

# Method and engineering tools for in-vehicle information systems (In-Vehicle Information Systems), focusing on the risk of driver distraction

Carlos Carvajal<sup>1</sup>, Andrés Rodríguez<sup>1</sup> and Alejandro Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lifa - Fac. de Informática, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, AR  
`carlos.carvajal@lifa.info.unlp.edu.ar`  
`andres.rodriguez@lifa.info.unlp.edu.ar`  
`casco@lifa.info.unlp.edu.ar`

**Abstract:** Thousands of deaths a year are attributed to driver distractions while driving. The automotive industry has worked for decades maturing development guidelines and complex evaluation scenarios for the acceptance of infotainment centers as an integral part of the vehicle. The massification of smart wearable devices with a gigantic ecosystem of mobile applications not designed for the particularities of the automotive environment, easily bypasses the precautions of safe driving schemes. There is then, a niche of developers without the formal knowledge and economic support to adequately enter the automotive applications development. Cost-benefit methods and tools accessible in the context of software engineering are proposed to support the development of in-vehicle information systems in accordance with the requirements of current regulations and standards.

## 1. Introducción/Motivación

El conductor, el auto y el camino. En un mundo ideal es el contexto y con quienes exclusivamente se debería interactuar al conducir. Primero aparecieron los acompañantes humanos con sus potenciales conversaciones, luego funcionalidades de apoyo y bienestar como controles de aire acondicionado, radio/casetera/CD/DVD. La evolución automotriz continuó con la inclusión de pantallas para información/entretenimiento y sistemas de navegación GPS. Durante décadas estos elementos potencialmente distractivos dispararon alertas en la industria automotriz y agencias regulatorias gubernamentales, que formularon guías de diseño para normar y controlar la fabricación de dispositivos que pudiesen competir por la atención del conductor. Coincidiendo con el lanzamiento del primer iPhone en el año 2007, 3 factores se comenzaron a alinear y empujaron en aumentar el riesgo de distracción del conductor: estandarización de teléfonos inteligentes con pantallas táctiles, ubicuidad del acceso móvil de Internet y consolidación de ecosistemas para el desarrollo y

distribución generalizada de aplicaciones móviles. Bajo este contexto se acuñó la expresión: “dispositivos nómadas”, que no son parte original del auto, son portables, y con la posibilidad de ejecución de software ideado para un contexto en el que la atención del usuario se maximiza. Esta situación genera nuevos retos para la industria automotriz y agencias gubernamentales de control.

Por nuestro lado planteamos aportar con un enfoque de ingeniería de software que soporte a los desarrolladores de sistemas de información para el vehículo que no cuentan con el apoyo económico para cumplir con los costosos y rigurosos métodos de evaluación formales. Para esto, proponemos poner foco en etapas tempranas de desarrollo en donde el prototipado puede estar incluso aún en el papel. Métodos de interacción humano – computador plantean la predicción del tiempo de ejecución de tareas dentro del contexto de una aplicación móvil. Adaptaciones de estas metodologías se han implementado para el vehículo. La idea es la de aportar una herramienta que permita la evaluación y comparación de diferentes opciones de escenarios de interfaces, y así el desarrollador tenga pistas tempranas antes invertir tiempo y dinero en etapas posteriores con prototipos funcionales.

## 2. Estado del arte

Los conocidos como métodos analíticos son útiles para realizar predicciones sobre la usabilidad de los productos sin necesidad de prototipos robustos y pruebas con usuarios, que muy probablemente pueden tener un alto costo en dinero y tiempo[1][2][3]. La evaluación empírica de un sistema de información vehicular podría llevar semanas o meses, mientras que un enfoque analítico permite predecir los tiempos de las tareas de las aplicaciones en mucho menos tiempo[4]. Los métodos analíticos son adecuados para su aplicación en las primeras fases en el ciclo de vida del producto debido a su baja demanda de recursos [5].

El performance de una tarea es una medida representativa utilizada para investigar interacciones entre el usuario y un sistema computacional [6]. Parte fundamental de estos estudios ha sido el predecir el tiempo de ejecución de tareas en función de variables como el contexto y característica del usuario. El método KLM es basado en el modelo GOMS de metas (Goals), operadores (Operators) y métodos (Methods) desarrollado por Card et al. [7]. El concepto radica en que el tiempo de ejecución de tareas puede ser predicho mediante la definición de conceptos como: tipo de operadores, tiempo de operador y el número de repeticiones del operador. El método divide las acciones requeridas para una tarea en múltiples tareas unitarias, y se basa en el tiempo correspondiente predefinido para cada tarea unitaria. El método KLM (keystrokelevel model) como su nombre lo indica, fue originalmente ideado para interacciones con teclados. Varias adaptaciones se han realizado y verificado en el contexto de interfaces táctiles[8][9], para esto se requirieron añadir operadores específicos para escenarios como: zoom, deslizar y tocar. En el contexto automotriz operadores adicionales han sido introducidos validando la adaptación del modelo KLM [10][11][12]. Como ejemplos de nuevos operadores tenemos: movimiento de mano entre volante y la pantalla táctil, movimiento de la atención entre la mirada al frente al conducir y la pantalla táctil, entre los principales.

### **3. Planteamiento del problema y contribuciones**

Si bien es cierto la industria automotriz y entidades gubernamentales de control han trabajado durante décadas en metodologías, guías de diseño para normar y controlar el riesgo de distracción del conductor. Así mismo, los sistemas operativos móviles predominantes han creado entornos listos para el automóvil en sus ecosistemas de aplicaciones[13][14]. Sin embargo, la facilidad actual para que desarrolladores de todo tipo creen aplicaciones distribuibles de forma generalizada, sin los controles para el contexto automotriz es muy alto.

Los métodos analíticos resultan como una solución útil para soporte de los desarrolladores de aplicaciones móviles ya que permiten validar interfaces y flujos de tareas sin necesidad de avanzar en el desarrollo de prototipos funcionales o invertir en demandantes pruebas empíricas. Sin embargo, la modelización de la interacción humano computador potencialmente tiene un alto costo en términos del conocimiento necesario para crear los modelos, el aprendizaje, la comprensión de complejas teorías bases de cada modelo, y el tiempo que se puede tomar para generar los resultados. Justamente la contribución que se plantea es el concepto de una herramienta que permita abstraer los detalles de parametrización, configuración y resultados para el desarrollador o diseñador. En general, el objetivo es que no se tenga necesidad de invertir en conocimiento detallado de métodos predictivos. Así mismo se plantea que la herramienta contribuya con alertas cuando una tarea o interfaz evaluada, cuantitativamente presente resultados no acordes con escenarios de aceptación estandarizados en el entorno automotriz[15].

### **4. Metodología y enfoque de la investigación**

Se plantea abordar los siguientes temas:

- Análisis del estado del arte de las diferentes aristas que comprenden los temas de investigación propuestos.
- Definición de brecha de investigación en la cual contribuir de forma original.
- Definición de prueba de concepto acorde a los modelos seleccionados.
- Representación de resultados con la metodología y herramientas propuestas.
- Demostración de resultados.

### **5. Plan de evaluación**

## 6. Resultados preliminares o intermedios

Carvajal C., Rodríguez A., Fernández A., “The growing and risky industry of nomadic apps for drivers”, 2020. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/119031>

## 7. Conclusiones y lecciones aprendidas

Consideramos que todavía nos encontramos en una etapa muy preliminar de desarrollo de la presente tesis doctoral como para presentar conclusiones maduras y definitivas.

En el camino recorrido se ha evaluado diferentes líneas de desarrollo que en preliminarmente sonaban prometedoras. Revisando en retrospectiva, un factor en común que han tenido los descartes es el entender que han sido conceptos casi sin explorar por otros investigadores. En su momento esto se validó como un tema interesante en el contexto doctoral, pero a la larga la experiencia que ha quedado es que la falta de mayores investigaciones ha resultado en teorías poco útiles y con mínima practicidad para ser implementadas.

Una grata sorpresa ha resultado el conocer la existencia de una comunidad radicada en Latinoamérica que trabaja en el estudio de sistemas de información en el vehículo y sus desafíos. Interesantes oportunidades de colaboración y trabajo en equipo se presentan.

## 8. Etapa doctoral

Etapa intermedia.

## Referencias

1. D. D. Salvucci, “Modeling tools for predicting driver distraction,” *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc.*, pp. 1149–1152, 2005.
2. M. Pettitt, G. Burnett, and A. Stevens, “An Extended Keystroke Level Model (KLM) for Predicting the Visual Demand of In-Vehicle Information Systems,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2007.
3. C. Harvey and N. A. Stanton, “Modelling the hare and the tortoise: predicting the range of in-vehicle task times using critical path analysis,” *Ergonomics*, vol. 56, no. 1, pp. 16–33, 2013.
4. D. Manes, P. Green, and D. Hunter, “Prediction of destination entry and retrieval times using keystroke-level models,” *Umtri*, 1997.
5. D. E. Kieras and D. E. Meyer, “An Overview of the EPIC Architecture for Cognition and Performance with Application to Human-Computer Interaction,” vol. 5, no. 5, 1995.
6. S. C. Lee, S. H. Yoon, and Y. G. Ji, “Modeling task completion time of in-vehicle information systems while driving with keystroke level modeling,” *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 72, no. June, pp. 252–260, 2019.
7. S. K. Card, T. P. Moran, and A. Newell, “The KLM for User Performance Time with Interactive Systems,” *Commun. ACM*, vol. 23, no. 7, pp. 396–410, 1980.

8. A. D. Rice and J. W. Lartigue, "Touch-Level Model (TLM): Evolving KLM-GOMS for Touchscreen and Mobile Devices," pp. 1–6, 2014.
9. A. Lee, K. Song, H. B. Ryu, J. Kim, and G. Kwon, "Fingerstroke time estimates for touchscreen-based mobile gaming interaction," *Hum. Mov. Sci.*, vol. 44, pp. 211–224, 2015.
10. M. Pettitt, "An extended keystroke level model (KLM) for predicting the visual demand of in-vehicle information systems," *Hum. Factors Comput. Syst.*, 2007.
11. C. Purucker, F. Naujoks, A. Prill, and A. Neukum, "Evaluating distraction of in-vehicle information systems while driving by predicting total eyes-off-road times with keystroke level modeling," *Appl. Ergon.*, vol. 58, pp. 543–554, 2017.
12. S. Stefan, B. Pflöging, D. Kern, and A. Schmidt, "Support for modeling interaction with automotive user interfaces," *Proc. 3rd Int. Conf. Automot. User Interfaces Interact. Veh. Appl. AutomotiveUI 2011*, pp. 71–78, 2011.
13. Google, "Android Auto." [Online]. Available: <https://www.android.com/auto/>. [Accessed: 28-Nov-2019].
14. Apple Inc., "iOS - CarPlay - Apple." [Online]. Available: <https://www.apple.com/ios/carplay/>. [Accessed: 28-Nov2019].
15. P. Green, "Estimating Compliance with the 15-Second Rule for Driver-Interface Usability and Safety," *Proc. Hum. Factors Ergon. Soc. Annu. Meet.*, vol. 43, no. 18, pp. 987–991, 1999.