

Del videojuego a la realidad: sistema interactivo para la seguridad vial

From the Videogame to the Reality: Interactive System for Road Safety

Ana María Orozco
amorozco@icesi.edu.co

David Felipe Baéza
dfbaeza@icesi.edu.co

Andrés Navarro Cadavid
anavarro@icesi.edu.co

Gonzalo Llano
gllano@icesi.edu.co

Grupo de Investigación izt
Universidad Icesi, Cali, Colombia

Fecha de recepción: Mayo 30 de 2012

Fecha de aceptación: Julio 31 de 2012

Palabras clave

Seguridad Vial, Redes Vehiculares, Sistemas de Transporte Inteligente, Tecnologías Persuasivas, Juegos Serios, Videojuegos, Captología.

Keywords

Traffic safety, Vehicular Networks, Intelligent Transport Systems, Persuasive Technologies, Serious Games, Video Games, Captology.

Resumen

El vertiginoso crecimiento de los centros urbanos, las tecnologías emergentes y la demanda de nuevos servicios por parte de la población plantea encaminar esfuerzos hacia el desarrollo de las ciudades inteligentes. Éste concepto ha tomado fuerza entre los sectores político, económico, social, académico, ambiental y civil; de forma paralela, se han generado iniciativas que conducen hacia la integración de la infraestructura, la tecnología y los servicios para los ciudadanos. En éste contexto, una de las problemáticas con mayor impacto en la sociedad es la seguridad vial. Es necesario contar con mecanismos que disminuyan la accidentalidad, mejoren la atención a incidentes, optimicen la movilidad urbana y planeación municipal, ayuden a reducir el consumo de combustible y la emisión de gases de efecto de invernadero, así como ofrecer información dinámica y efectiva a los viajeros. En este artículo se describen dos (2) enfoques que contribuyen de manera eficiente dicho problema: los videojuegos como juegos serios y los sistemas de transporte inteligente. Ambos enfoques están encaminados a evitar colisiones y su diseño e implementación requieren componentes altamente tecnológicos (e.g. sistemas telemáticos e informáticos, inteligencia artificial, procesamiento de imágenes y modelado 3D).

Abstract

The rapid growth of urban centers, the emerging technologies and the demand for new services by the increasing population introduce a new challenge: going towards *smart cities*. This concept has taken hold among the political, economic, social, academic, environmental and civil sectors, and several initiatives leads to the integration of infrastructure, technology and services for citizens. In this context, road safety and traffic efficiency became in key issues to be solved. New mechanisms are needed in order to reduce accidents and its mortality rate, also requirements such as the optimization of the urban mobility and municipal planning, fuel consumption and greenhouse gases emissions reduction and real-time systems that provide dynamic and effective information to travelers. This article describes two (2) approaches that contribute efficiently to the traffic safety problem: *video games* used as serious games and *vehicular applications* for *intelligent transportation systems*. Both approaches aims to reduce collisions and required a highly technological baseline to be implemented (e.g. telematic and computer systems, artificial intelligence, image processing and 3D modeling).

I. Introducción

El ritmo acelerado de las ciudades conlleva a un rápido crecimiento de los centros urbanos, tendencia que plantea enormes retos y oportunidades para el gobierno, la industria y la academia, en varios frentes de la economía y bienestar social. Existen, dentro del espacio urbano, varios tipos de problemáticas, relacionadas con el comportamiento individual y colectivo de las personas, que generan traumatismos en el desarrollo y bienestar de la sociedad. Una de ellas es la accidentalidad vial, catalogada mundialmente como una de las epidemias de salud pública con mayor impacto socioeconómico dentro de la movilidad urbana.

La Organización Mundial de la Salud [OMS] reporta anualmente en el *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial* el número de accidentes de tránsito; para 2009, cerca de 1.3 millones de personas murieron y otras 50 millones sufrieron traumatismos y heridas considerables (OMS, 2009). En Colombia, para el mismo año se contabilizaron 174.806 accidentes de tránsito, 5.634 personas muertas y 39.138 heridos graves, según datos de la Corporación Fondo de Prevención Vial (2012).

La tecnología, a través de los sistemas interactivos desempeña diferentes roles con relación a los seres humanos. La interacción entre ambos puede presentarse de tres maneras, asignándole al computador el papel de herramienta, medio de comunicación o actor social.

El rol de la tecnología como actor social constituye uno de los componentes persuasivos más importantes en el modelo de interacción hombre-computador (HCI, *Human Computer Interaction*). A través de éste rol, es posible influir en las personas por medio de una retroalimentación positiva, ayudando a mejorar el comportamiento y proporcionando apoyo social.

En éste contexto, los sistemas interactivos como los juegos serios, los videojuegos persuasivos y los sistemas de transporte inteligente, permiten crear experiencias inmersivas capaces de recrear situaciones realistas en pro del aprendizaje y la generación de conciencia, de impacto real, con el fin de disminuir la tasa de accidentalidad y así salvar vidas.

II. El videojuego: Tráfico, Santiago de Cali

A) Tecnologías persuasivas

Captología es el nombre con el que se conoce al estudio de los ordenadores como tecnologías persuasivas. Este concepto abarca todo lo relacionado con el diseño, la investigación y el análisis de productos informáticos interactivos creados con el objetivo de cambiar actitudes o comportamientos de las personas. Fue promovido por el doctor BJ Fogg, fundador del Laboratorio de Tecnología Persuasiva de Stanford y líder investigador en el área de la psicología experimental.

La captología se centra en el cambio de una actitud o comportamiento como resultado de laHCI (Fogg, 2002; 2012). Básicamente este concepto investiga cómo las personas son motivadas o persuadidas cuándo ejercen algún tipo de interacción con productos computacionales, en lugar de *interactuar* a través de ellos, es decir, la captología no tiene en cuenta a la comunicación mediada por ordenador (CMC).

Según Fogg (2002), en el modelo de CMC el computador es un canal que les permite a las personas interactuar, facilitándoles la comunicación, pero sin ejecutar proceso persuasivo alguno. La HCI, por su parte, permite que el computador sea, a la vez, un participante en la interacción y una fuente de persuasión. En el modelo de HCI, el computador puede, de manera proactiva, motivar e influir en los usuarios a través de estrategias y rutinas programadas en él.

Como muestra la Figura 1, la captología describe el área en la que se superponen la tecnología informática y la persuasión.

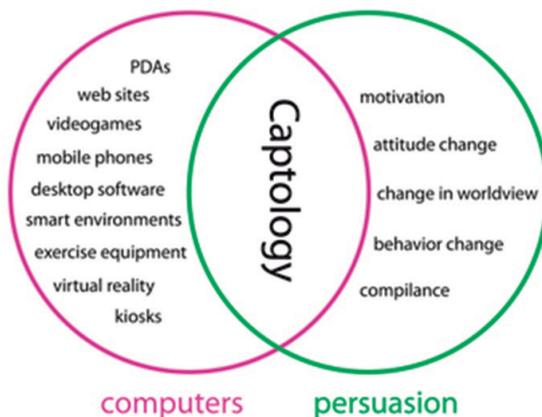


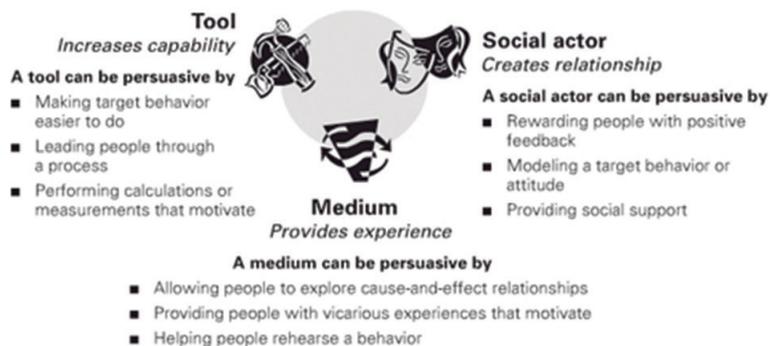
Figura 1. Captología. Computadores y persuasión (Stanford Persuasive Tech Lab, 2010)

Según el Laboratorio de Tecnología Persuasiva de Stanford, se han identificado más de 100 usos de la tecnología persuasiva, pues ella puede desempeñar un papel fundamental, siempre que exista la necesidad de cambiar lo que la gente cree o cómo se comporta (Stanford Persuasive Technology Lab, 2010).

B) Computadores y sus roles persuasivos

La captología comprende las diferentes perspectivas y teorías de persuasión desarrolladas desde la época de Aristóteles (Fogg, 2002), destacando el potencial de los productos informáticos para persuadir y motivar. De esta manera, se hace más fácil diseñar y estudiar a profundidad el aporte los computadores y su rol persuasivo como herramientas, medios o actores sociales persuasivos (Figura 2).

- » *Computadores como herramientas persuasivas.* Desde los inicios de la computación moderna, los computadores fueron creados como herramientas capaces de desempeñar dos funciones básicas: almacenar datos y ejecutar cálculos. Sin



embargo, gracias a la evolución y el aporte significativo de los computadores a la vida de las personas, la captología propone la idea de que los computadores pueden jugar un rol de herramientas persuasivas capaces de lograr un resultado esperado de manera fácil y eficaz, proporcionando motivación para la generación de un cambio de actitud y comportamiento.

- » *Computadores como medios de comunicación persuasivos.* Este rol se presenta a través de dos categorías: simbólica y sensorial. La simbólica, hace referencia a la utilización de símbolos (i.e., textos, gráficos, cuadros e iconos) con el objetivo de transmitir o comunicar información. La sensorial, por su parte, proporciona información a través de la estimulación de los sentidos, haciendo uso de elementos como audio, video, olores y sensaciones táctiles. Sistemas como la realidad virtual, los entornos virtuales y las simulaciones por computador, hacen parte de esta categoría.
- » A pesar de la evidente influencia en las personas lograda por los computadores a través de las categorías mencionadas, la captología se enfoca en el funcionamiento de los computadores como medios de comunicación sensoriales —especialmente en las simulaciones por computador— puesto que en este rol, cuentan con capacidades únicas para proporcionar experiencias interactivas que motivan y persuaden a las personas.
- » *Computadores como actores sociales persuasivos.* Previo a la aparición del concepto de Tecnologías Persuasivas, se venía trabajando sobre la idea de que las personas responden a los computadores como si estos fueran seres vivos. Sin embargo, es difícil encontrar investigaciones o estudios científicos que lo demuestren. Al parecer las respuestas sociales que las personas emiten hacia los sistemas computacionales se presentan casi de manera automática o natural. Byron Reeves y Clifford Nass (1996), plantean que los seres humanos responden de manera natural a las señales presentes en el entorno, especialmente a las cosas u objetos que parecen tener vida propia.

Fundamentalmente, los computadores juegan un rol de *actores sociales persuasivos* con los seres humanos, por medio de la creación de una relación entre ambos y la ejecución de procesos persuasivos, a través de tres elementos:

- » premiando a las personas con retroalimentación positiva;
- » modelando, en un público objetivo, un comportamiento o actitud; y
- » proporcionando apoyo social.

Lo anterior, finalmente, se complementa con la existencia de cinco tipos de señales sociales, que hacen que las personas infieran sobre la presencia social de un computador. Dichas señales son de tipo: físico, psicológico, de lenguaje, de dinámicas sociales y de roles sociales (Fogg, 2002).

C) Juegos serios

Una nueva metodología de enseñanza, conocida como juegos serios, ha comenzado a mostrar su validez para la creación de programas donde el conocimiento debe ser práctico, auto-gestionado y dirigido a un público joven y *juvenil*. Son juegos que se emplean con un fin diferente al de entretener y que a su vez hacen uso de una experiencia emocionalmente compleja. Debido a la naturaleza del conocimiento que se quiere transmitir se los considera como un medio efectivo para la enseñanza de la conservación medio ambiental a las comunidades lejanas.

Para explicar el concepto, se puede decir que un juego, en general, no busca nada más que *la satisfacción de su misma práctica* (Huizinga, 1938), por lo que cualquier consecuencia ulterior está más allá de sus intereses. Así que, *si se emplea la experiencia lúdica con motivos de aprendizaje, se puede hablar de juego serio. Este tipo especial de juegos, evidencian un interés en las consecuencias, concibiéndolas como procesos de entrenamiento o guías del desarrollo* (Bruner, 1989).

Además, en el juego se tiene en cuenta las consecuencias (el proceso de aprendizaje), los datos veraces y la precisión de los resultados, siguiendo la línea de los programas de entrenamiento; además de, la contextualización y la actividad del jugador, como en los juegos de entretenimiento (Navarro, Madriñan, Londoño & Pradilla, 2011).

También, un juego serio hace énfasis en:

- » la experiencia del usuario (auto dirigido) y con un alto grado de interactividad;
- » los requerimientos para el jugador conocimiento, capacidades, destrezas, atrevimiento;
- » los requisitos del software: precisión, agilidad en el manejo de datos, capacidad en el manejo dinámico de imágenes (tanto en 3d como en 2d); y
- » la simulación a partir de datos reales: predicción de comportamiento y situaciones a futuro, o recreación de los mismos.

D) Diseño

Tráfico Santiago de Cali es un videojuego persuasivo que tiene como objetivo fundamental invitar a los habitantes de esta ciudad a reflexionar sobre su problemática de accidentalidad vial (que atraviesa desde 2008).

El videojuego permite vivir una experiencia libre y realista de conducción por las calles de la ciudad. Los jugadores pueden transitar y explorar sus vías, su arquitectura y algunos de sus sitios más representativos. Asimismo, el juego recrea escenarios que incluyen el tráfico real de la ciudad, teniendo en cuenta, el flujo vehicular, la hora, las condiciones climatológicas del día y la forma de conducir de sus ciudadanos.

Historia. El juego transcurre en 2010, en la tercera ciudad más importante de Colombia, la cual afronta una problemática de accidentalidad vial sin precedentes. Dicha ciudad presenta un promedio de 60 accidentes de tránsito por día, es decir, alrededor de 21.900 al año. De ellos, 15.800 dejan personas heridas y 328 personas muertas. Al parecer, conducir en Cali se ha convertido en un verdadero caos; es normal, gracias a la congestión, ver sobre la misma vía vehículos particulares, motocicletas, autobuses, taxis, motocarros, bicicletas y, sobre todo, peatones que arriesgan su vida. El tráfico en las calles, sin duda, es insoportable. Los huecos, el ruido, la contaminación y la incomodidad, hacen parte del diario vivir de los ciudadanos.

Plataforma. El videojuego se viene desarrollando para su implementación en plataforma PC, para garantizar el acceso de la mayor parte de los habitantes de la ciudad.

Género. *Tráfico Santiago de Cali* pertenece al género *Simulación*, más específicamente al subgénero *Simulación de Conducción*.

Público objetivo. El juego está dirigido a personas entre los 17 y 34 años, que sepan conducir un vehículo particular de cuatro ruedas, Este rango de edad, de acuerdo con el desarrollo de un marco contextual y un trabajo de campo sobre la ciudad de Cali, es el rango en el que ocurrió el mayor número accidentes de tránsito en la ciudad, en los últimos cuatro años.

Características del juego. La Tabla 1 presenta las principales características del juego.

Tabla 1. Características del juego

Característica	Descripción
Experiencia real de conducción	Genera una experiencia libre y realista de conducción por las calles de Cali, incluyendo sus puntos críticos de accidentalidad.
Exploración	El juego recrea las vías, arquitectura y algunos de los lugares más representativos de la ciudad.
Tráfico	Los escenarios del juego incluyen el tráfico real de la ciudad; toma en cuenta la hora y las condiciones climatológicas del día.
Comportamiento vial	La inteligencia artificial de los vehículos del juego simula comportamientos viales característicos de los habitantes de la ciudad.
Radio	El audio del juego recrea algunas cadenas radiales de la ciudad.

Aprendizaje. Los jugadores se ven enfrentados a situaciones habituales de la vida cotidiana; se les exige conducir sus vehículos bajo condiciones difíciles de manejo, que ponen a prueba su comportamiento en la vía y su tolerancia ante el comportamiento de los demás conductores.

Al concluir la interacción, el sistema les muestra datos específicos relacionados con la forma de conducir del jugador, incluyendo las infracciones *cometidas* durante la partida.

Fundamentalmente, el sistema procede a superponer las estadísticas arrojadas por los jugadores con las cifras reveladoras de la problemática. De esta manera se pretende generar un punto de reflexión donde los jugadores puedan apreciar si su comportamiento contribuye al crecimiento o detrimento de la accidentalidad vial en la ciudad.

Mundo del juego. El videojuego se compone de nueve (9) niveles de dificultad, los cuales representan los sitios críticos de mayor accidentalidad de la ciudad. Cada nivel es recreado gráficamente, en su totalidad, usando modelado 3D; los vehículos que por ellos se desplazan, simulan el comportamiento vial de los conductores que transitan a diario por *ese* sector en la vida real.

D) Desarrollo técnico

Se divide en cinco etapas principales:

Modelado y Texturizado. Esta primera etapa comprende la construcción de los modelos 3D relacionados con el entorno, los vehículos, la naturaleza y peatones. Para su desarrollo se trabajó con *Google SketchUp*, *Autodesk 3D Max*, *Autodesk Maya* y *Adobe Photoshop*.

Rigging. La segunda etapa de desarrollo hace referencia al proceso de rigging de los modelos 3D de los vehículos y los peatones. Fue trabajado únicamente *Autodesk 3D Max*.

Montaje. Abarca la importación, construcción y adecuación de los modelos construidos en las etapas anteriores. Durante esta etapa se empiezan a realizar pruebas de funcionalidad con el motor del videojuego. Se utilizó *Unreal Engine 3* como *framework* de desarrollo, gracias a sus herramientas de creación de contenido y visualización avanzada.

Programación (Inteligencia Artificial). Es la etapa más importante del desarrollo; en ella se programa, a través de *Unreal Script*, la funcionalidad de todos y cada uno de los elementos elaborados en las etapas anteriores. Su ejecución se lleva a cabo de manera simultánea con las etapas de montaje y diseño interfaces.

Diseño de Interfaces. Esta última etapa encierra el diseño de menús, estadísticas, alertas y mensajes en pantalla. Es de gran importancia su planeación y ejecución exitosa, pues es la responsable de comunicar gran parte del mensaje persuasivo que se busca transmitir. Para su desarrollo se trabajó con *Adobe Flash* y *Autodesk Scaleform*.

III. La realidad: *Sistemas de Transporte Inteligente*

En años recientes, se han unido esfuerzos para plantear soluciones que abarquen tres aspectos: seguridad vial, transporte eficiente e impacto ambiental, lo que da como resultado los sistemas de transporte inteligente (ITS, Intelligent Transportation Systems).

A) *Sistemas inteligentes: ciudades inteligentes*

El transporte es un sector estratégico en el desarrollo económico de un país y exige constantemente mecanismos eficientes que impulsen el crecimiento urbano y suplan las demandas de movilidad, infraestructura y planeación, ocasionadas por el incremento poblacional en los centros urbanos y rurales. Los ITS hacen parte de los programas gubernamentales. En Colombia, el *Ministerio de Transporte* ha incluido políticas al respecto en el *Plan Nacional de Desarrollo (2010-2014)*, con el fin de mejorar la movilidad, disminuir la accidentalidad y mitigar el impacto, a través del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [TIC] (DNP, 2010).

En éste contexto, los ITS aplican las tecnologías emergentes (i.e., telecomunicaciones, informática, computación y electrónica) a los sistemas de transporte para proveer soluciones y optimizar los procesos propios del sector, abarcando los medios terrestres, aéreos, marítimos y aeroespaciales (Figura 3).



Figura 3. Panorama de los ITS (ETSI, 2009, p.2)

Los servicios y aplicaciones de los Sistemas de Transporte Inteligente están orientados a ():

- » disminuir el índice de fatalidades ocasionadas por accidentes de tránsito;
- » brindar asistencia a los conductores durante el recorrido;
- » planear rutas óptimas en tiempo real, disminuyendo los tiempos de viaje;
- » reducir el consumo de energía y mitigar las emisiones de gases de invernadero;
- » optimizar el uso de la infraestructura vial (calles, avenidas, semáforos, etcétera);

- » ofrecer herramientas para la planeación urbana y movilidad de la ciudad; y
- » aumentar la capacidad de control y monitoreo del flujo vial.

B) Redes vehiculares para la seguridad vial

La implementación y operación de los ITS requiere una infraestructura tecnológica que soporte el manejo, procesamiento e intercambio de la información en tiempo real; para ello se han planteado varias opciones entre las que se encuentra las redes celulares 3G, 4G y Wi-Fi. Una de las alternativas más destacadas por su alto potencial, son las *redes vehiculares* o *VANETs* (*Vehicular Ad Hoc Networks*) definidas en el estándar *WAVE* (*Wireless Access in the Vehicular Environment*), IEEE 802.11p (2010) e IEEE 1609 (2006a; 2006b; 2006c; 2007a; 2007b). Las redes vehiculares integran el componente telemático (sistema de datos inalámbrico) con características de la movilidad urbana, para ofrecer aplicaciones de seguridad vial, transporte eficiente y servicios de información basados en localización.

La red vehicular, mediante su sistema de sensores, notifica de manera autónoma a los conductores con mensajes de alarma asociados a eventos en las carreteras, información sobre vehículos cercanos y manejo de incidentes en tiempo real. Adicionalmente, los datos arrojados por los vehículos permiten tener un registro del tráfico de un área urbana y facilitan el análisis de la información a las agencias de tráfico, quienes pueden tomar decisiones basadas en las condiciones reales de las autopistas, puentes, intersecciones y otros. Los ITS, particularmente las VANETs, ofrecen herramientas para la planeación urbana y optimización de los modelos de movilidad urbanos, lo que representa para los ciudadanos mejores tiempos en sus recorridos, eliminación de embotellamientos y un mejor uso de la infraestructura municipal (semáforos, puentes, puntos críticos y salidas la ciudad, entre otros).

Las VANETs pueden considerarse como un *sistema colaborativo* de información, en el cual, cada vehículo o nodo de la red es un elemento activo que aporta información de su contexto y la comparte con vehículos cercanos, a través de un canal inalámbrico (Figura 4). Además, la información tiene dos características: la primera, los datos son



Figura 4. Comunicaciones V2X en ambientes vehiculares (Orozco, Llano & Michoud, 2012, p.13)

asociados a la posición geográfica de cada vehículo, usando un GPS (*Global Positioning System*); la segunda, los datos son generados en tiempo real, por lo que los mensajes de notificación pueden tardar tan sólo algunos milisegundos en ser transmitidos (Dar, Bakhouya, Gaber, Wack, & Lorenz, 2010).

C) VANETs para prevenir colisiones: diseño y simulación

En relación con la seguridad vial, se ha identificado cuáles aplicaciones vehiculares proporcionarán mayores beneficios y bondades. Estudios realizados por la *Administración Nacional de Seguridad Vial en las Carreteras de los Estados Unidos* [NHTSA-US, *National Highway Traffic Safety Administration*], el *Departamento de Transporte de los Estados Unidos* [US-DOT, *US Department of Transportation*] y el *Consortio de Comunicaciones vehiculares Seguras* [VSCC, *Vehicle Safety Communications Consortium*) han establecido las siguientes aplicaciones:

- » Alerta de colisión,
- » Alerta de violación de señal de tránsito,
- » Alerta de velocidad en curva,
- » Luces de frenos de emergencia,
- » Alerta cooperativa de colisión,
- » Asistente de giro a la izquierda,
- » Alerta de cambio de carril,
- » Asistente de señal de pare.

Bajo este marco de trabajo, se ha decidido diseñar y evaluar una arquitectura de software y de red para el funcionamiento de las aplicaciones de *alerta de colisión* (PCN, *Post-Crash Collision Notification*) y *alerta de violación de señal de tránsito* (CVW, *Cooperative Violation Warning*).

Categoría: Seguridad vial – Prevención de colisiones.

Descripción: Un vehículo involucrado en un accidente envía mensajes a los vehículos cercanos hasta que el accidente se resuelve. Los vehículos que se aproximan son notificados con la posición geográfica del incidente y reenvían la información en el área.

Requerimientos: Los requerimientos técnicos se describen en tabla 2.

.....
Tabla 2. Requerimientos técnicos para PCN (Michoud, Orozco & Llano, 2012)

Característica	Parámetro estimado	
Participantes	V2V	Vehicle-to-Vehicle
Retardo	Bajo	< 50 ms
Rango de la aplicación	Medio	< 1 km
Enrutamiento	Multi-hop	Geocast
Localización	GPS	Simulator
Formato de paquetes	Estándar WSM	WSP Packet

Diseño y simulación: La aplicación implementada tiene un enfoque orientado a la simulación. Por una parte, cuenta con un módulo de la arquitectura de la red que se encarga de brindar las características propias del sistema de comunicación (i.e., enlace inalámbrico, protocolos de enrutamiento, tipo de mensajes, entre otros.), y por otra con un modelo de movilidad en torno a un área de referencia (Pance, sur de Cali, Colombia) encargado de inyectarle el tráfico vehicular al sistema, como se muestra en la Figura 5. Por último, la integración de los dos módulos descritos en un entorno de simulación acoplado bidireccionalmente, donde las características de la red y movilidad se traducen en la representación lógica de la red vehicular dando el comportamiento de la aplicación Post-Crash Notification; en la Figura 6 se observan las técnicas de diseño y simulación de las aplicaciones en ambientes vehiculares

.....



Figura 5. Escenario de simulación y trayectoria de la aplicación PCN - Cali, Colombia

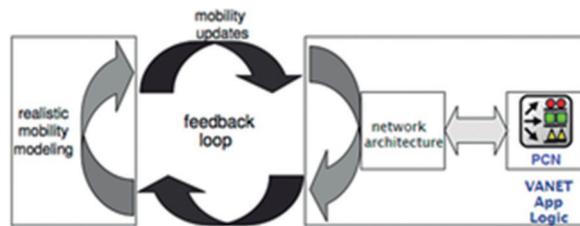


Figura 6. Técnicas de diseño y simulación para aplicaciones vehiculares

Conclusiones y trabajo futuro

.....

El diseño de tecnologías persuasivas aplicado al desarrollo de juegos serios y videojuegos persuasivos, contribuye a la creación de experiencias de motivación e influencia en los seres humanos. La simulación de entornos virtuales cargados de realismo e interacción inmersiva, aporta a la reflexión y generación de cambios en actitudes y comportamientos, en pro del bienestar y el desarrollo de la sociedad.

El impacto en la seguridad vial se traduce en la reducción de la probabilidad de accidentes de tránsito, disminución de los daños y lesiones causadas por siniestros de tráfico, mejora en los tiempos de repuesta frente a situaciones de desastre. Los sistemas de transporte inteligente permiten a los conductores y transeúntes, la toma oportuna de decisiones debido al intercambio continuo de información entre vehículos y agencias de transporte. Esto es posible habilitando una infraestructura de telecomunicaciones y al sistema colaborativo de datos en tiempo real.

Nuestro trabajo futuro consistirá en el desarrollo de otras aplicaciones vehiculares, en seguridad vial y para eficiencia energética y optimización del tráfico vehicular. 

Reconocimientos

Los autores agradecen a Colciencias por el patrocinio de éste trabajo, realizado bajo el programa “Jóvenes Investigadores e Innovadores 2011”

Referencias bibliográficas

- Bruner, J. (1989). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Corporación Fondo de Prevención Vial (2012). *Estadísticas* [portal web]. Recuperado de <http://www.fonprevial.org.co/investigacion/estadisticas>
- Dar K., Bakhouya M., Gaber J., Wack M., & Lorenz P., (2010). Wireless communication technologies for ITS applications, *IEEE Communications Magazine*
- Departamento Nacional de Planeación [DNP] (2010). *Plan Nacional de Desarrollo (2010-2014)*. Recuperado de <http://www.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx>
- ETSI (2009), Towards a pan European architecture for cooperative systems [presentación]. En ITS World Congress.
- Fogg, B.J. (2002). *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*. Stanford, Estados Unidos: Morgan Kaufmann.
- Fogg, B.J. (2002). *Persuasive Technology. Using computers to save the world*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann
- Fogg, B.J. (2012). Psychology of persuasion [video]. En *B.J.Fogg* [Blog - <http://www.bjfogg.com/>]. Disponible en <http://bcove.me/ub9t0yfv>
- Huizinga, J. (1938). *Homo Ludens*. Madrid, España: Alianza editorial
- IEEE (2006a). IEEE 1609.1, Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) - Resource Manager, IEEE Std. IEEE 1609.1
- IEEE (2007b). IEEE 1609.3, IEEE Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)-Networking Services, IEEE Std. IEEE 1609.3
- IEEE (2010). IEEE 802.11p, “Amendment to Standard for Information Technology

- Telecommunications and Information Exchange Between Systems- Local and Metropolitan Area Networks-Specific requirements, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications-Amendment 7: Wireless Access”, in *Vehicular Environment*, IEEE Std. IEEE 802.11p, v.2010
- IEEE. (2006b). IEEE 1609.2, Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) Security Services for Applications and Management Messages, IEEE Std. IEEE 1609.2
- IEEE. (2006c). IEEE 1609.4, Trial-Use Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) Multi-Channel Operation, IEEE Std. IEEE 1609.4
- IEEE. (2007a). IEEE P1609.0, Draft Standard for Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE) Architecture, IEEE Std. IEEE 1609.0
- Michoud, R., Orozco A., Llano, G. (2012), Mobile Ad-Hoc Routing Protocols Survey for the Design of VANET Applications. En proceedings *IEEE Intelligent Transportation System Symposium* (in press)
- Navarro, A., Madriñan, P., Londoño, S., & Pradilla, J.V. (2011). Serious games: between training and entertainment. En *eL&mL 2011, The Third International Conference on Mobile, Hybrid, and On-Line Learning*, Gosier, France, (pp.72-75). Disponible en http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=elml_2011_4_20_50052
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2009). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Es hora de pasar a la acción*. Ginebra, Suiza: OMS
- Orozco, A.M., Llano, G., & Michoud, R. (2012). Redes vehiculares Ad-hoc: aplicaciones basadas en simulación. *Ingenium*, 6(12), 11-22
- Reeves, B., & Nass, C. (1996). *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. Stanford, CA: CSLI (Stanford University)
- Stanford Persuasive Tech Lab (2010). *What is Captology*. Recuperado de <http://captology.stanford.edu/about/what-is-captology.html>
- Tsugawa, S.. & Kato, S. (2010), Energy ITS: another application of vehicular communications. *IEEE Communications Magazine*, 48 (11),120-126

Currículum vitae

Ana María Orozco

IEEE Intelligent Transportation Systems Society Member. Ingeniera telemática de la Universidad ICESI (Cali, Colombia). Actualmente se desempeña como Joven Investigadora de Colciencias en el área de redes vehiculares (VANET, Vehicular Ad hoc Networks). Ha sido docente en el área de redes y comunicaciones de la misma universidad. Sus áreas de interés son: sistemas de transporte inteligentes, comunicaciones inalámbricas, técnicas de simulación y diseño de redes vehiculares.

David Felipe Baeza

Diseñador de Medios Interactivos de la Universidad ICESI (Cali, Colombia). Actualmente es Desarrollador de Interactividad en el Grupo de Investigación en Informática y Telecomunicaciones, i2T de la misma universidad. Presenta interés en las áreas de: modelado y animación 3D, desarrollo de videojuegos y diseño de aplicaciones para dispositivos móviles.

Andrés Navarro Cadavid

Ph.D, IEEE Senior Member. Ingeniero Electrónico (1993) y Magister en Gestión de la Tecnología (1999) de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (Colombia). Doctor Ingeniero en Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Valencia (España, 2003). Actualmente es profesor titular y líder del Grupo de Investigación en Informática y Telecomunicaciones, i2T, de la Universidad Icesi de Cali (Colombia), y Consejero del Programa Nacional de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática [ETI]. Sus áreas de interés incluyen los sistemas inalámbricos, su planificación y optimización, y los modelos de propagación de ondas de radio aplicables a la región Andina

Gonzalo Llano Ramírez

Ph.D. Doctor Ingeniero de Telecomunicación (2009) y Máster en Tecnologías, Sistemas y Redes de Comunicación (2008) de de la Universidad Politécnica de Valencia, España y Especialista en Gerencia en Informática Organizacional de la Universidad Icesi de Cali. Ha sido profesor de las Universidades Icesi, del Valle y Autónoma de Occidente. Trabajó durante más de 19 de años en empresas de integración de servicios e infraestructuras de telecomunicaciones. Es Profesor Asociado e investigador del Departamento de Tecnologías de Información y Comunicaciones adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Icesi.