que cubren los Proyectos Eurorregionales ARTS y SERTI se utilizan, en la actualidad, numerosos sistemas de control del tráfico. Cabe destacar los sistemas de monitorización, los paneles de mensaje variable, los sistemas de predicción de tiempos de viaje, los sistemas de información de tráfico, etc.

Actualmente, los organismos implicados desarrollan muchos sistemas ITS como sistemas independientes, aunque surge la necesidad de un mayor intercambio de información entre ellos. Las causas son:

- Obtener un “status” exacto de la red completa, independiente de las fronteras nacionales, internacionales u organizativas.

- Gestionar la capacidad disponible con todos los instrumentos posibles (flujo de mareas, paneles de mensajes variables, información de tráfico).
- Proporcionar información exacta y sin posibilidad de entrar en conflicto a todos los usuarios.

Esta tarea aumentará en complejidad y será más cara en la próxima década si no se prevé un plan para el desarrollo del sistema. Este plan debe proporcionar las guías de desarrollo de los Sistemas Inteligentes de Transporte en los próximos años. El nombre comúnmente utilizado para tal plan es Arquitectura Marco.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Las arquitecturas comenzaron a aplicarse en el mundo del transporte hace aproximadamente unos diez años. Ya se habían usado durante un gran periodo de tiempo en el ámbito financiero cuando la comunidad de transporte encontró un importante uso para su dominio. Las bases se establecieron en el DRIVE I, proyecto TARDIS y se desarrolló posteriormente en el proyecto DRIVE II, en GERDIEN que se centra en la gestión de tráfico interurbano y en QUARTET, cuyo principal interés es la gestión del tráfico urbano.

Al finalizar el programa Drive II, ya se disponía de un primer perfil de la Arquitectura. Aunque el principal enfoque eran los aspectos técnicos (de ahí el nombre de Arquitectura de Sistemas), se establecieron los fundamentos para un marco completo. El primer perfil describe los diferentes niveles tales como “punto de vista del proyecto”, “arquitecturas funcionales y físicas” y “áreas de aplicación” tales como gestión de tráfico, información de tráfico, transporte público, etc.

Fue en ese momento cuando Europa tomaba la delantera en la definición y descripción de una arquitectura, aunque no fue por mucho tiempo. En los primeros años de la década de los 90, EEUU comenzó su programa nacional para el desarrollo de sistemas inteligentes de transporte: IVHS, ahora llamado ITS América.



## “La gestión del tráfico es una cuestión compleja donde se deben cumplir los objetivos estratégicos que, en ocasiones, entran en conflicto entre las áreas”

El programa IVHS tenía como principal objetivo la creación de una arquitectura de sistemas ITS lo que le llevó a gastar diez veces más que Europa. En el

ámbito de los negocios, una arquitectura de sistemas para los sistemas de transporte tiene una importancia fundamental y es necesario que su implementación económica sea viable tanto desde el punto de vista económico como gubernativo.

Aparte del presupuesto asignado, hay otra diferencia fundamental entre el punto de vista europeo y americano. El programa IVHS ya se centraba en implementación mientras Europa todavía estudiaba la arquitectura como tema de investigación y desarrollo. La arquitectura americana se desarrollaba como un proyecto de I+D y su gestión se centraba en la creación de un consenso entre los diferentes accionistas. Como consecuencia, los documentos de la Arquitectura de Sistemas están disponibles desde 1996 y son susceptibles de ser utilizados desde entonces en todos los estados. Asimismo, representan una base estable para el desarrollo de componentes estandarizados a implementar por los distintos fabricantes y proveedores de tráfico.

El desarrollo europeo de una arquitectura comienza en 1998 en el 4º proyecto Marco KAREN (Keystone Architecture Required for European Networks).

El proyecto trata de ofrecer “una Arquitectura Marco común para el Transporte Telemático” y, además:

- Definir los elementos necesarios para un Mercado abierto de productos de Sistemas Inteligentes de Transporte en toda Europa y el resto del mundo para la industria europea de Sistemas Inteligentes de Transporte.
- Ser la base de la construcción de un consenso en los temas que ayuden al despliegue a gran escala de ITS en Europa y que, por tanto, permiten a todos los usuarios adquirir productos ITS que funcionen de a misma forma en toda Europa a un coste rentable.
- Proporcionar un Puente entre la comunidad ITS y los creadores de tecnologías actuales y de futuro que puedan usar los ITS.
- Ser una guía para las inversiones públicas en toda la infraestructura necesaria básica para el despliegue de los servicios ITS.
- Apoyar la identificación de áreas donde sea necesaria la investigación.

El Proyecto KAREN creó una serie de documentos que se pueden agrupar en:

- Necesidades del usuario.
- Descripción de una Arquitectura Marco dividida en arquitectura funcional, física y de comunicación.
- Documentos de apoyo (coste-beneficio, despliegue, estándares, etc.)

Los resultados de KAREN representaron un punto de partida para el futuro desarrollo de los Sistemas Inteligentes de Transporte europeos, aunque eran necesarios un posterior desarrollo y diseminación. El 5º Proyecto Marco financió los proyectos FRAME (FRAME-NET y FRAME-S), que fueron

los que posteriormente desarrollaron la Arquitectura Marco y difundieron sus resultados a través de distintos seminarios.

Karen trata de ser el punto de partida para las distintas arquitecturas nacionales. Cubre varias áreas de tráfico y transporte por carretera las relaciona entre sí. El creador teórico de KAREN es la Unión Europea aunque no está a cargo de su aplicación. Los documentos genéricos KAREN se pueden utilizar a nivel nacional. Algunos países ya utilizan KAREN como punto central para la implementación de su arquitectura nacional.

### ACTIVIDADES NACIONALES

Este artículo se centra en dos países que están llevando a cabo una arquitectura. Aunque hay más países trabajando en esta área, las arquitecturas expuestas son las de Francia y los Países Bajos. Los resultados de ambos países están disponibles a través de Internet.

#### ACTIF

El Ministerio de Transporte Francés lanzó el proyecto ACTIF con la intención de definir una arquitectura marco para sistemas inteligentes de transporte (ITS) en Francia. Este proyecto de dos años de duración presentaba los siguientes objetivos:

- Proporcionar un marco que fije los fundamentos para la integración de sistemas ITS, o, en otras palabras: un método, un modelo o una herramienta que permita la concepción y coherencia entre arquitecturas de sistemas de transporte.
- Apoyar la interoperabilidad de materiales, aplicaciones y servicios.
- Identificar el trabajo que se ha de hacer en relación a la estandarización.

En concreto, el proyecto tiene como objetivo la descripción de “flujos de datos e interfaces”, “la descripción de ITS como sistemas interdependientes” y el “plan de ejecución en varios años.” El proyecto tiene como objetivo el desarrollo de una arquitectura marco para sistemas multimodales (en tierra: carretera y ferrocarril) para el transporte de viajeros y



Fuente: Actif website



bienes en áreas urbanas e interurbanas. A pesar de ser sistemas multimodales, por restricciones de tiempo y financiación, el principal enfoque del proyecto se centra en el transporte por carretera.

ACTIF cumple con la arquitectura KAREN y la extiende allí donde considera necesario. El trabajo comenzó en el año 2000. La nueva Área Funcional llamada "Proporcionar Archivo" es la más importante adición a KAREN. Esta nueva área funcional proporciona búsqueda, modificación y provi-

sión de archivos. La información proporcionada es información histórica procedente de todas las áreas operacionales.

El acceso del proyecto a la arquitectura marco se organiza a través del uso de un sitio web fácilmente navegable que permite el acceso a las diferentes partes de la Arquitectura Marco. Se organiza de la misma forma que la arquitectura ITS de América.

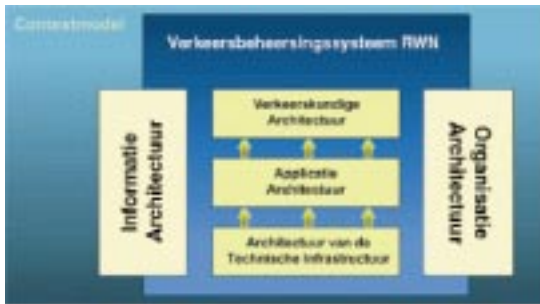
La documentación pone de manifiesto que el Ministerio de Transporte Francés no se centra en la especificación de los interfaces con todo tipo de detalles técnicos y transporte que forman parte de diseño y construcción de proyectos. Este punto de vista aporta libertad máxima a la industria y permite la futura adaptación del modelo nacional.

### **AVB**

El Centro de Investigación de Transporte del Ministerio de Transporte en los Países Bajos lanzó el proyecto AVB para la mejora del desarrollo y mantenimiento de los sistemas de tráfico en las principales carreteras interurbanas de los Países Bajos.

La principal razón para comenzar el proyecto fue la falta de mantenimiento del sistema de tráfico holandés. Los Países Bajos ya habían comenzado a instalar sistemas de control de tráfico en los primeros años de la década de los 80.

AVB no es una arquitectura marco como KAREN. El Cen-



Fuente: AVB website

tro de Investigación de Transporte no necesitaba un “sistema de arquitectura propietario” centrado en aspectos de coste, mantenimiento, adaptabilidad y extensibilidad de los sistemas finales. La Arquitectura consiste en:

- Arquitectura de ingeniería de tráfico
- Arquitectura de aplicación
- Arquitectura de infraestructura
- Arquitectura de organización
- Arquitectura de información

Aunque no viene recomendado en KAREN las diferentes partes de la arquitectura se describen con el lenguaje Unified Modelling language (UML) .

La descripción de todas las arquitecturas queda desafortunadamente fuera de los límites de este artículo.

Además de añadir todo tipo de aspectos técnicos, AVB añade aspectos organizativos y de información a la arquitectura.

AVB queda restringido al desarrollo del sistema interurbano. Se debe indicar que la arquitectura de gestión de tráfico (“Verkeerskundige architectuur”) es un buen trabajo pues incluye control de tráfico y modelos en la arquitectura, un tema no incluido en la actual tarea de KAREN.

En el año 2002, se investigó el plan de AVB en KAREN y no se encontraron inconsistencias reales en el área de gestión de tráfico interurbano. Las diferentes arquitecturas están disponibles en la página web de los proyectos.

### Necesidades arquitectónicas en España

En los Proyectos Eurorregionales ARTS y SERTI, España trabaja con otras administraciones nacionales en investigar cómo los diferentes sistemas de tráfico cooperantes a nivel nacional, regional, bilateral y multilateral pueden contribuir a mejorar la calidad del servicio para los usuarios de la carretera.

El objetivo final es la total eliminación de fronteras a nivel de tráfico. Un usuario no debe observar ninguna diferencia entre la gestión de tráfico usada por las diferentes administraciones del área lo que implica que la continuidad de servicios, calidad, interoperabilidad se debe asegurar en todas las situaciones.

Como en el resto de países, el número de sistemas de tráfico incrementa con rapidez. Coste y mantenimiento representan además un tema de importancia. KAREN proporciona una guía excelente para la definición de sistemas finales aunque es necesario seguir trabajando.

Los proyectos ARTS y SERTI incluyen actividades que investigan el uso de la arquitectura marco. Un paso importante para España es la armonización del sistema de desarrollo, es por ello que se definió la primera versión “arquitectura de sistemas”. Es ése un consejo para las administraciones de tráfico sobre cómo restringir las ejecuciones del sistema por medio de la limitación de las elecciones de hardware y software. Este primer paso que parte de un bajo nivel hacia niveles más altos facilitará el mantenimiento y reducirá los costes.

El siguiente paso es iniciar la adaptación del KAREN genérico a la situación española. Tras ver los resultados del trabajo de arquitectura existente, se pueden hacer algunas observaciones:

El Marco Karen debe “definir los elementos necesarios para un mercado abierto de productos ITS.” El marco de arquitectura KAREN no contiene los detalles de ejecución necesarios para el desarrollo del producto. Los estados miembros usan y adaptan la arquitectura al mismo tiempo que definen detalles de implementación específicos. La posibilidad de conseguir un mercado abierto de productos es nulo. La arquitectura ITS América se acepta a nivel *nacional*. ITS América añadió actividades para la ejecución de detalles y estandarización. Ello lleva a un mercado americano potencialmente grande.

KAREN debe contener interfaces más detallados entre componentes y subsistemas, cosa que se puede conseguir añadiendo un apéndice que describa los flujos de mensajes con detalle. Un diccionario de datos o una arquitectura de información también incrementaría la posibilidad de crear un mercado abierto.

El mantenimiento de KAREN se organiza con un proyecto financiado por la Comunidad Europea. No está claro cómo continuará el trabajo tras la terminación de los proyectos KAREN. Las implementaciones nacionales pueden y deben ofrecer comentarios a KAREN. Como en ITS América, KAREN debe ser una actividad central y no sólo otro proyecto de investigación.

El método español para la adopción de la “Arquitectura de Sistemas” consiste en combinar mejoras de infraestructura de bajo nivel a alto nivel con adaptaciones KAREN de alto nivel a bajo nivel. De igual forma que en el ACTIF francés las necesidades específicas llevan a la adición al marco, el holandés, que es un método orientado a la ejecución, tiene aspectos muy interesantes. La Arquitectura de Gestión de Tráfico necesita especialmente de mayor análisis.

Durante el año 2004, se ha dado un primer paso transmitir la forma de pensar de KAREN a las administraciones de tráfico españolas. Se han considerado nuevos pasos para finales del 2004 y el próximo 2005.

### Documentos

KAREN : <http://www.frame-online.net>

ACTIF project: <http://www.its-actif.org>

AVB: <http://www.avb-bureau.nl>