

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD CIUDADANA EN ENTORNOS URBANOS

Higinio Mora
Virgilio Gilart
Rafael Alejandro Mollá

Marzo 2018

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD CIUDADANA EN ENTORNOS URBANOS

Higinio Mora
Virgilio Gilart
Rafael Alejandro Mollá

Departamento de Tecnología Informática y Computación

Descripción y Documentación Técnica

Marzo 2018

Contenidos

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Trabajos Previos	5
4. Sistema Propuesto	7
4.1 Aplicación Móvil	7
4.2 Aplicación web	8
4.3 Retos que Aborda	8
4.4 Contribuciones	9
5. Referencias	10

Sistema de Monitorización de la Accesibilidad Ciudadana en Entornos Urbanos

1. Resumen

La siguiente documentación describe un sistema para obtener dinámicamente información acerca de problemas de accesibilidad en entornos urbanos haciendo uso de Tecnologías de la Información y Comunicación.

Este sistema permite analizar la experiencia del usuario urbano y la accesibilidad de movimiento, permitiendo la identificación precisa de las barreras urbanas y la monitorización de su evolución en el tiempo.

En definitiva, el objetivo principal del sistema es satisfacer las necesidades y los requisitos reales de las personas con discapacidades motrices dentro del entorno urbano.

La información obtenida se puede proporcionar como un servicio de apoyo para la toma de decisiones de gobiernos de ciudades, instituciones, investigadores, profesionales y otros individuos de la sociedad en general para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Además, se trata de un medio de conciencia social que hace visibles a los grupos ciudadanos con dificultades motrices y sensoriales al involucrarlos como participantes activos.

Para desarrollar e implementar el sistema, se han utilizado las últimas tecnologías de comunicación y posicionamiento.

Palabras clave

Smart City; urban planning; urban accessibility; mobility; social exclusion

2. Introducción

La continua evolución de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) tiene un gran impacto en diferentes campos de la sociedad humana, contribuyendo al crecimiento a través de propuestas con nuevos enfoques que resuelven problemas existentes, como el desarrollo social, sostenibilidad y planificación de las ciudades.

Las TIC nos permiten proponer soluciones que explotan todo el potencial de los avances tecnológicos. Este hecho permite a las organizaciones gestionar los procesos sociales, industriales y comerciales de una manera diferente para aumentar la eficiencia y la satisfacción del usuario.

El creciente proceso de urbanización y el desarrollo económico está provocando que las ciudades aumenten su población a un ritmo muy elevado. El diseño de las ciudades influye en cómo se relacionan sus ciudadanos y en cómo se desarrollan las actividades sociales y económicas.

En otras palabras, cómo sea una ciudad impacta en la calidad de vida de sus ciudadanos. Es por esto que hoy en día están tomando gran relevancia las Ciudades Inteligentes, que son aquellas que usan las TIC para mejorar la habitabilidad y el desarrollo de sus espacios y servicios.

Tradicionalmente la modernización y mejora de los espacios urbanos se ha centrado en el desarrollo de programas de acción basados en la eliminación de obstáculos como barreras arquitectónicas, urbanísticas y del transporte para que el entorno físico sea accesible.

Así mismo, se han adoptado medidas para garantizar el acceso a la información y a la comunicación, y se han elaborado normativas para asegurar el acceso a los diferentes bienes y servicios: a las viviendas, los edificios públicos, las vías y espacios urbanos y los transportes públicos. Sin embargo, la evolución de las costumbres y el dinamismo de las ciudades puede cambiar los usos y la utilización de los espacios por parte de los ciudadanos.

Las tecnologías actuales permiten el despliegue de aplicaciones en el contexto de Smart City para generar conocimiento para la gestión de procesos urbanos. Además, mejoran la eficiencia en el diseño de políticas para la gestión sostenible de los recursos y el acceso público.

El diseño y funcionalidad de la ciudad en la que vive una persona con discapacidad física o intelectual va a facilitar o impedir su inclusión en la sociedad, sus posibilidades de encontrar trabajo y de ser lo más independiente posible.

Uno de los mayores problemas que tienen las administraciones hoy en día es la identificación de puntos conflictivos de accesibilidad en las ciudades. En gran parte de los casos, se aplican soluciones directamente, sin comprobar si las medidas son realmente efectivas o si hay otros elementos que posteriormente las inutilizan después de un corto periodo de tiempo.

Un ejemplo sería la construcción de una rampa para acceder a un edificio público y que con el tiempo la puerta de este se viera modificada abriendo hacia fuera, dejando totalmente inutilizable la rampa.

Actualmente no se realiza un análisis continuo en el tiempo que verifique que las soluciones a problemas de accesibilidad aplicadas son efectivas. Normalmente las organizaciones recogen datos realizando encuestas manuales, en entornos y períodos de tiempo muy específicos, con un elevado coste y que no garantizan que estas supongan una mejora para los ciudadanos.

Por los motivos expuesto anteriormente, el principal objetivo del sistema es proporcionar una herramienta que permita la identificación de puntos conflictivos para la accesibilidad en ciudades, mejorar la habitabilidad de las ciudades, la calidad de vida de los ciudadanos y lograr una mayor igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad.

3. Trabajos Previos

Hasta el presente se han utilizado metodologías que han permitido solventar problemas puntuales en entornos urbanos controlados, sin embargo, estas no han sido todo lo efectivas que se podría desear para mantener estas soluciones funcionales a lo largo del tiempo. Las ciudades siguen estando repletas de barreras de movimiento y pocos esfuerzos se dedican a analizar las posibles causas o elementos que contribuyen a su generación.

Las nuevas tecnologías permiten la creación de métodos innovadores para hacer un seguimiento continuo de la accesibilidad en áreas urbanas y sistemas para mejorarla. En este apartado se revisarán los trabajos previos relacionados, demostrando la intensa actividad de investigación e interés que genera esta área. Además, se indicarán las conclusiones derivadas del estudio realizado.

Hasta la actualidad, las metodologías usadas para obtener información sobre accesibilidad urbana han sido la realización de pruebas, observación de la calle y auditorías [1], entrevistas [2,3] y encuestas / cuestionarios [4-14] de autoridades a personas discapacitadas y a otras personas interesadas (amigos, familia, etc.).

Recientemente, se han creado iniciativas para obtener estos datos de los propios ciudadanos utilizando nuevas tecnologías, a través de comunidades en redes sociales [15], mediante aplicaciones móviles y desde páginas web [16]. En esta línea, se han desarrollado trabajos preliminares para explorar el potencial de las tecnologías de la comunicación [17,18].

Partiendo de los datos recolectados, otras propuestas se basan en enfoques matemáticos y / o estadísticos para analizar y evaluar el nivel de accesibilidad de las ciudades [12,19-21]. Estos procesos participativos son realmente un área muy interesante de investigación para mejorar la accesibilidad en entornos urbanos.

A pesar de todo, la mayor parte de los sistemas analizados ofrecen solo datos estáticos. Para afrontar adecuadamente el problema de la accesibilidad, sería útil ofrecer un sistema que permita a los ciudadanos además de indicar los problemas relacionados con la accesibilidad que encuentren en las ciudades, retroalimentación acerca de los conflictos que ellos u otros ciudadanos reportan para conocer las medidas que se aplican y de este modo incentivar un flujo constante de datos.

Tras analizar los antecedentes y trabajos relacionados se deducen las siguientes conclusiones:

- Existen numerosas iniciativas para analizar los usos y la accesibilidad urbana que son realizadas principalmente mediante la observación directa y la realización de entrevistas y cuestionarios, pero, sin embargo, no aprovechan las posibilidades que las nuevas tecnologías ofrecen.

- El mantenimiento de la accesibilidad urbana está adquiriendo una concienciación social creciente en las sociedades modernas. Si bien, desde los primeros planes de accesibilidad se ha progresado mucho hacia modelos basados en favorecer la movilidad, todavía es necesario seguir investigando para conferir a estos modelos la capacidad de integrar los múltiples aspectos que pueden afectar a la accesibilidad del medio urbano.
- Las nuevas tendencias en el desarrollo de ciudades inteligentes ofrecen recursos y servicios para desplegar elementos inteligentes interconectados sobre los que construir nuevas formas de implementar análisis dinámicos de la accesibilidad urbana, así como métodos para adecuar el entorno a las necesidades de cada momento.

4. Sistema Propuesto

El sistema propuesto se ha diseñado teniendo en cuenta las conclusiones obtenidas del estudio realizado que se ha descrito en el apartado anterior. A continuación, se hará una descripción de la arquitectura del sistema y del funcionamiento del mismo. Por último, se describen los principales retos que pretende abordar y las principales contribuciones del sistema propuesto.

4.1 Aplicación Móvil

Es el elemento que usarán los ciudadanos para registrar las incidencias de accesibilidad que encuentren en el entorno urbano. El registro de una incidencia implica que el usuario realice la descripción de la misma y permita a la aplicación el acceso a su ubicación a través del GPS integrado en el dispositivo móvil. De manera opcional, el usuario podrá indicar si tiene algún tipo de discapacidad y de ser así señalarla en una lista. Para mayor precisión a la hora de identificar la ubicación y veracidad de los problemas dentro de la ciudad por parte de las administraciones se permite agregar imágenes. Todas las incidencias registradas deben pasar por un proceso de verificación para evitar el uso inadecuado del sistema. Este proceso de verificación se llevará a cabo desde la aplicación web cómo se indica a continuación. Además de añadir puntos conflictivos, se podrá conocer el estado de otros puntos registrados con anterioridad y que están en proceso de solución. Los estados posibles de una incidencia son los siguientes:

- Sin verificar: Serán las incidencias que aún no hayan sido validadas por parte de la administración.
- Verificadas: Una vez que la incidencia ha sido revisada y verificada por parte de la administración, ésta se clasifica en tres estados diferentes:
 - En espera. Es el primer paso una vez que la administración comprueba la veracidad de una incidencia y planifica el proceso de solución. Este estado es en el que se lleva a cabo la toma de decisiones relativa a la prioridad de una incidencia sobre otra.
 - En proceso. En este momento la administración ya ha comenzado los trabajos pertinentes para la solución del problema registrado.
 - Solucionada. Es el último paso del proceso. Los trabajos han finalizado y el punto ha dejado de ser conflictivo.

Este modelo de registro permite revisar que las soluciones aplicadas a las incidencias siguen siendo efectivas a lo largo del tiempo, pudiendo volver al estado de espera una incidencia ya solucionada que siendo afectada por otros factores ha dejado de ser válida.

La aplicación dispone de un mapa en el que se marcan los puntos de accesibilidad conflictivos. Dependiendo del estado de estos puntos se usará un tipo de marcador u otro para diferenciarlos entre sí.

Gracias a la aplicación se consigue un canal de comunicación bidireccional que facilita la comunicación entre los ciudadanos y el gobierno local, aligerando los trámites y abriendo una nueva vía de comunicación.

Por otro lado, la aplicación está diseñada para que un usuario pueda usarla sin necesidad de ningún tipo de registro con la finalidad de dinamizar su uso. Sin embargo, también se ofrece la posibilidad de un registro para ampliar las funcionalidades de la misma. Con ello se pretende conseguir la eliminación de una barrera frecuente en la utilización de aplicaciones móviles ya que muchos usuarios al iniciar una aplicación y observar que el registro es necesario para su utilización directamente optan por desinstalarla.

Las incidencias registradas por usuarios anónimos son almacenadas con el identificador único del dispositivo móvil. De este modo se pretende poder identificar a un usuario que haga uso fraudulento de la aplicación, como el registro de numerosas incidencias sin validez, pudiendo crear una lista de dispositivos engañosos a los que no se les permitirá el registro de nuevas incidencias.

4.2. Aplicación Web

Es el componente que utilizarán los gobiernos locales. Será el punto de control de las incidencias desde el que se gestionen. Las acciones que se podrá llevar a cabo serán: cambiar el estado de las incidencias, añadir notas descriptivas de las soluciones que se han llevado a cabo y añadir imágenes del lugar una vez solventado el problema. Además, se podrá lanzar campañas de notificaciones a todos los usuarios o a usuarios concretos.

4.3 Retos que Aborda

Los principales retos que afronta el sistema propuesto son:

- **Uso continuo:** la aplicación móvil se ha diseñado con la intención de incentivar su uso devolviendo información a los ciudadanos a modo informativo, pudiendo consultar el estado de los reportes en cualquier momento. Si los ciudadanos se sienten implicados será mayor la cantidad de datos recolectados y por lo tanto se hará una toma de decisiones más apropiada. Se trata de crear un sistema dinámico en el que se refleje la evolución de las soluciones aportadas en el tiempo. El objetivo de la implantación de este sistema en una ciudad no es que el mapa donde se refleja los puntos de incidencia esté vacío, ya que esto indicaría que el sistema no se usa. Lo ideal es que el mapa esté compuesto por un gran número de puntos solucionados.

- **Aplicaciones atractivas:** tanto la aplicación móvil para los ciudadanos como la aplicación web para las administraciones debe ser atractiva, intuitiva y fácil de usar. Esto se consigue usando los patrones de diseños recomendados para ambas tecnologías. La facilidad de uso se obtiene en gran parte al ofrecer la posibilidad de reportar problemas sin necesidad de crear una cuenta de usuario.

4.4 Contribuciones

Las contribuciones fundamentales del sistema propuesto son:

- **Herramientas:** el sistema propuesto proporciona aplicaciones que permiten mantener un flujo de información constante entre ciudadanos y administraciones acerca de los problemas de accesibilidad de las ciudades. Gracias a esto se involucra a los ciudadanos en la mejora de los espacios urbanos y se mejora la toma de decisiones por parte de las administraciones.
- **Concienciación Social:** Todas las ciudades presentan puntos de difícil accesibilidad para personas con discapacidades sensoriales y motrices. Sin embargo, en numerosas ocasiones, estos puntos pasan desapercibidos por las personas que no padecen estas discapacidades. Con el sistema propuesto se pretende aumentar la conciencia social respecto a la necesidad de que las ciudades sean accesibles para todos los ciudadanos, permitiendo la participación en el registro de incidencia de todos los habitantes y favoreciendo el pensamiento de que hacer más accesible una ciudad está en manos de todos.
- **Visibilidad para la Ciudad:** cabe destacar que una ciudad sin problemas de accesibilidad, además de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, es un gran reclamo publicitario para atraer turistas, empresas e inversores.

5. Referencias

1. Mackett, R.L.; Achuthan, K.; Titheridge, H. AMELIA: Making streets more accessible for people with mobility difficulties. *Urban Des. Int.* 2008, *13*, 81–89. [[CrossRef](#)]
2. Hashim, A.E.; Samikon, S.A.; Ismail, F.; Kamarudin, H.; Jalil, M.N.M.; Arrif, N.M. Access and Accessibility Audit in Commercial Complex: Effectiveness in Respect to People with Disabilities (PWDs). *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2012, *50*, 452–461. [[CrossRef](#)]
3. Venter, C.; Savill, T.; Rickert, T.; Bogopane, H.; Venkatesh, A. Enhancing Accessibility for People with Disabilities Living in Urban Areas. Available online: <http://www.globalride-sf.org/images/DFID.pdf>
4. Beale, L.; Field, K.; Briggs, D.; Picton, P.; Matthews, H. Mapping for wheelchair users: Route navigation in urban spaces. *Cartogr. J.* 2006, *43*, 68–81. [[CrossRef](#)]
5. Soltani, S.H.K.; Abbas, M.Y.; Awang, M.B. Disabled Children in Public Playgrounds: A Pilot Study. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2012, *36*, 670–676. [[CrossRef](#)]
6. Soltani, S.H.K.; Shamb, M.; Awangb, M.; Yamanb, R. Accessibility for Disabled in Public Transportation Terminal. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2012, *35*, 89–96. [[CrossRef](#)]
7. Le-Klähn, D.-T.; Hall, M.C.; Gerike, R. Analysis of Visitor Satisfaction with Public Transport in Munich. *J. Public Transp.* 2014, *17*. [[CrossRef](#)]
8. Marco, D. Measuring the satisfaction of multimodal travellers for local transit services in different urban contexts. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 2012, *4*, 1–11.
9. Munich Transport Corporation (MVG) Sustainability Report. Available online: <https://www.mvg.de/dam/mvg/ueber/nachhaltigkeit/mvg-nachhaltigkeitsbericht-eng.pdf>
10. Inada, Y.; Izumia, S.; Kogab, M.; Matsubarac, S. Development of Planning Support System for Welfare Urban Design-Optimal Route Finding for Wheelchair Users. *Procedia Environ. Sci.* 2014, *22*, 61–69. [[CrossRef](#)]
11. Koga, M.; Matsubarac, S.; Inadab, Y.; Gaidard, D. Proposal for Welfare Town Planning Method and Experimental Development of Support System for Persons with Disabilities, International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning. *Procedia Environ. Sci.* 2014, *22*, 70–77. [[CrossRef](#)]
12. Prasertsubpakij, D.; Nitivattananon, V. Evaluating accessibility to Bangkok Metro Systems using multi-dimensional criteria across user groups. *IATSS Res.* 2012, *36*, 56–65. [[CrossRef](#)]

13. López, A. *La Accesibilidad en España: Diagnóstico y Bases Para un Plan Integral de Supresión de Barreras*; Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales: Madrid, Spain, 2002.
14. Ryan, M.; Lin, T.G.; Xia, J.C.; Robinson, T. Comparison of perceived and measured accessibility between different age groups and travel modes at Greenwood Station, Perth, Australia. *Eur. J. Transp. Infrastruct. Res.* 2016, *16*, 406–423.
15. Prandi, C.; Salomoni, P.; Mirri, S. mPASS: Integrating people sensing and crowdsourcing to map urban accessibility. In Proceedings of the IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA, 10–13 June 2014; pp. 591–595. [[CrossRef](#)]
16. Wheelmap Project. Available online: <http://wheelmap.org/>
17. Pérez-delHoyo, R.; Garcia-Mayor, C.; Mora, H.; Gilart, V.; Andújar-Montoya, M.D. Improving Urban Accessibility: A Methodology for Urban Dynamics Analysis in Smart, Sustainable and Inclusive Cities. *Int. J. Sustain. Dev. Plan.* 2017, *12*, 357–367. [[CrossRef](#)]
18. Gilart-Iglesias, V.; Mora, H.; Pérez-delHoyo, R.; García-Mayor, C. A computational method based on radio frequency technologies for the analysis of accessibility of disabled people in sustainable cities. *Sustainability* 2015, *7*, 14935–14963. [[CrossRef](#)]
19. Coppola, P.; Papa, E. Accessibility Planning Tools for Sustainable and Integrated Land Use/Transport (LUT) Development: An Application to Rome. *Soc. Behav. Sci.* 2013, *87*, 133–146. [[CrossRef](#)]
20. Soltani, A.; Allan, A. A computer methodology for evaluating urban areas for walking, cycling and transit suitability: Four cases from suburban Adelaide, Australia. In Proceedings of the CUPU 05—Computers in Urban Planning and Urban Management, London, UK, 1 January 2005; pp. 1–16.
21. Church, R.L.; Marston, J.R. Measuring accessibility for people with a disability. *Geogr. Anal.* 2003, *35*, 83–96. [[CrossRef](#)]
22. Sirvent-Llamas A. et al. (2017). Data Structures Modelling for Citizen Tracking Based Applications in Smart Cities, International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence, Lecture Notes in Computer Science, vol 10586. doi: 10.1007/978-3-319-67585-5_21
23. Mora H. et al., (2017). A Comprehensive System for Monitoring Urban Accessibility in Smart Cities, *Sensors* 17 (8), 1834. doi: 10.3390/s17081834
24. Mora H. et al (2016), Interactive cloud system for the analysis of accessibility in smart cities, *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics* 11 (3), 447-458. doi: 10.2495/DNE-V11-N3-447-458

25. Gilart-Iglesias, V. et al (2015). A computational method based on radio frequency technologies for the analysis of accessibility of disabled people in sustainable cities, *Sustainability* 7 (11), 14935-14963. doi: 10.3390/su71114935
26. Pérez-delHoyo R., et al., (2017). Improving urban accessibility: a methodology for urban dynamics analysis in smart, sustainable and inclusive cities, *Urban Regeneration & Sustainability*, 1. doi: 10.2495/SDP-V12-N3-357-367