NUEVOS SERVICIOS DE NAVEGACIÓN PARA LA CARRETERA

Sistemas empotrados en flotas de vehículos

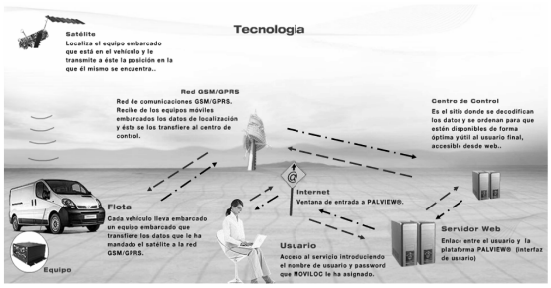
MUI-TIC
Universidad de Valladolid
9 noviembre 2009

Diego R. Llanos Ferraris
Universidad de Valladolid y GMV S.A.
Valladolid, España

© GMV y UVa, 2009
Todos los derechos reservados

CONTEXTO

- **GMV**: empresa española de I+D
- División de Logística y Transporte: servicios de localización y explotación de flotas por GPS.



CONTEXTO

- Sistemas empotrados o embarcados (OBUs): núcleo de los servicios de localización ofertados por la compañía
- Hardware:
  - Receptor GPS
  - Conexión GSM/GPRS
  - Acelerómetros, conexión al bus CAN del vehículo
  - Procesadores: familias i386, ARM, PowerPC...
  - Memoria: 16Mb a 512 Mb
  - Almacenamiento: 64Mb a 1Gb

- Software:
  - Desarrollado según modelo de software libre (GPL)
  - Sistemas GNU/Linux que ejecutan aplicaciones desarrolladas por GMV
  - Fuertes restricciones hardware (memoria, almacenamiento, procesador): no basta con utilizar distribuciones GNU/Linux habituales
- Universidad de Valladolid: desarrollo de distribuciones GNU/Linux a medida para los OBUs de GMV

CONTENIDOS

1. Servicios de navegación para la carretera
2. Peaje electrónico basado en GNSS
3. Servicios de gestión de emergencias y asistencia en carretera
4. Mantenimiento preventivo y gestión de averías
5. Seguros de pago por uso
6. Conclusiones

SERVICIOS DE NAVEGACIÓN PARA LA CARRETERA

Crecimiento del transporte en Europa

Flota de automóviles en el 2004

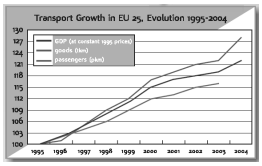
- 160 millones en UE-25
- +46% automóviles en el 2020

Principales retos de hoy:

- Incrementar la seguridad en las carreteras
- Encontrar mecanismos estables de inversión en infraestructuras
- Eliminación de la congestión y contaminación

Índice de penetración de equipos GNSS en vehículos nuevos en Europa:

- 2004: 10%
- 2010: 50%



➢**Los mecanismos de navegación por satélite pueden contribuir a reducir el impacto negativo del transporte por carretera y ofrecer nuevos servicios y oportunidades de negocio**

¿QUÉ ES GALILEO?

Sistema de Navegación por satélite promovido por Europa (y participado por muchos otros países)

27+3 satélites en tres planos orbitales

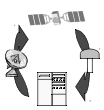
Desarrollado específicamente para **uso civil**

No depende de un solo país: abierto a la cooperación internacional

Alternativa **más eficiente y confiable que GPS**

Interoperable con otros sistemas GNSS (GPS y GLONASS), mejorando la cobertura

EGNOS (Servicio geoestacionario europeo de asistencia a la navegación), **mejora la precisión** de los GNSS a través de información sobre integridad de las señales.



- Equivalente GPS: WAAS
- Precisión horiz/vert: 2-4m /1-2m

¿POR QUÉ GALILEO?

¿Qué ventajas puede tener Galileo, considerando que GPS proporciona un sistema gratuito y que está ya ampliamente implantado?

Como sistema autónomo [Galileo vs. GPS]:

- Mejora de precisión (no muy sustancial)
- **Integridad del servicio de navegación**
- Nuevos servicios (SAR, PRS, comercial)
- **Control Civil**
- **Garantía de servicio a través de una relación contractual**

Diferencias Clave para aplicaciones con implicaciones económicas

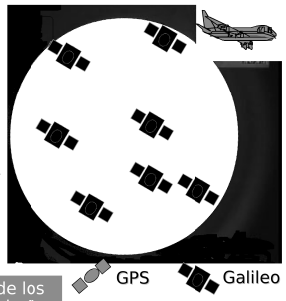
¿POR QUÉ GALILEO?

Galileo no pretende competir sino coexistir con GPS: [GPS + Galileo] =

- **Más satélites visibles:** importante para el mercado, especialmente en entornos urbanos:

  3 GPS + 3 Galileo = 6

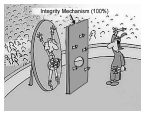
- **Para Aviación Civil:** la tolerancia a fallos: esencial para el uso de GNSS como medio único de navegación



En el futuro la gran mayoría de los receptores serán "multiestándar": GPS+Galileo+EGNOS

DIFERENCIAS CLAVE

Con independencia de otras mejoras respecto a GPS (precisión, disponibilidad...) la gran revolución en el campo del transporte (y otros) con EGNOS y Galileo están derivados de la **integridad** y la **garantía del servicio**



Estas características (no existentes en GPS) permiten un conjunto de aplicaciones llamadas "liability critical"

APLICACIONES "LIABILITY CRITICAL"

¿Qué son?:

- Aquellas en las que la posición calculada es usada para **decisiones legales** o **transacciones económicas**
- Errores de posición grandes, aunque improbables, pueden tener un impacto legal o económico.

Ejemplos:

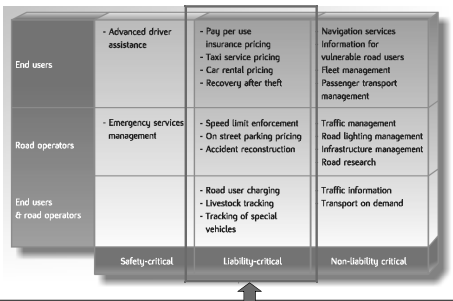
- "Radar Virtual": impacto legal -> multar al "no infractor"
- Seguimiento de Mercancías peligrosas: impacto legal/seguridad
- Pago por Uso: impacto económico -> cobrar inadecuadamente y, en particular, al "no usuario"

Probabilidad de ese impacto negativo tiene que ser extremadamente pequeña para que la aplicación sea viable

Acotar esa probabilidad implica acotar los errores con una muy alta probabilidad => **Integridad de la Posición**

No todas las aplicaciones tienen la misma importancia...

Aplicaciones de Galileo en el sector de la carretera



No todas las aplicaciones tienen la misma importancia…

Aplicaciones estrella

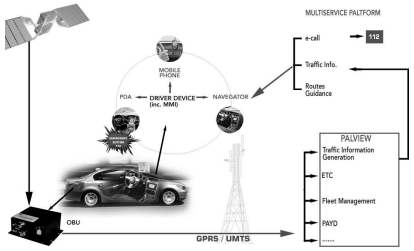
Grupo de Aplicaciones	Servicios	Mercado Potencial 2020*
Safety of life	**-Servicios de Gestión de Emergencias (eCALL)**	99 MM
Liability-critical	**-Peaje electrónico basado en GNSS** **-Seguros de Pago por Uso** -Gestión de mercancías	185 MM 120 MM 24 MM
Non liability-critical	-Servicios de Navegación Asistida	172 MM

OBU (On-Board Unit): la pieza clave

- Sistema empotrado en el vehículo
- La OBU a utilizar presenta diferentes compromisos de diseño:
  - Capacidad de cómputo: OBU **Ligera** vs. Pesada (coste, consumo, refrigeración, tamaño…)
  - OBU **Solo GNSS** vs Integración con otros sensores
  - OBU Dedicada exclusivamente a un servicio vs. **múltiples servicios** (reducción de coste al soportar otros servicios en una misma OBU)
  - Sistema operativo propietario vs. **software libre**: no pagar licencia por unidad en marcha

¿QUÉ SERVICIOS SE PUEDEN OFRECER?

- Gestión de flotas, eCall, PAYD, Reconstrucción de accidentes, Diagnosis remota, Información de tráfico en tiempo real, Localización y recuperación de vehículo robado, EFC (Electronic Fee Collection), Green ITS, etc…



- A continuación veremos algunos de ellos en detalle.

PEAJE ELECTRÓNICO BASADO EN GNSS

Contexto

Los **sistemas electrónicos de pago por uso** tanto en el entorno de carretera como urbanos **son una realidad operacional hoy** y se extenderán a la mayoría de los países de Europa en el futuro

La tecnología GNSS es ya una competidora al DSRC (dedicated short-range communications) **con claras ventajas por su flexibilidad y eficiencia en costes para grandes redes.** Ejemplos:

–German Toll Collect: hoy

–Sistema Holandés; Congestion Charging en Londres: en evaluación

Uso en autopistas y en centros históricos de las ciudades

GMV y UVa trabajan en una solución basada en EGNOS / Galileo

¿**Qué pueden aportar EGNOS y Galileo en el campo del peaje electrónico basado en GNSS**?

ESQUEMAS DE COBRO

Se han identificado distintos esquemas de cobro (basados en tiempo, distancia, zonas o combinaciones de ellos)

Tipos de pago:

-Por distancia

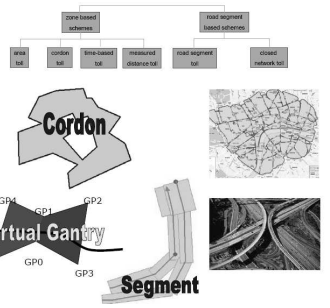
-Por segmento de carretera

-Por cordón

–Por área

–Por tiempo

En todos los esquemas un primer paso básico es la identificación de que el vehículo está usando la infraestructura.



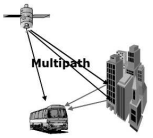
ERRORES DE GPS

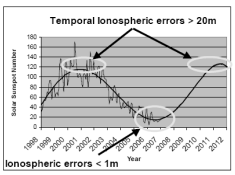
Aunque las prestaciones globales del GPS son en general muy elevadas existen tres grandes factores que las limitan:

– **Multipath:** en entornos no abiertos (p. ej. urbanos o semi urbanos) la reflexión de las señales provocan grandes errores (> 100 m con probabilidades >0.1%)

–**Ionosfera:** interferencias magnéticas

–**Fallos de satélites:**





– Three GPS events occurred this summer 2006:
  - 2nd of June 2006: SV30: clock event
  - 31st of July 2006: SV03: clock event
  - 25th of August 2006: SV29: clock event
– **These 3 events provoked errors of upto 100's of metres (!) at some European locations.**

¿CÓMO EVITAR EL COBRO EN EXCESO?

Dos soluciones:

1) Integrar sensores adicionales en el OBU (odómetros, giróscopos) e incluir "beacons" en lugares conflictivos:

–Solución compleja y cara (OBU>500€)

–Única posible mientras EGNOS no estaba operacional

2) Conocer una cota del error con muy alta probabilidad: INTEGRIDAD DE POSICIÓN

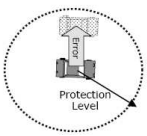
–Permite usar un sistema "sólo-GNSS"

–Uso del "Protection Level": el sistema garantiza que la posición real está dentro de ese círculo

–Necesidad de EGNOS / Galileo

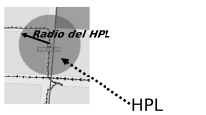
–Ventaja: OBU de bajo coste (<100€)

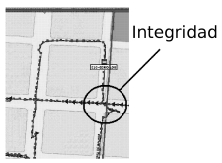
Nota: las soluciones basadas en "Map-matching" mejora las prestaciones pero no resuelve las debilidades de GNSS ni sus resultados se pueden garantizar



INTEGRIDAD EVITA EL COBRO INDEBIDO

1. Las pruebas demuestran una **disponibilidad** del **98% en entornos urbanos** (recorridos realizados entre 4/10/2007 y el 10/10/2007 a lo largo del barrio Salamanca y otras zonas "en sombra" de Madrid, donde las condiciones de recepción de señal son desfavorables – edificios altos, orientación Norte, etc.).
2. Se demuestra que la **OBU-multiservicio** dotada con **EGNOS-GALILEO:**
   - ofrece **integridad** → Garantiza las posiciones con un intervalo de incertidumbre o error (HPL).
   - Los resultados arrojan un **HPL** que se mantiene **acotado <40m**. → *Se prevé que el desarrollo de GALILEO rebaje este valor a unos pocos metros.*

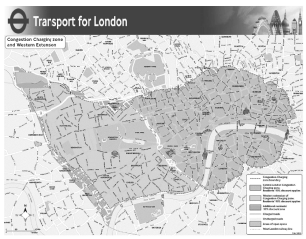




EVALUACIÓN EN ENTORNOS REALES

GMV ha participado en las pruebas de Transport for London para la evaluación de cobro con GNSS en el "Congestion Charging Area" de Londres

Único suministrador que ofrecía el valor añadido de la Integridad de Posición asegurando la corrección de cobro bajo cualquier circunstancia.



Otras pruebas: KPM-TEST, Holanda ("Investigación de la precisión y fiabilidad para la determinación del cálculo de la distancia y cálculo de tarifa en un modelo de Pago-por-Uso de Infraestructuras")

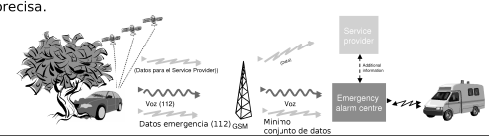
SERVICIOS DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS Y ASISTENCIA EN CARRETERA

SERVICIOS DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS

En caso de accidente de circulación automáticamente abre un canal de datos y voz entre el vehículo y el centro de emergencias.

Los datos automáticamente enviados son:
- La hora
- Ubicación exacta y sentido
- Identificación del vehiculo
- Identificación del Proveedor de información adicional de carácter privado, público y/o semi-publico
- Tipo de alarma (manual o automático)

El Centro de gestión de emergencias envía las respuestas adecuadas i.e. Ambulancias, Bomberos, Policía etc. a la ubicación exacta con información precisa.

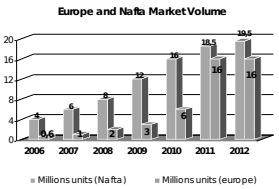


SERVICIOS DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS

Iniciativas privadas

Europa:
- PSA ("l-appel d'urgence")
- BMW (BMW assist, ConnectedDrive)
- Mercedes (Teleaid)
- Volvo (Volvo On Call)
- FIAT (Blue&Me)

EEUU:
- General Motors (Onstar)
- Daimler Chrysler (Hughes Telematics)



Mercado 2006 :

→EUROPE (25 Countries): 219 millions cars → New Registration 16 000 000Units

→NAFTA: 250 millions cars

SERVICIOS DE GESTIÓN DE EMERGENCIAS

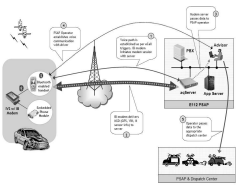
Iniciativas públicas en Europa: PROYECTO eCALL

- El proyecto **eCALL** nace con el objetivo de evitar 2.500 muertes al año en carretera y reducir un 15% la gravedad de los accidentes.
- Este proyecto se pondrá en marcha a través de un dispositivo similar a una caja negra, que **se instalará en todos los vehículos nuevos**

- La implantación inicialmente prevista en 2009 se está retrasando al 2011-2012:

-Dificultad en la unificación de los formatos implementados en los distintos centros de emergencia de cada país, para poder permitir el flujo de datos entre los mismos

-Definición de la trama mínima de datos a enviar y la forma de envío de la misma: SMS o In-band modem.



**source: Airbiquity*

MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y GESTIÓN DE AVERÍAS

SERVICIOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Gestión de las tareas de mantenimiento más usuales de un vehículo: cambios de aceite, filtros, consumo de combustible, ITV, tarjeta de transporte, revisiones periódicas, etc.

El usuario puede llevar un registro de las averías sufridas, reparaciones, tareas realizadas y tareas pendientes.

Los Servicios nos podrán avisar con antelación bien por el número de kilómetros o por el número de días que quedan para pasar la revisión.

El control se lleva a cabo por el número de kilómetros recorridos que envía la OBU

BREAKDOWN ASSISTANCE

La OBU monitoriza la información mecánica y técnica del vehículo (en tiempo real). Esta información puede consultarse en la central en cualquier momento. La información se obtiene:

- A través del OBD (estándar):
  - Información limitada: RPM, velocidad, temperatura de sensores, etc.
  - Acceso a los **códigos de error**
- A través del CAN Bus (protocolos propietarios)
  - Información mucho más amplia

Cuando ocurre una avería, se detecta el error correspondiente y se genera una alarma, que se envía a la central

Desde central puede avisarse a asistencia en carretera notificando localización del vehículo y tipo de avería

SEGUROS DE PAGO POR USO

SEGUROS DE PAGO POR USO

Tipo de seguro telemático para automóviles en el que el **coste del seguro dependerá del uso del vehículo** particularmente de la distancia recorrida.

Gracias a esta forma de seguros, los jóvenes pueden verse beneficiados por un seguro accesible y más económico, en lugar de ser genéricamente catalogados como "conductores irresponsables".

Las compañías de seguros siempre han tratado de diferenciar a los conductores seguros para poder ofrecerles mejores primas y/o bonificaciones por no siniestralidad

El término Pago por Uso es también utilizado por ciertas autoridades bajo la forma de **road pricing** (impuestos de rodaje basados en el cálculo del tiempo o la distancia recorrida)

SEGUROS DE PAGO POR USO

- Partiendo de la información de posición, velocidad y tiempo que llega de los diferentes OBUs, se calcula el comportamiento en la conducción de cada usuario

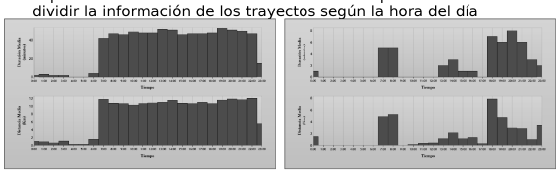
- El equipo utiliza tecnología GPS unida a los sistemas de comunicación GPRS que envía la información a una plataforma desarrollada que analiza el comportamiento del conductor.

- Otras aplicaciones: gestión de vehículos de alquiler, tarifas en función del uso, etc.

Determinación de perfiles de conducción

Duraciones y distancias recorridas medias diarias

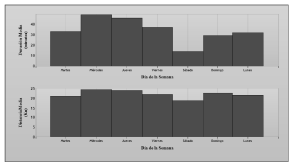
El uso particular de un vehículo de forma diaria puede ser conocido al dividir la información de los trayectos según la hora del día



Determinación de perfiles de conducción

Duraciones y distancias recorridas medias semanales y luminosidad

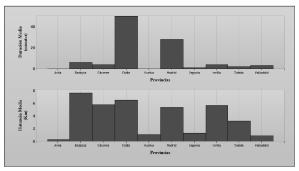
El uso particular de un vehículo de forma diaria puede ser conocido al dividir la información de los trayectos según el día de la semana y si conduce de día o de noche

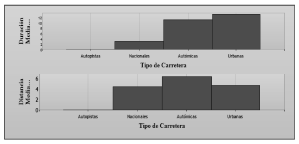


Determinación de perfiles de conducción

Duraciones y distancias recorridas medias por área y tipo de carretera

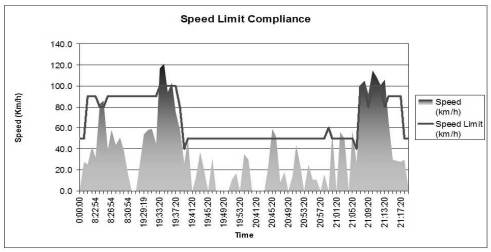
El uso particular de un vehículo puede ser conocido al dividir la información de los trayectos según el tipo de carretera o la provincia por la que transita





Determinación de perfiles de conducción

Agresividad al volante: puede medirse a través del cumplimiento de los límites de velocidad mediante GNSS

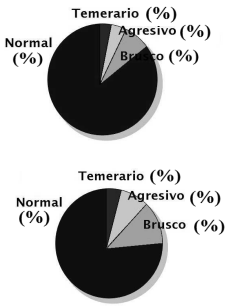


Determinación de perfiles de conducción

Agresividad al volante

El uso de sistemas inerciales complementa su detección

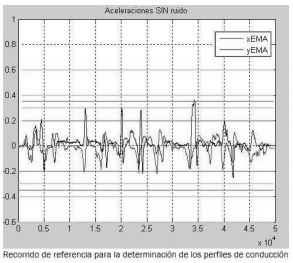
- Aceleración longitudinal
  - *Normal*: 0 < g < 0,15
  - *Brusco*: 0,15 < g < 0,35
  - *Agresivo*: 0,35 < g < 0,5
  - *Temerario*: g > 0,5
- Aceleración transversal
  - *Normal*: 0 < g < 0,3
  - *Brusco*: 0,3 < g < 0,4
  - *Agresivo*: 0,4 < g < 0,6
  - *Temerario*: g > 0,6



Determinación de perfiles de conducción

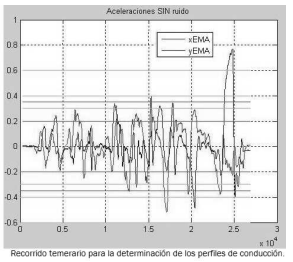
Agresividad al volante

Recorrido de referencia



Recorrido de referencia para la determinación de los perfiles de conducción

Recorrido de temerario



Recorrido temerario para la determinación de los perfiles de conducción.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- El uso de la navegación por satélite presenta grandes **ventajas** respecto a otras tecnologías en las aplicaciones de pago por uso en particular por su **flexibilidad y bajo coste**
- No obstante el sistema **GPS tiene algunas debilidades** como los errores de posición que a veces se producen
- Así, la **corrección del cobro** requiere mecanismos especiales para evitar errores derivados de dichos errores de posición: **asegurar la integridad**.
- Son varias aplicaciones las que optan a ser la **Killer Application** en los nuevos servicios de navegación
- No solo dirigida por el mercado: **esencial el rol del regulador** como sucede en el caso del proyecto eCALL

CONCLUSIONES

- Arquitectura "**OBU Ligera**" (1 OBU – múltiples servicios): fundamental para optimizar los costes al usuario
- **El uso de software libre**, tanto en la OBU como en los sistemas centrales de procesamiento de información es fundamental:
  - Mejora la fiabilidad
  - Evita la dependencia de un único proveedor
  - Reduce costes por unidad
  - Permite su reutilización en otras arquitecturas
- La Universidad de Valladolid desarrolla soluciones Linux a medida para los servicios que GMV ofrece en sus OBU: **modelo de negocio basado en el uso de software libre**

NUEVOS SERVICIOS DE NAVEGACIÓN PARA LA CARRETERA

Sistemas empotrados en flotas de vehículos

MUI-TIC
Universidad de Valladolid
9 noviembre 2009

Diego R. Llanos Ferraris
Universidad de Valladolid y GMV S.A.
Valladolid, España

© GMV y UVa, 2009
Todos los derechos reservados