

## Aplicaciones de ingeniería de software centradas en el contexto y su uso en autopistas inteligentes.

Analía Gabriela Bigatti, Hugo Orlando Messina, Jorge Salvador Ierache

Facultad de Informática Ciencias de la Comunicación y Técnicas Especiales,  
Universidad de Morón  
Morón B1708JPD, Buenos Aires, Argentina  
[analiabigatti@unimoron.edu.ar](mailto:analiabigatti@unimoron.edu.ar), [hmessina@unimoron.edu.ar](mailto:hmessina@unimoron.edu.ar), [jierache@unimoron.edu.ar](mailto:jierache@unimoron.edu.ar)

### Abstract

The context-aware systems open an enormous fan of possibilities in the field of application of the traditional engineering of systems. With these systems the user becomes the center of attention of the applications, since these modify their possibilities of election according to the surroundings that cross the user at this moment. The intelligent highways are not the exception. With thousand of car in different situations and into a changing enviroment, it is not enaugh to improve the system of message panels and cabins of toll to avoid delays and accidenes. The present article shows the gap between systems that use context-aware computing of which no, in the scene of the intelligent highways.

### Resumen

Los sistemas centrados en contexto abren un enorme abanico de posibilidades en el campo de aplicación de la ingeniería de sistemas tradicional. Con estos sistemas el usuario pasa a ser el foco de atención de las aplicaciones, ya que estos modifican sus posibilidades de elección de acuerdo al entorno que atraviesa el usuario en este momento. Las autopistas inteligentes no son la excepción. Con miles de coches en situaciones diferentes y un entorno en extremo cambiante hacen que no alcance solo con sofisticar los sistemas de carteles y las cabinas de peaje para evitar demoras y accidenes. El presente artículo muestra la brecha que hay entre sistemas que utilizan computación context-aware frente a los que no la utilizan, en el escenario de las autopistas inteligentes.

**Palabras claves:** Context-Aware, Pervasive Computing, Ubiquitous Computing, Smart Highway

## 1 INTRODUCCION

Hoy en día hay un desarrollo creciente en el área de sistemas centrados en contexto (aquellos sistemas capaces de pensar, interpretar y responder de acuerdo con el entorno en que se encuentra el usuario, y que hacen uso del contexto para proveer información o servicios relevantes al mismo, en

relación a la tarea que éste se encuentre desarrollando). Como ejemplo de aplicación, nos centraremos en la posibilidad de brindar información contextual a los conductores de vehículos sobre las autopistas, a fin de brindar mayor seguridad frente a situaciones como la que reflejaron los hechos pasados en la tarde del 14 de abril de 2007, cuando un desprevenido conductor estacionó su camioneta de pasajeros en medio de un denso banco de niebla, siendo embestido por un camión y subsecuentemente por otros vehículos, provocando un accidente fatal múltiple en el autopista Ezeiza-Cañuelas sobre el Km. 48.

## **2. PROBLEMA**

El crecimiento de accidentes agravados por muerte, los pocos recursos económicos del país, el avance tecnológico, la posibilidad de lograr que el conducir sea algo placentero y la posibilidad de facilitar el flujo de información vital para los conductores, fueron los ejes que motivaron el desarrollo del presente artículo. Se destacan los principales factores que intervienen en los accidentes entre estos se encuentran los conductores estos influyen principalmente con comportamiento, la falta de atención al camino y al tránsito circundante, las actitudes de no ceder el paso, el incumplimiento de las reglas de tránsito y la inexperiencia y negligencia.

En relación a los vehículos estos influyen principalmente por sus condiciones mecánicas, frenos defectuosos y cubiertas lisas. El camino influye principalmente por las condiciones y calidad del mismo, el tipo de pavimento, cunetas, lomos de burro.

El sistema de control de tránsito, influye en el diseño de las autopistas, su señalización, los obstáculos, los animales sueltos. El medio ambiente influye en relación a la visibilidad, al estado del pavimento mojado, congelado, entre otros.

## **3. SITUACIÓN ACTUAL**

Hoy en día los automovilistas soportan largas filas en las estaciones de peajes, las autopistas se corrompen en horas pico, (entre las 8:00 AM y las 18:00 PM), sumado a este problema las imprudencias automovilísticas han crecido notablemente respecto de años anteriores provocando un importante incremento en la suma de víctimas inocentes. Algunas autopistas cuentan con sistemas TAG o Televía, este sistema de cobro automático electrónico agiliza el paso de los vehículos por las estaciones de peajes, aunque presentan inconvenientes en la respuesta de la apertura de barreras y no todas las autopistas se encuentran equipadas con este dispositivo. En los últimos años se han implementado carteles de información visual que al estar en contacto con una central de datos se actualizan a cada minuto brindando el estado de tránsito, en cuanto a demoras, embotellamientos o accidentes, posibles desvíos, rutas alternativas, las velocidades a las que se debe transitar (según el flujo de autos) y servicios meteorológicos.

## **4. DESCRIPCIÓN SOBRE CONTEXT-AWARE (CENTRADO EN EL CONTEXTO)**

#### 4.1 Consideraciones acerca de context-awareness.

A lo largo del tiempo se han formulado diferentes definiciones. La primera definición surge en 1993, (Schilit [22]) define al contexto como *“la localización, identidad de las personas y objetos cercanos y los cambios que se produzcan en estos objetos”*, en forma similar, Brown [5] define al contexto como *“localización, identidad de las personas que rodean al usuario, hora del día, estación del año, temperatura, etc.”*. Ryan [20] lo presenta como *“la localización del usuario, el entorno físico, la identidad y la hora”*. Siguiendo esta línea, en cuanto a la percepción de los elementos que deben ser considerados parte del contexto, Dey [10], en 1998, brinda una definición más completa, donde ve al contexto como *“el estado emocional del usuario, el foco de atención, la localización y orientación, fecha y hora, y las personas que componen el entorno del usuario”*.

Todas estas definiciones enumeran los “elementos”, que para el autor, tendrían que formar parte del contexto, ahora, ¿qué ocurre si se agrega un nuevo elemento?, ¿como saber si forma o no parte del contexto? Un ejemplo de esto podría ser, *“servicios disponibles”*. Al Agregar un nuevo elemento, estas definiciones se vuelven insuficientes y dejan “una zona gris”, por tal motivo es necesario encontrar una definición más abstracta y amplia. Brown [4] [6], expreso al contexto como *“los elementos del entorno del usuario de los que la computadora del usuario es consciente”*. Ward [23], lo define sencillamente como *“el estado del entorno de la aplicación”*. Pascoe [16], [17], lo expresa como *“el conjunto de estados físicos y conceptuales de interés para una entidad particular”*. La definición de Franklin [12] es sumamente abstracta, caracterizo al contexto como *“la situación del usuario”*. Dey [9], aporta una definición desde el punto de vista del desarrollo de software, caracterizando al contexto como: *“cualquier información que puede ser usada para caracterizar la situación de una entidad. Una entidad puede ser una persona, un lugar o un objeto que es considerado relevante para la interacción entre el usuario y la aplicación; incluyendo al usuario y la aplicación mismos”*.

#### 4.2 Entorno de aplicaciones context-awareness

Todos los seres vivos interaccionan constantemente con su entorno. Con múltiples grados de complejidad, los organismos son capaces de percibir los cambios que se producen en el entorno que los rodea y de reacomodar su comportamiento o su metabolismo para adaptarse a dichos cambios. Un cambio que permita a un ser vivo funcionar eficientemente se llama adaptación. El cambio adaptativo significa una ventaja para vivir en un entorno concreto. B. Schilit y M. Theimer [22] y más tarde (1996), M. Brown [4], todos utilizaron el concepto de *“adaptación”* y coincidiendo en una primera definición que expresaba lo siguiente: *“una aplicación de software es sensible al contexto si puede adaptarse, percibir o responder ante los cambios en el entorno”*.

Con el tiempo a las aplicaciones context-awareness se les atribuyeron términos como: *“reactivas”* [20], *“obedientes”* [8], *“situadas”* [11], *“sensible al contexto”* [13] y *“dirigidas por el ambiente”* [18]. Kortuem [15], tomo algunos de estos conceptos y definió este tipo de aplicaciones como *“aquellas que pueden variar o adaptar dinámicamente su comportamiento en base al ambiente”*. Una aplicación que varía dinámicamente su comportamiento evidentemente está dirigida o/y es sensible al contexto para poder adaptarse a él. Más adelante, entre 1997-1998, Hull [13] y Pascoe [17] definieron a las aplicaciones context-awareness por *“la habilidad que poseen los dispositivos computacionales de detectar, censar, interpretar y responder a los aspectos del ambiente del usuario”*. Dey [14], en 1998, continúa este camino y define la noción de las aplicaciones context-

awareness como “*el uso del contexto para automatizar un sistema de software, modificar su interface y proveer la máxima flexibilidad en términos de servicios*”. Salber [21] añade “*to be the ability to provide maximum flexibility of a computational service based on real-time sensing of context*”, estas definiciones se centran en el conocimiento de determinados aspectos del contexto para brindar flexibilidad de servicios al usuario. Por otro lado, Ryan [19], define a las aplicaciones context-awareness como “*aplicaciones que supervisan las entradas provenientes de los dispositivos de censado ambientales y permiten a los usuarios seleccionar un determinado contexto físico o lógico de acuerdo a sus intereses o sus actividades*”. Esta definición es más restrictiva que las anteriores por que identifica el método por el cual las aplicaciones actúan sobre el contexto y sobre los intereses del usuario. Siguiendo esta línea, Brown [7] expresa, “*aplicaciones que automáticamente proporcionan información y/o reaccionan de acuerdo contexto actual del usuario que es detectado por los sensores*”. Esta definición se centra en el contexto del usuario, es decir, toda la información relevante que influya sobre las intenciones del usuario; esta información provocan una reacción por parte de la aplicación que se ajusta a ese contexto. Este tipo de aplicaciones buscan ser proactivas, anticipándose a las acciones que puede llegar a realizar el usuario, un por ejemplo de esto podría ser, modificar la configuración de un “*layout*” gráfico, para esto la aplicación deberá, por ejemplo, tener en cuenta aspectos contextuales como, la luminosidad del ambiente, el horario, la cantidad de batería restante (si es un dispositivo móvil), la actividad que está realizando el usuario en ese momento, etc.

Finalmente, Dey [9] [2] expresa una aplicación context-awareness como: “*aquella que utiliza al contexto para proveer información relevante y servicios al usuario, donde la relevancia depende de la tarea que está llevando a cabo el usuario*”. Contexto es cualquier información que puede ser usada para caracterizar la situación de una entidad. Donde una entidad es una persona, lugar u objeto que es relevante para la interacción entre un usuario y una aplicación, incluyendo al usuario y la aplicación. Las nociones de context-aware provienen de las ideas acerca de la computación ubicua y computación pervasiva, cuya finalidad es lograr que el entorno cotidiano y los dispositivos de computación estén relacionados. Según su ideador Mark Weiser *las tecnologías más profundas son las que desaparecen. Se tejen en la tela de la vida diaria hasta que son indistinguibles de ella.* [24] Para la adquisición de datos se utilizan sensores que toman del contexto los eventos generados determinadas situaciones como se muestra en la figura 1.

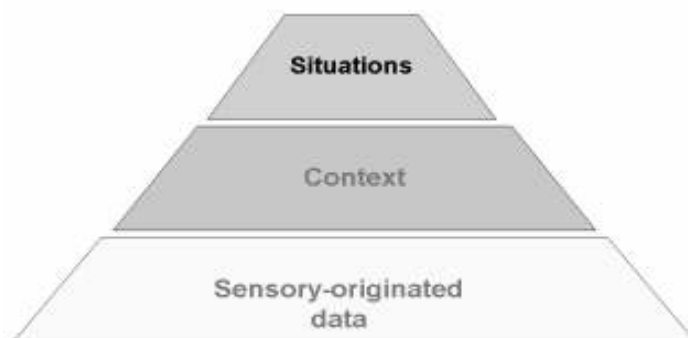


Figura 1: Pirámide de Situación de Contexto

### 4.3 Tipos de Contexto

Se diferencian principalmente cuatro tipos de contexto, que por su utilidad se destacan de los demás: Ubicación, Identidad, Actividad, Tiempo. Con estos tipos de contexto no solo se responden las cuestiones de quién, qué, cuándo y dónde, sino que también se indican otras fuentes de información contextual. Por ejemplo si se tiene la identidad del usuario, seguramente se tendrá información secundaria como e-mail, número telefónico, edad, lista de contactos, etc. En otras palabras se tiene un sistema de dos niveles en el cual las categorías Ubicación, Identidad, Actividad y Tiempo determinan el primer nivel y el segundo nivel esta compuesto por cualquier otro tipo de información contextual. Las piezas de información secundaria tienen como característica que puede ubicar en un espacio de información cuyo índice es uno o varios de los tipos de contexto del primer nivel. Por ejemplo los números telefónicos de los usuarios pueden encontrarse indexados por la identidad del usuario [25].

Esta caracterización ayuda a los diseñadores a seleccionar el contexto a utilizar en sus aplicaciones, estructurar la forma de uso del contexto, y explorar otros contextos relevantes. Los cuatro primeros tipos de contextos indican los tipos de información necesarias para caracterizar una situación y el uso de las mismas provee una manera de usar y organizar el contexto [3]. Ver figura 2.

Un sistema es context-aware si el mismo usa el contexto para proveer información relevante y/o servicio al usuario, donde la relevancia depende de la tarea del usuario. Las definiciones de sistemas context-aware fueron elaboradas por Schilit [22], y luego continuadas por Dey [1],[9] entre otros. Las de éste último autor son las que hoy en día prevalecen y son más ampliamente aceptadas. Se detalla en la tabla 1 las funciones de Context-Aware.

Tabla 1 Funciones de Context-Aware

Funciones de Context-Aware	
Presentación de información y servicios:	Referida a aplicaciones que presentan información de contexto al usuario, Como ejemplo se puede citar una aplicación para teléfonos celulares que en función de la ubicación del usuario dentro de una ciudad le presenta los restaurantes más próximos.
Ejecución Automática de servicios:	Describe aplicaciones que disparan un servicio, o reconfiguran su comportamiento de acuerdo al cambio de contexto del usuario. Como ejemplo, la aplicación que incrementa automáticamente el volumen y brillo del celular en los horarios en que una persona viaja a su trabajo.
Adjuntar información de contexto para su posterior recuperación:	Incluye aquellas aplicaciones que pueden poner en una etiqueta (TAG virtual), datos con información relevante del contexto, dejándolas

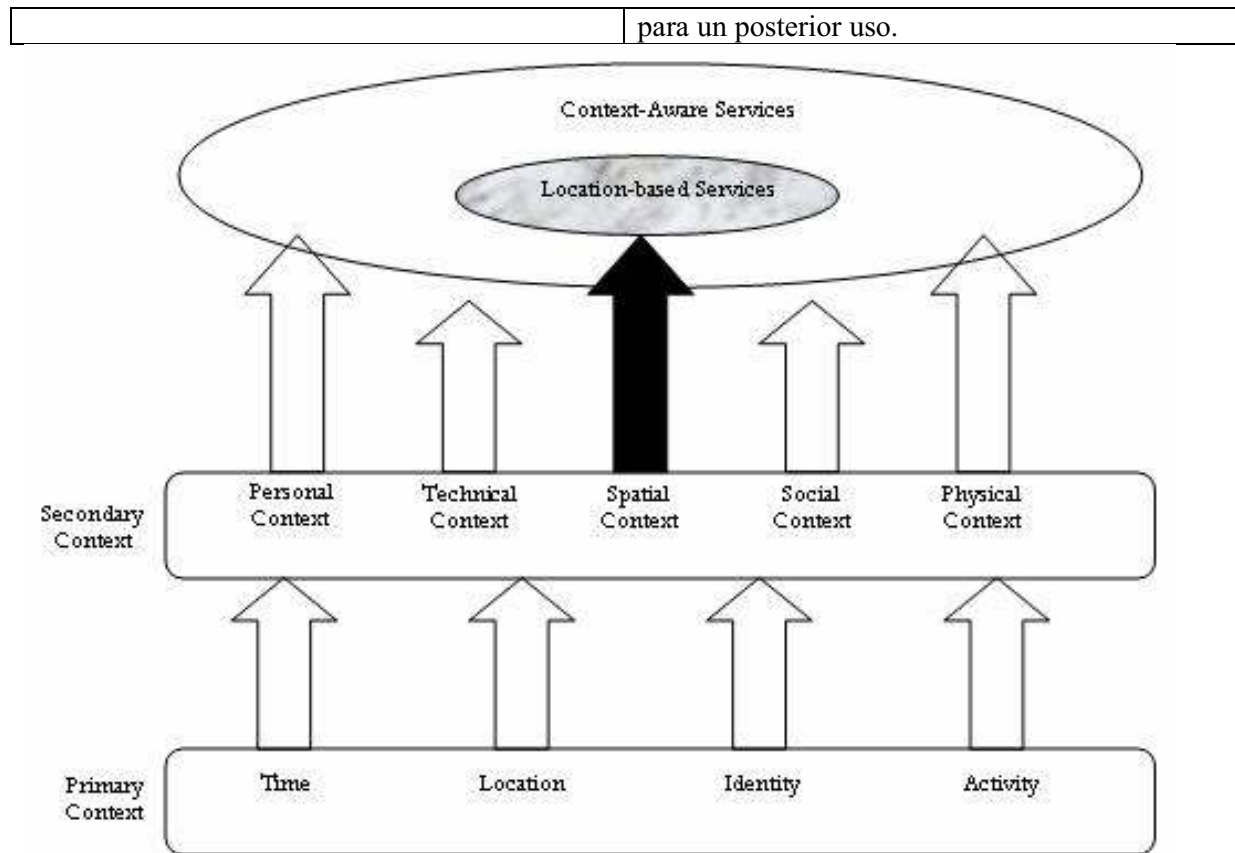


Figura 2: Tipos de contexto y Servicios Basados en Ubicación

## 5. SOLUCIONES

### 5.1 Introducción

Un tema muy interesante que se está desarrollando en la actualidad es la integración de sistemas móviles a la vida diaria y crear escenarios en los que todos los sistemas capaces tengan la posibilidad de hablar con otros y prestarse servicios de distinta índole, ya sea intercambio de tarjetas de contacto, archivos, pago de cuentas, localización de personas, adaptación automática del software, etc. La frase “la computación del siglo 21” está cada vez más cerca para orientar a que la tecnología debe dejar de ser explícita a nosotros y volverse cada día más integrada, pero para ello hay varias corrientes tratando de abordar el problema. El proyecto Kapsch propone la creación de un sistema de control del tránsito, sustentado en la unificación del cobro de peaje electrónico y en el montaje de una base operativa encargada del ordenamiento del tráfico y la seguridad vial. La iniciativa privada apunta a reemplazar los sistemas de telepeaje de los accesos por un nuevo dispositivo similar a un código de barras, que permitirá pagar los peajes a 60 kilómetros por hora. Ver figura 3. Las principales funcionalidades que brinda este proyecto son:

- Control de señalización de las vías a través de carteles de mensajería variable, informando a los usuarios el estado de la circulación.
- Realizar mediciones y control de las condiciones ambientales en los túneles.
- Detectar y extinguir incendios.
- Atender llamadas de emergencia de los usuarios.
- Reproducir mensajes de voz, a través de altoparlantes, indicando a los usuarios las medidas y/o acciones a tomar en caso de incidente.
- Supervisión visual y detección de incidentes mediante video.
- Alimentar los sistemas de emergencia en caso de cortes en el suministro eléctrico.
- Monitorear en tiempo real secciones enteras de la autopista a través de cámaras y sensores.
- Ajustar de modo automático la iluminación al interior del túnel, considerando las condiciones de iluminación exterior.
- Ventilar automáticamente y mantener los niveles de CO y opacidad del aire en niveles de acuerdo a normativas y recomendaciones medioambientales.
- Detectar y extinguir posibles focos de incendio.
- Gestión de despacho de los recursos.

Sin embargo en este proyecto no se tiene en cuenta la posibilidad del uso de información contextual, ya que los usuarios del sistema (conductores), contienen en si este tipo de información que podría ser utilizado para mejorar la dinámica del sistema. Los usuarios no tienen acceso en todo momento a la información del contexto en donde están interactuando, solo a través de eventuales sistemas de información al paso como los carteles y altoparlantes, cuyo defecto es el de proporcionar ésta información una vez producido el hecho.

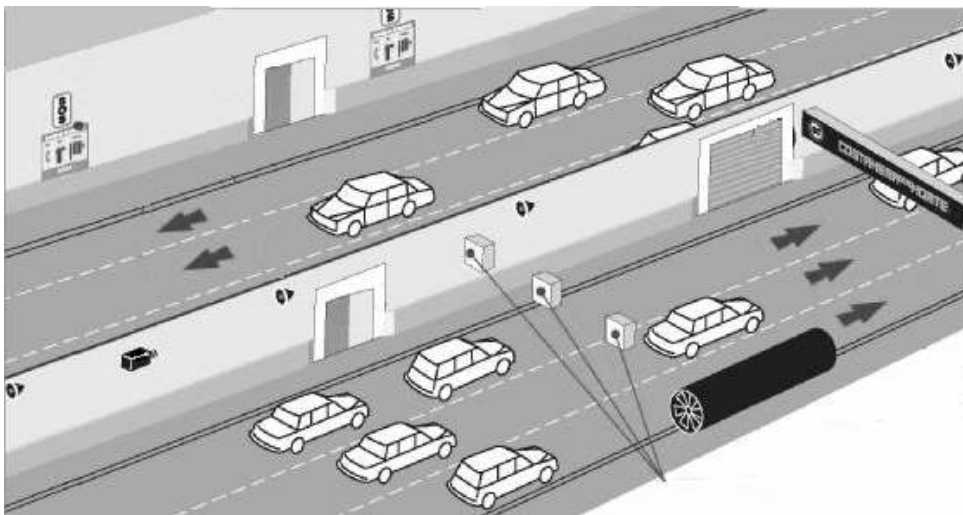


Figura 3: Sistema de Control de Autopistas HCS

## 5.2 Solución orientada a Context-Aware

La solución propuesta consiste en la utilización de aplicaciones context-aware ubicadas dentro de los vehículos y en las autopistas. Esta aplicación propuesta sería una aplicación móvil y la misma utilizaría servicios basados en localización (LBS), estos sistemas se encargan de proveer el posicionamiento geográfico del usuario. El contenido de un vehículo consiste principalmente en componentes mecánicos y electrónicos. Sin embargo el software es cada vez más una pieza importante en los vehículos futuros. El software utilizado en los sistemas inteligentes de transporte (ITS) forma parte de la estrategia internacional de la seguridad del camino para mejorar la movilidad, la comodidad y la seguridad de los usuarios del mismo. El 95% de los accidentes se atribuyen al error del conductor. Los ITS y los sistemas de ayuda al conductor podrían reducir el error del mismo aumentando el conocimiento de información de seguridad crítica relevante en el contexto. Tal sistema centrado en el contexto es difícil de programar debido a la insuficiencia y a la complejidad de la información del ambiente.

### 5.2.1 Beneficios de esta propuesta

- Integrar la información tomada del entorno (Contexto) entre automóviles y la autopista
- Mejorar la llegada de información a los diferentes automovilistas
- Prevenir la congestiones de tránsito
- Disminuir y controlar posibles accidentes
- Aumentar la calidad de información
- Registrar mediciones de tráfico
- Aumentar la satisfacción en el manejo diario
- Innovar una nueva tecnología

### 5.2.2 Escenario Propuesto

El escenario propuesto incluye a los conductores (usuarios), como los principales receptores de la información contextual. Esta información proviene de varias fuentes, alguna de las cuales son los propios usuarios como consecuencia de ejecutar acciones por causa de haber recibido información desde la interfaz de la aplicación, provocando con sus decisiones nuevos datos de contextos.

Podemos identificar los siguientes tipos de contexto según se muestran en la tabla 2:

Entidad	Contexto Primario	Contexto Secundario
Vehículo	Ubicación	Posición en el autopista (segmento)
	Identidad	Patente Conductor Marca / modelo Estado del vehículo
	Actividad	Información hacia el conductor Velocidad de circulación



		Cambios de estado en el vehículo
	Tiempo	Segmento atravesado en determinado momento
Autopista	Ubicación	No aplica
	Identidad	Nombre del autopista Segmento del autopista
	Actividad	Señalización del camino Información hacia los vehículos
	Tiempo	Cantidad de vehículos por segmento en un determinado tiempo
Medio	Ubicación	No aplica
	Identidad	Nombre del lugar
	Actividad	Visibilidad Estado del tiempo
	Tiempo	Hora y fecha Estación del año
Centro de Control	Ubicación	No aplica
	Identidad	Nombre del centro de control
	Actividad	Información hacia las autopistas Cierre de accesos y carriles
	Tiempo	Registros en la base de datos con información de sucesos con marca horaria

Tabla 2 Tipos de Contextos

## 6. EJEMPLO USANDO CONTEXT-AWARE

Como ejemplo citamos el caso del sistema Highway de Information Society Technologies (IST) [14]. Highway esta orientado a conductores y peatones europeos con servicios eSafety y la actual necesidad de interacción con multimedia (texto, audio, imágenes, vídeo en tiempo real, voz/gráficos) y los servicios basados en localización. Los servicios eSafety estarán basados en la combinación de mapas en tiempo real, tecnología móvil de banda ancha (UMTS 3G, Wi-Fi), los sistemas de posicionamiento, las herramientas 2D/3D y síntesis de voz / interfaces de reconocimiento de voz. El objetivo de Highway es ofrecer una seguridad más alta y servicios de valor agregado basados en ubicación, donde la interacción entre la persona, el vehículo y la infraestructura de la información se tratan de una manera integrada.

## 7. CONCLUSIONES

Luego del análisis general planteado en el presente trabajo, podemos concluir en que el uso de la información que proporciona el contexto, resulta de interés y contribuye a resolver de manera mucho más eficiente el problema planteado, facilitando el desarrollo futuro de autopistas inteligentes que interactúan con los automóviles, en este caso agentes que negocian entre si bajo el contexto de reglas de seguridad, frente a la situación general del tráfico que se desarrolla en la autopista con otros agentes, El desarrollo de sistemas centrados en contexto se adecua mucho mejor a los entornos móviles que un sistema del tipo tradicional como el que se plantea como propuesta de implementación en nuestras autopistas. En relación a las futuras líneas de investigación se orientan al desarrollo de un modelo centrado en contexto, sobre el cual actúan los automóviles en nuestro caso de estudio agentes que utilizaran la autopistas inteligente, que constituye el ambiente de negociación multiagente, para su comprobación se exploraran soluciones en el marco de los modelos de vida artificial.

## 8. REFERENCIAS

- [1] A. K. Dey, 1999, G. D. Abowd - Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness.
- [2] A. K. Dey, 2000, Tesis. Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications. College of Computing, Georgia Institute of Technology.
- [3] Bill N. Schilit, Norman Adams, and Roy Want. 1994. Context-Aware Computing Applications
- [4] Brown M., "Supporting user mobility", *In IFIP World Conference on Mobile Communications*, 1996, pages 69–77.
- [5] Brown P. J., Bovey J. D., and Chen X., "Context-aware applications: from the laboratory to the marketplace", *IEEE Personal Communications*, October 1997, pages 58-64.
- [6] Brown P.J., "The Stick-e Document: a Framework for Creating Context-Aware Applications", *Electronic Publishing*, 1996, pages 259-272.
- [7] Brown P.J., "Triggering Information by Context", *Personal Technologies*, 1998 pages 1-9.
- [8] Cooperstock J., Tanikoshi K., Beirne G., Narine T., Buxton W., "Evolution of a Reactive Environment", 1995.
- [9] Dey A. K., "Providing architectural support for building contextaware applications", PhD thesis, Georgia Institute of Technology, 2000
- [10] Dey A.K., "Context-Aware Computing: The Cyber Desk Project", *AAAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments, Technical Report*, January 1998, pages 51-54.
- [11] Elrod S., Hall G., Costanza R., Dixon M., "Responsive Office Environments", CACM, 1993.

- [12] Franklin D. and Flachsbart J., “All gadget and no representation makes jack a dull environment”, In *Proceedings of AAAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments*, 1998.
- [13] Hull R., Neaves P., Bedford-Roberts J., “Towards Situated Computing”, *1st International Symposium on Wearable Computers*, 1997, pages 146-153.
- [14] IST Project, 2003, Breakthrough intelligent maps & geographic tools for the context-aware delivery of e-safety & value-added services.
- [15] Kortuem Gerd, Segall Zary, and Bauer Martin, “Context-aware, adaptive wearable computers as remote interfaces to 'intelligent' environments”, In *ISWC*, 1998, pages 58–65.
- [16] Pascoe J., “Adding Generic Contextual Capabilities to Wearable Computers”, *2nd International Symposium on Wearable Computers*, 1998, pages 92-99.
- [17] Pascoe J., Ryan N.S., Morse D.R., “Human-Computer-Giraffe Interaction – HCI in the Field”, *Workshop on Human Computer Interaction with Mobile Devices*, 1998.
- [18] Rekimoto J., Ayatsuka Y., Hayashi K., “Augment-able Reality: Situated Communication through Physical and Digital Spaces”, *2nd International Symposium on Wearable Computers*, 1998.
- [19] Ryan N., “Mobile Computing in a Fieldwork Environment: Metadata Elements”, *Project working document*, 1997.
- [20] Ryan N., Pascoe J., Morse D., “Enhanced Reality Fieldwork: the Context-Aware Archaeological Assistant”, *Computer Applications in Archaeology*, 1997.
- [21] Salber D., Dey A.K., Abowd G.D., “Ubiquitous Computing: Defining an HCI Research Agenda for an Emerging Interaction Paradigm”, *Georgia Tech GVU Technical Report*, 1998.
- [22] Schilit B., Theimer M., “Disseminating Active Map Information to Mobile Hosts”, *IEEE Network*, 1994, pages 22-32
- [23] Ward A., Jones A., and Hopper A., “A new location technique for the active office”, 1997.
- [24] Weiser Mark. 1991. The computer for the 21st century. *Scientific American*, 265(3):94—104
- [25] Yorio Darío, 2006, Tesis. Identificación y Clasificación de Patrones en el Diseño de aplicaciones Móviles. Universidad Nacional de La Plata.