

CÉSAR VÁSQUEZ (COORDINADOR)

Retos para la investigación en infraestructuras de datos espaciales (IDE)

Daniela Ballari, Diego Pacheco y Omar Delgado

Introducción

En los últimos años se ha producido un crecimiento sin precedentes del volumen, valor y uso de la información geográfica o georreferenciada. De hecho, la aparición del prefijo 'geo' junto a la más variada terminología (geomarketing, geovisualización, geoinformación, geociencias, etc.) evidencia la importancia de la referencia geográfica (Vintimilla y Ballari, 2009). Esta importancia se hace especialmente visible en los procesos de toma de decisiones (Nebert, 2004) como el ordenamiento territorial, la gestión de emergencias, el manejo de recursos naturales y el estudio de impacto ambiental. Dada la influencia multidisciplinar de estas decisiones, la información requerida suele ser producida y gestionada por diferentes instituciones, volviéndose esencial el descubrimiento, acceso, integración y uso de la geoinformación proveniente de fuentes diversas (Nebert, 2004).

Las infraestructuras de datos espaciales (IDE) facilitan el acceso a geoinformación proveniente de fuentes diferentes, a través del establecimiento de normativas y del desarrollo de geoservicios web estandarizados. Los principales geoservicios de una IDE son los catálogos como metadatos, la visualización de cartografía *online* y el acceso a los datos mismos para su análisis espacial. Las IDE permiten, a través de la web, descubrir la geoinformación existente en diferentes instituciones y acceder a ella de forma estandarizada.

La investigación en IDE se ha centrado, por un lado, en los aspectos institucionales para lograr acuerdos y políticas que permitan compartir geoinformación, y por otro lado, en el desarrollo tecnológico y de estándares para los geoservicios. Sin embargo, un cambio en la dirección de la investigación en IDE se está evidenciando motivado por tres factores principales de cambio. El primero es el crecimiento sin precedentes en el uso de la geoinformación, que ha permitido situar a la geografía como el eje central para integrar cualquier tipo de información (Craglia *et al.*, 2008). El segundo es la innovación tecnológica de los sensores de monitoreo que facilita el acceso, a un coste relativamente bajo, de datos dinámicos y en tiempo real (Bröring *et al.*, 2011; Nittel, 2009). Finalmente, el tercero, es el avance de la web 2.0 que posiciona a los ciudadanos como participantes activos en la creación de la geoinformación (Goodchild, 2007).

El objetivo de este resumen extendido es introducir brevemente los tres factores de cambio, así como el impacto que están produciendo en las IDE. También se detallan los retos de investigación más importantes mencionados en la literatura. Comprender el rol de estos factores en las IDE es esencial para poder identificar nuevas brechas de investigación y desarrollar aplicaciones innovadoras.

Factores de cambio

La geografía y la información multidisciplinar

En el desarrollo de las IDE se reconocen dos generaciones. La primera completa, organiza y documenta la geoinformación de las instituciones. La segunda pone en marcha los geoservicios para el descubrimiento, visualización, acceso, integración y análisis de la geoinformación. En esta segunda generación, en lugar de solo organizar la geoinformación como se realizaba en la primera generación, se evidencia un cambio para utilizar la geografía como organizadora e integradora de cualquier tipo de información aunque no sea del tipo geográfica (indicadores sociales, económicos y medioambientales, información multimedia, etc.) (Craglia *et al.*, 2008). La geografía, y en especial la referencia geográfica, ofrece la oportunidad de integrar información multidisciplinar (diferentes temáticas y de diferentes instituciones) y a diferentes escalas espacio-temporales (diferentes jurisdicciones administrativas y diferentes épocas o granularidades temporales). Es decir, la geografía y sus métodos se convierten en el eje común para representar, combinar y analizar la información de carácter multidisciplinar.¹³

Sensores y la información dinámica y en tiempo real

La miniaturización de sensores, la reducción de sus costos, su integración con dispositivos móviles y las tecnologías inalámbricas han posicionado a los sensores como el medio ideal para capturar datos dinámicos y en tiempo real. Mientras las aplicaciones tradicionales con sensores utilizaban un pequeño número de dispositivos de gran tamaño y aislados uno de otros (estaciones meteorológicas, sismógrafos), los sensores actuales pueden ser desplegados con una alta densidad espacial y se comportan como verdaderas redes conectadas entre sí, colaborando para transmitir los datos capturados en tiempo real a los usuarios (Van Zyl, Simonis y Mcferren, 2009). Además, ya no es necesario que los sensores de una red sean del mismo fabricante y de las mismas características, ya que utilizando estándares (Botts, Percivall, Reed y Davidson, 2008) es posible descubrir y acceder en tiempo real a los datos capturados por sensores heterogéneos.¹⁴

La participación ciudadana

Con el avance de la web 2.0, los teléfonos inteligentes y las aplicaciones móviles, los ciudadanos han dejado de ser meros consumidores de información para pasar a protagonizar un rol más activo en el cual también ellos son productores de información y aplicaciones (Coleman, Georgiadou y Labonte, 2009; Goodchild, 2007). Esto ha dado nacimiento a lo que se ha llamado neo-geografía, información geográfica voluntaria y ambientes colabora-

13 Una discusión más extendida sobre este tema puede consultarse en Enemark y Rajabifard (2012) bajo el concepto de "*spatially enabled society*".

14 Ejemplos de esto pueden consultarse en Eisenman (*et al.*, 2007), Nittel (2009), y Werner-Allen (*et al.*, 2006).

tivos o participativos. Los ciudadanos actúan como “sensores” observando eventos (calles en mal estado, accidentes, residuos en la vía pública, etc.) e informando a las autoridades y a toda la comunidad a través de aplicaciones en la web, teléfonos inteligentes o simples mensajes de texto. Estas aplicaciones pueden entenderse como una IDE creada por y para los ciudadanos.

Retos de investigación

A continuación y a modo de conclusión, los factores de cambio son asociados con los principales retos para la investigación en IDE. El listado incluido no es exhaustivo, sino que, por razones de espacio, se han incluido solo los más relevantes.

La geografía y la información multidisciplinar

Uno de los principales retos de investigación es el desarrollo de modelos y algoritmos de integración, tanto geométrica como semántica (Janowicz *et al.*, 2010). También es necesario desarrollar y mejorar representaciones espaciales para conceptos abstractos que requieren ser representados en la toma de decisiones, por ejemplo, la pobreza (Craglia *et al.*, 2008).

Sensores y la información dinámica y en tiempo real

Los geoservicios tradicionales de las IDE deben ser rediseñados y adaptados para soportar los datos de sensores que son dinámicos, accesibles en tiempo real y con una alta resolución espacio-temporal. En este contexto, la iniciativa de sensor web *enablement* está impulsando la estandarización de geoservicios específicos para datos de sensores (Bröring *et al.*, 2011). También, los sistemas de toma de decisiones deben ser extendidos para integrar en tiempo real los datos de sensores siguiendo la filosofía “*plug and play*” (Bröring *et al.*, 2009).

Participación ciudadana

Los principales retos se relacionan con la estimación de la calidad y confianza de la información capturada por usuarios inexpertos; la identificación de las ventajas y limitaciones para la integración de esta información con información oficial generada por expertos, así como los mecanismos para hacerlo; y el análisis de los aspectos legales y éticos relacionados con la privacidad de la información (Elwood, Goodchild y Sui, 2011).

Referencias

- Botts, M., Percivall, G., Reed, C. y Davidson, J.
2008 “OGC sensor web enablement: Overview and high level architecture”. *GeoSensor networks*, 175-190, primavera.

- Bröring, A., Echterhoff, J., Jirka, S., Simonis, I., Everding, T., Stasch, C., Liang, S., *et al.*
2011 "New generation sensor web enablement". *Sensors*, 11(3): 2652-2699. Molecular Diversity Preservation International.
- Bröring, A., Janowicz, K., Stasch, C. y Kuhn, W.
2009 "Semantic challenges for sensor plug and play". En: A. S. F. James D., *Carswell Gavin McArdle* (ed.). Vol. 7, pp. 72-86. Berlín: doi: 10.1007/978-3-642-10601-9_6
- Coleman, D. J., Georgiadou, Y. y Labonte, J.
2009 "Volunteered Geographic Information: the nature and motivation of producers". *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 4(2009): 332-358.
- Craglia, M., Goodchild, M., Annoni, A., Camara, G., Gould, M., Kuhn, W., Mark, D., *et al.*
2008 "Next-generation digital earth". *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 3(1): 146-167.
- Eisenman, S. B., Miluzzo, E., Lane, N. D., Peterson, R. A., Ahn, G. S. y Campbell, A. T.
2007 "The BikeNet mobile sensing system for cyclist experience mapping". In *Proceedings 5th conference on embedded networked sensor systems*, pp. 87-101.
- Elwood, S., Goodchild, M. F. y Sui, D. Z.
2011 "Researching Volunteered Geographic Information: Spatial Data, Geographic Research, and New Social Practice". *Taylor y Francis*.
- Enemark, S. y Rajabifard, A.
2012 "Spatially Enabled society". *Geoforum Perspektiv*, 10(20).
- Goodchild, M. F.
2007 "Citizens as Voluntary Sensors : Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0". *International Journal*, 2(2): 24-32. doi:10.1016/j.jenvrad.2011.12.005
- Janowicz, K., Schade, S., Bröring, A., Kebler, C., Maué, P. y Stasch, C.
2010 "Semantic enablement for spatial data infrastructures". *Transactions in GIS*, 14(2), 111-129. Wiley Online Library.
- Nebert, D.
2004 "Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook v.2.0, Global Spatial Data Infrastructure (GSDI)". *Building*. Vol. 18, p. 150. <http://www.gsd.org>
- Nittel, S.
2009 "A survey of geosensor networks: advances in dynamic environmental monitoring". *Sensors*, 9, 5664-5678.
- OpenStreetMap
s.f. Retrieved September, 2, 2012, from <http://www.openstreetmap.org>
- Ushahidi
s.f. Retrieved September, 2, 2012, from <http://ushahidi.com>
- Vintimilla, D. O. y Ballari, D.
2009 "La GeoWeb y su evolución: Un marco de análisis en tres dimensiones". *Universidad del Azuay*, 25.
- Werner-Allen, G., Lorincz, K., Ruiz, M., Marcillo, O., Johnson, J., Lees, J. y Welsh, M.
2006 "Deploying a wireless sensor network on an active volcano". *Internet Computing, IEEE*, 10(2): 18-25. doi:doi: 10.1109/MIC.2006.26
- Van Zyl, T. L., Simonis, I. y Mcferren, G.
2009 "The sensor web: systems of sensor systems". *International Journal of Digital Earth*, 2(1): 16-30. doi: 10.1080/17538940802439549