

# Data-in-the-cloud City

## Análisis proactivo de la información digital de la ciudad

**Gonzalo A. ARANDA-CORRAL<sup>1</sup>; Alejandro BLANCO-ESCUDERO<sup>2</sup>;  
Joaquín BORREGO-DÍAZ<sup>3</sup>; Manuel GOMAR-ACOSTA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Huelva. Department of Information Technology. Crta. Palos de La Frontera  
s/n. 21819 Palos de La Frontera. Spain  
gonzalo.aranda@dti.uhu.es

<sup>2</sup>Yaco Sistemas, C/ Rioja, 5 Sevilla, 41001 Sevilla, Spain  
alejandro.b.e@gmail.com

<sup>3</sup>Universidad de Sevilla. Department of Computer Science and Artificial Intelligence.  
Avda. Reina Mercedes s/n. 41012 Sevilla. Spain  
jborrego@us.es

<sup>4</sup>Elelog S.L. Parque Comercial San Jerónimo. C/ E, Nave 29. 41015 Sevilla, Spain  
mangomaco@gmail.com

**Keywords:** Digital cities, database city, Simulation, Multiagent Systems, complex systems

### Introducción

Las ciudades contemporáneas son fascinantes sistemas complejos y para estudiarlos se dispone de una enorme cantidad de información en la WWW. El tratamiento computacional de estos datos permite entender aspectos que, de otro modo, son difíciles de estimar, como su estructura y su dinámica. La recolección, procesamiento y uso de esos datos para diseñar nuevas aplicaciones, servicios y planes urbanos, e incluyendo el análisis del comportamiento social en las urbes, es una línea de I+D+i emergente y la aparición de políticas e iniciativas *open data* (p. e. <http://opendata.paris.fr/>) incrementan la calidad de la información para la investigación y desarrollo de mashups y aplicaciones. Sin embargo, dicha información no siempre es fácilmente accesible y es de distinta fiabilidad. Una etapa primordial a la hora de abordar un nuevo proyecto debe consistir en el análisis crítico de su disponibilidad y calidad.

En este trabajo describimos nuestra experiencia en dicho análisis que hemos necesitado para establecer una metodología de simulación de fenómenos urbanos extremos (catástrofes). Partimos de la tesis de que en la actualidad existe una buena cantidad de datos y conocimiento documentado de las ciudades modernas. El trabajo se ha realizado dentro del proyecto *eCompleXcity* (véanse los agradecimientos), que considera entre sus objetivos el estudio de la *ciudad digital* como sistema complejo a través de los datos disponibles en la WWW.

Todo proyecto de este tipo debe considerar, a medio/largo plazo, dos objetivos. El primero es entender las peculiaridades del aspecto urbano estudiado, para poder interpretar los resultados. El segundo, que dichos resultados sean útiles para repensar políticas urbanas [1]. El proyecto donde se enmarca el análisis que presentamos (simulación de catástrofe) pretende que el uso del sistema ayude en el

futuro a la gestión del espacio urbano.

Para simular una ciudad como un sistema complejo, utilizamos Sistema Multiagente (SMA) como una aproximación natural, pues se considera cada módulo/nodo del sistema como un agente. Esto beneficia la modularidad y escalabilidad del sistema, con diferentes actores y comportamientos e interacciones entre ellos. También facilita la programación a alto nivel.

### **Datos en la WWW**

Los flujos de datos digitales sobre la ciudad en la WWW se pueden clasificar principalmente en:

**I2U (instituciones a usuarios).** Esta fuente tiene una importancia trascendental a la hora de entender ciertos procesos urbanos que afectan a la habitabilidad, dinámica y evolución de los entornos urbanos. Facilita el análisis histórico de fenómenos urbanos de los que se posea documentación.

**U2U (entre usuarios).** Esencialmente diferente al I2U, debido a la heterogeneidad de fuentes e interacciones, destacando el provocado por el uso masivo de teléfonos (dispositivos) móviles. Éstos habilitan a los ciudadanos para recolectar, como agentes del SMA, información digital y suele dejar huella digital (*digital footprints*) en la Web 2.0. La calidad de esa información puede incluso superar a I2U.

**U2I.** Este tipo de flujo está creciendo espectacularmente debido a la adaptación de tecnologías y filosofía Web 2.0 a la Informática Urbana.

**I2I.** El flujo entre instituciones (por ejemplo, cambios catastrales, recaudación de impuestos comerciales por zonas, etc.) suele ser inaccesible a investigadores y ciudadanos.

La primera fuente (I2U) está íntimamente relacionada con la apertura de datos al público y es la usada en el proyecto. El flujo U2U será considerado en futuras extensiones.

### **Caso de estudio**

El caso de estudio desarrollado dentro del proyecto ha sido la simulación de la catástrofe provocada por el huracán Katrina en 2005 en Nueva Orleans.

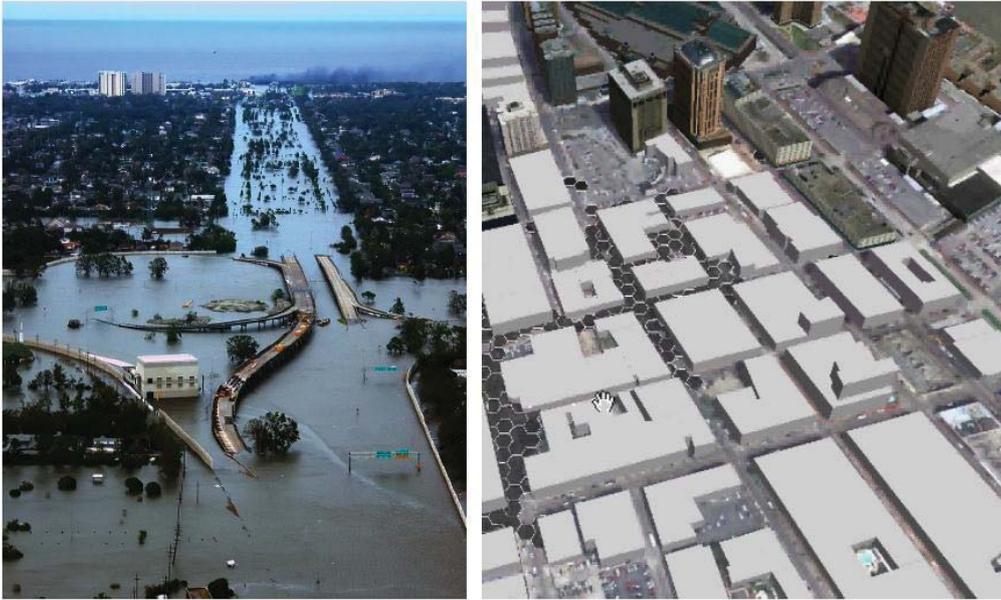


Figura 1: Imagen de la inundación de Nueva Orleans ([http://en.wikipedia.org/wiki/File:KatrinaNewOrleansFlooded\\_edit2.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:KatrinaNewOrleansFlooded_edit2.jpg), izquierda). A la derecha, imagen de un momento de la inundación simulada por el sistema.

Esta elección está motivada por dos razones. En primer lugar, fue uno de los ciclones más destructivos sufridos por EE.UU. y el efecto y amplitud del daño invita a un análisis macroscópico del siniestro. En segundo lugar, al ocurrir en un país desarrollado, existe una gran fuente de datos y servicios web asociados a Sistemas de Información Geográfica (SIG) accesibles.

Los límites informacionales se establecen con el propósito de evaluar la calidad, acceso y utilidad del I2U:

- Sólo consideramos I2U accesible por WWW, o de la Internet profunda (accesibles vía formularios de consulta), y que, en algunos casos, se necesita reparar la calidad deficiente de algunos datos, así como su acceso.
- Las simulación basada en SMA permite estimar cómo afecta cada tipo de información a cada módulo: I2U es esencial para la simulación de la inundación, mientras que los resultados estadísticos extraídos de las encuestas son útiles para los agentes-ciudadanos.
- Primamos los datos de los sistemas de información global (o de EEUU), pues datos más específicos podrían limitar la reusabilidad.

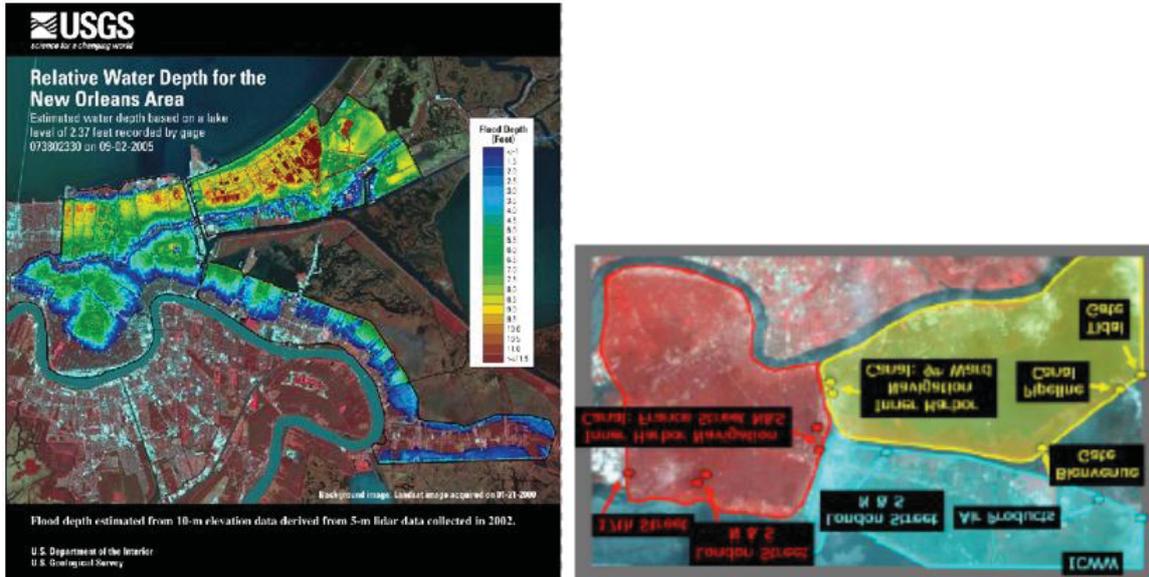


Figura 2: A la izquierda, profundidad relativa de la inundación (imagen de [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orleans\\_katrina\\_flood\\_web.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orleans_katrina_flood_web.jpg) debida a <http://www.terraprints.com>). A la derecha, división en 3 zonas del área afectada.

### Flujo I2U sobre el Katrina, Nueva Orleans y sus efectos

La información I2U disponible es abundante: información sobre pérdidas humanas y materiales [2] [3], informes sobre la actuación de fuerzas de seguridad y emergencias [4], evacuaciones [5], demográficos [6], encuestas [7], etc. Las principales fuentes utilizadas han sido:

- La U.S. Geological Survey (USGS) (<http://www.usgs.gov/>) mantiene bases de datos sobre la altura del terreno, como la National Elevation Dataset (<http://ned.usgs.gov/>). Contiene información de múltiples fuentes, por ejemplo de la SRTM de la NASA (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>) que puede alcanzar –como en Nueva Orleans– precisiones de 1/9” de arco (3 metros).
- Se dispone acceso libre sobre ciudades y espacios públicos con Open Street Maps (OSM, <http://www.openstreetmap.org/>), de libre acceso.

El área elegida para la simulación se muestra en figura 3. El efecto de la inundación sugiere, no obstante, dividirla en tres subregiones (Fig. 2, derecha).

### Flujo I2U para simular la inundación en entornos urbanos

La simulación parte de un proceso de agentificación con tres tipos de agentes: el agua, la ciudad (como entorno) y los ciudadanos.

La dinámica de la masa de agua se consigue discretizando el terreno mediante prismas hexagonales bastante adecuada a nivel macroscópico y facilita su dinámica. También son importantes parámetros como la dirección y velocidad del agua.



Figura 3: Área de simulación

La dirección del agua es inducida por la energía potencial (desnivel, que es proporcionado por los servicios SIG mencionados) lo que lleva a considerar al agua como agente reactivo. Otros factores son inabordables por falta de datos, como la absorción del terreno en un entorno urbano, que se ha considerado muy baja, considerando en la práctica un terreno saturado [8].

En el caso específicamente urbano, otros elementos afectan a la morfología de la masa de agua: el río y la topología de los edificios y calles. El primero se considera el estado inicial del agente-agua, aunque factores importantes como caudal y profundidad geolocalizada no están disponibles en la WWW. La forma de los edificios será accesible en el futuro mediante servicios/iniciativas *crowdsourcing* (como <http://sketchup.google.com/intl/es/>) pero se encuentran incompletos y calles y carreteras, que son idóneas para una simulación fiel, pueden ser extraídos de OSM.

### Información y agentes-ciudadanos

Existen una gran cantidad de estudios sobre el comportamiento de la población en caso de crisis [9] y que representan una valiosa información para el diseño de los agentes-ciudadanos. También se pueden extraer patrones de comportamiento de las encuestas realizadas a supervivientes [8] para refinarlos y estimar cómo prevenir situaciones de riesgo, y predecir los daños asociados a cada estrategia de supervivencia.

La información recogida sobre los peores momentos de la inundación, zonas más afectadas y lugares de mayor concentración de personas ayudan a diseñar grupos de agentes. A nivel multi-agente, se recoge información sobre rutas frecuentes de evacuación [9] y comportamientos de grupos en situaciones de pánico [10].

## **Extracción de los datos**

La obtención de información real del terreno se realiza a través de servicios Web públicos. Por ejemplo, para la altura del terreno el sistema es capaz de obtener los datos del servicio de USGS (para EEUU) o del servicio de IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España). El sistema cuenta con un cliente SOAP para tratar con estos servicios webs. Para los datos sobre calles, edificios y otras infraestructuras, el sistema consulta el servicio web de OSM, que devuelve la información en formato XML.

Esta información se descarga, procesa y, finalmente, se almacena en una base de datos para su posterior uso por parte de los agentes del sistema. Uno de los procesamientos consiste en adaptar a la rejilla hexagonal, que utilizan los entornos para llevar a cabo la simulación, a coordenadas WSG84 o UTM. Esta conversión aúna los datos geográficos sobre la altura del terreno con la información sobre las calles, carreteras, etc.

Una vez que los entornos están preparados, habiendo procesado y abstraído toda la información del terreno necesaria, comienza la simulación.

## **Visualización**

La visualización recurre a servicios como OSM o Google Maps/Earth. Tales herramientas también permiten visualizar resultados sobre el alcance, niveles de supervivencia por zonas, etc. Véase el vídeo <http://www.youtube.com/watch?v=pTKhrpl9jZc>.

## **Conclusiones**

En el presente trabajo usamos la “ciberinfraestructura” (CI) [11] de las ciudades para la simulación de fenómenos en éstas. El sistema de simulación se nutre de la información digital de las ciudades y de las consecuencias extraídas de la experimentación. Es muy importante un análisis y catalogación de la información digital disponible en WWW sobre las ciudades antes de abordar cualquier tipo de aplicaciones de *urban cloud-computing*. En el caso que nos ocupa, existen evidentes limitaciones en su CI, debidos, por un lado, a la inexactitud de la información en ciudades con CI débil, y por otro lado, a la naturaleza de la información que se necesita (sobre un suceso) que son difíciles de obtener.

## **Agradecimientos**

Trabajo financiado por TIC-6064 eCompleXcity (*Conceptos emergentes en Sistemas Complejos. Aplicaciones a entornos urbanos y a la complejidad cultural*), financiado por la Junta de Andalucía y por TIN2009-09492 (Ministerio de Ciencia e Innovación), cofinanciados con fondos FEDER.

## Referencias

- [1] **Vaccari, A., Liu, L., Biderman, A., Pereira, F.C., Oliveirinha, J., Gerber, A., and Ratti, C.** (2009), A holistic framework for the study of urban traces and the profiling of urban processes and dynamics. Proceedings of the 12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC2009), IEEE Press 273-278. Accesible en [http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2009\\_Vaccari\\_et\\_al\\_Holistic\\_framework\\_ITSC.pdf](http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2009_Vaccari_et_al_Holistic_framework_ITSC.pdf)
- [2] **Knabb, R., Rhome, J., and Brown, D.** (2005) Tropical cyclone report: Hurricane katrina. Tech. Rep., National Hurricane Center, 2005. Accesible en [http://www.nhc.noaa.gov/pdf/TCR-AL122005\\_Katrina.pdf](http://www.nhc.noaa.gov/pdf/TCR-AL122005_Katrina.pdf)
- [3] **Gabe, T., Falk, G., McCarty, M., and Mason, V.** (2005) Hurricane Katrina: Socialdemographic characteristics of impacted areas. Tech. rep., U.S. Congress. Accesible en <http://gnocdc.s3.amazonaws.com/reports/crsrept.pdf>
- [4] **DeLozier, E.** (2006) Hurricane Katrina timeline. The Brookings Institution, [www.brookings.edu/fp/projects/homeland/katrinatimeline.pdf](http://www.brookings.edu/fp/projects/homeland/katrinatimeline.pdf) (consultado en Febrero de 2011)
- [5] **Groen, J., and Polivka, A.** (2008) Hurricane katrina evacuees: Who they are, where they are, and how they are faring. Monthly Labor Review 131 32-51. Accesible en <http://www.bls.gov/pub/mlr/2008/03/art3full.pdf>
- [6] **McCarthy, K., Peterson, D., Sastry, N., and Pollard, M.** (2006) The repopulation of new orleans after hurricane katrina. Tech. rep., Rand Gulf States Policy Institute. Accesible en [http://www.rand.org/pubs/technical\\_reports/2006/RAND\\_TR369.pdf](http://www.rand.org/pubs/technical_reports/2006/RAND_TR369.pdf)
- [7] **The Washington Post, Kaiser Family Foundation and Harvard University** (2005) Survey of hurricane katrina evacuees.. Accesible en <http://www.kff.org/newsmedia/7401.cfm>
- [8] **Correia, F., Fordham, M., Saraiva, M., and Bernardo, F. Flood** (1998) hazard assessment and management: Interface with the public. Water Resources Management, 12, pp. 209-227.
- [9] **Lämmel, G. and K. Nagel** (2009) Multi agent based large-scale evacuation simulation, Paper 09-2135, Transportation Research Board Annual Meeting, Washington, D.C.
- [10] **Chu, J., Li, J., Xu, M., and Zhao, L.** (2005) Simulating escape panic based on the mechanism of asymmetric information distribution. Complex Systems Summer School Final Project Papers. Accesible en [http://192.12.12.16/education/csss/csss05/papers/chu\\_et\\_al.\\_csssbj05.pdf](http://192.12.12.16/education/csss/csss05/papers/chu_et_al._csssbj05.pdf)
- [11] **Yang, C., Raskin R., Goodchild, M., and Gahegan M.** (2010) Geospatial Cyberinfrastructure: Past, Present and Future. Computers, Environment and Urban Systems, 34, pp. 264-277.



# **Chapter 4**

## **Housing and Land Policy**



# Housing and Land Policy

**Malcolm C. BURNS**

Centre of Land Policy and Valuations, Technical University of Catalonia  
Av. Diagonal, 649, 4a planta, E-08028 Barcelona, Spain  
+34934054382, malcolm.burns@upc.edu

The *2009 Revision of World Urbanization Prospects* indicated that the world population is marginally more urban than rural, with the level of world urbanization having crossed the 50% threshold in 2009. In Europe 72.8% of the population is currently deemed to be urban compared to 79.6% in the Latin American and Caribbean region. The United Nations' projections foresee these proportions increasing to 84.3% and 88.8% respectively by 2050 [1]. The demands on the supply of land for housing, the principal activity of urbanised land, are going to be enormous over the years to come. At the same time, there is a clear recognition now, right across the globe, of the need to treat land as a "limited" resource, in the same way as water and non-renewable energies, in line with the promotion of sustainable urban development. Introducing change and innovation in housing and land policy are essential factors to make a contribution to achieving the goals of sustainable development and improving social injustice [2] across the world.

The papers presented within this theme track – *Housing and Land Policy* – all proportion innovative evidence-based research carried out, or in progress, in Portugal, Spain and Norway in Europe, and in Brazil, Chile, Colombia and Mexico in Latin America. The topics relate broadly to urban regeneration and rehabilitation, and improvements to the quality of urban space in general; the morphology of different urban systems and forms of urban development; and bottom-up approaches encouraging residents' participation in the elaboration of social housing proposals.

The specific cases referred to include the rehabilitation of the historic core of Porto (Portugal) (Neto et. al.), the environmental improvements deriving from the conversion of the former port area of Valparaiso (Chile) (Biere and García) and public intervention in some neighbourhoods of Rio de Janeiro (Brazil) (Pulici); and the marked contrast between the continued under-development of centrally located land in Norwegian cities, running counter to the public policies promoting compact urban development (Nordahl and Falleth) and the locational preferences of householders for detached dwelling residential development of a disperse nature within some peripheral areas of the wider metropolitan region of Monterrey (Mexico) (Fitch et. al.).

These cases, together with those of the remaining papers, all make provide firm evidence of the achievements which can be reached in the public policy domain of housing and land, but also highlight the challenges which lie ahead for attaining truly sustainable urban development across the globe.

## **References**

- [1] **United Nations** (2010) *World Urbanization Prospects: The 2009 Revision*, Population Division of the Department of Economic and Social Affairs, United Nations, New York.
- [2] According to **UN-HABITAT** more than “one billion humans beings still lack adequate shelter and are living in unacceptable conditions of poverty” (Habitat Agenda, paragrafh 53) [<http://www.unhabitat.org/categories.asp?catid=281> – accessed 15.09.2011]