

# Procesamiento y Análisis de Datos Espaciales y Temporales Relativos a Espacios Urbanos

Romina Stickar<sup>13</sup>, Damián Barry<sup>13</sup>, Rodrigo René Cura<sup>13</sup>, Leonardo Ordinez<sup>1</sup>, Carlos Buckle<sup>13</sup>, Claudio Delrieux<sup>123</sup>

<sup>1</sup>Depto. de Informática, Fac. de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB).

Puerto Madryn, Argentina.  
+54 280-4472885 – Int. 117

<sup>2</sup>Depto. de Ingeniería Eléctrica y Computadoras - Universidad Nacional del Sur (UNS)

Bahia Blanca, Argentina  
+54 291-4595000 - Int. 3371.

<sup>3</sup>LINVI – Laboratorio de Investigación en Informática – Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB)

[romistickar@gmail.com](mailto:romistickar@gmail.com), [damián\\_barry@unpata.edu.ar](mailto:damián_barry@unpata.edu.ar), [rodrigo.renecura@gmail.com](mailto:rodrigo.renecura@gmail.com), [leo.ordinez@gmail.com](mailto:leo.ordinez@gmail.com), [carlos.buckle@gmail.com](mailto:carlos.buckle@gmail.com), [cad@uns.edu.ar](mailto:cad@uns.edu.ar)

## Resumen

Actualmente, muchos de los gobiernos locales no cuentan con información de calidad, ni mecanismos de adquisición continua de datos que permitan un monitoreo de la dinámica global de la ciudad, como herramienta de apoyo para la toma de decisiones y la definición de políticas públicas. Este proyecto apunta a estudiar, experimentar y optimizar infraestructuras de Big Data enfocadas en información heterogénea fuertemente ligada a datos espaciales y temporales. Nuestro estudio, se concentra en

fuentes (registros de actividad de teléfonos móviles, redes sociales, aplicaciones móviles de turismo, tarjeta SUBE, sensores urbanos, etc) para realizar análisis de datos geo- temporales, construir modelos predictivos y generar servicios para la visualización y síntesis de la información resultante. Los resultados serán de directa aplicación tanto en organismos

públicos como privados, para objetivos como por ejemplo: planificación del transporte público, cartografía social, acceso a centros de salud y educación, turismo, etc.

**Palabras clave: big data, datos espaciales, datos temporales.**

## Contexto

Este proyecto se desarrollará en el LINVI (Laboratorio de Investigación en Informática) de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, que está integrado por la UNPSJB Sede Puerto Madryn y de la Universidad Nacional del Sur (UNS). El proyecto fue avalado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería de la UNPSJB. Será financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNPSJB para llevar a cabo durante el período 2017 - 2019.

## 1. Introducción

La Región Patagónica, en general, y la Provincia del Chubut, en particular, tienen la característica de tener una baja densidad poblacional. La mayor parte de ésta se concentra en aislados centros urbanos, dejando extensas áreas geográficas con escasos habitantes (en algunos casos, menor a uno) por km<sup>2</sup>. Asimismo, la región tiene otras características geográficas interesantes, como son grandes extensiones de bosque nativo y de mar, reservas naturales y áreas protegidas con fauna y flora única, vías de comunicación terrestre de cientos de km, centros urbanos en crecimiento de manera no planificada, actividad económica principalmente primaria y extensiva, entre otras.

En este contexto, la necesidad de gestionar información impone que los datos que se manipulen posean además una referencia espacial y temporal respecto a su generación. De esta manera, cada dato manipulado, no solo modela parcialmente un dominio de aplicación particular, sino que lo hace en un tiempo y en un espacio determinado. Esto complejiza el modelado de los sistemas en tanto agrega nuevas dimensiones al problema.

Este nuevo dominio de aplicación que ahora incorpora las dimensiones temporal y espacial, requiere un tratamiento especial. Aquí se involucran diferentes áreas de conocimiento en variadas etapas de madurez. Desde el punto de vista de las comunicaciones y las redes móviles, se presenta una problemática concreta, la cual es la baja (e incluso inexistente) conectividad en grandes extensiones de terreno. Sobre esta temática se han desarrollado diferentes propuestas que tienen que ver con redes oportunistas [1, 2, 8] y esquemas de manejo de micromensajes orientados a redes de sensores [3]. Por el lado de la captura de datos específicamente se pueden mencionar los aportes de [4], referido a combate de fuego en

bosques, [5, 6], referidos a manejo de situaciones de emergencia, entre otros.

En el plano de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), un sistema de información efectivo es el que provee a sus usuarios con la información necesaria para responder a los requerimientos medioambientales [7]. En sentido amplio, el campo de la computación colaborativa, abarca el uso de computadoras para apoyar la coordinación y la cooperación de dos o más personas que tratan de realizar una tarea o resolver un problema juntos [9, 10, 11]. En particular, la problemática de relevar información, observar y analizar datos e información del ambiente físico, mediante sistemas colaborativos, que involucran participación ciudadana, es relativamente nueva [12]. A partir de las últimas dos décadas, los avances en las TIC han creado capacidades accesibles para integrar y coordinar información de distintos actores y construir conocimiento a partir de ella [13]. En este punto es fundamental contar con lenguajes y modelos que permitan describir los dominios de aplicación en un contexto espacio-temporal [14, 16, 17, 18]. Asimismo, resulta determinante que dichos modelos permitan elaborar inferencias no triviales mediante técnicas de aprendizaje automatizado.

Por otro lado, un aspecto necesario en el análisis del dominio de aplicación planteado tiene que ver con la realización de simulaciones. Para ello, se explorarán en particular las técnicas basadas en Autómatas Celulares [19, 20, 21, 22] y Agentes [23, 24, 25].

Otro aspecto importante en evaluación del trabajo y su análisis, está relacionado con la visualización de la información. En particular, la visualización de grandes volúmenes de datos en el contexto espacio-temporal [15].

La motivación principal de la proyecto se asienta en el área de aplicación de los sistemas a desarrollar, los cuales tienen que ver con

situaciones complejas, multicausales, posiblemente extraordinarias y que involucran la interacción de diferentes actores, donde la dinámica e interpretación de sucesos ocurridos en espacios geográfico-temporales, hacen que tanto la recolección de los datos como su transformación, análisis, interpretación y explotación de los mismos sea un desafío.

El objetivo general de la presente investigación es el estudio y desarrollo de una infraestructura común a nivel municipal/provincial para la coexistencia y la colaboración de múltiples sistemas orientados al procesamiento y análisis de datos espaciales y temporales relativos a entornos urbanos.

## 2. Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Las líneas de investigación estarán orientadas a:

Estudiar, experimentar y optimizar infraestructuras de Big Data enfocada en información heterogénea, pero fuertemente ligada a datos espaciales y temporales.

Aplicar técnicas de adquisición, almacenamiento y distribución de información en ambientes heterogéneos. Además de poder contar con una infraestructura capaz de procesar grandes volúmenes de datos.

Diseñar y adaptar técnicas de normalización y homogeneización de datos, mediante un vocabulario común, que permita la manipulación de manera agnóstica de los datos propios del dominio de aplicación contextualizados en espacio y tiempo.

## 3. Resultados y Objetivos

Actualmente el proyecto se encuentra en una etapa inicial de revisión y estudio de los antecedentes.

Los integrantes del equipo ya nos encontramos realizando las capacitaciones necesarias para el entendimiento profundo de

los estudios y el avance hacia las etapas posteriores.

Los objetivos de la investigación y desarrollo de este trabajo se pueden resumir en:

- Investigar, diseñar, montar y desplegar un entorno de Software y Hardware que permita tanto gestionar la recolección de datos urbanos espaciales y temporales, como su posterior explotación mediante herramientas de visualización, procesos de análisis y correlación de datos, servicios de publicación, etc.
- Estudiar, proponer, definir e implementar protocolos y mecanismos estandarizados de recolección y explotación de datos para facilitar el acceso a la infraestructura y fomentar un ambiente open-data alrededor de la misma.
- Promover la adopción de la tecnología desarrollada, para su implementación en la gestión pública y privada, mediante convenios de transferencia tecnológica.
- Dar continuidad a las actividades realizadas por el Laboratorio de Investigación en Informática (LINVI) perteneciente al Departamento de Informática de la UNPSJB, así como incrementar el número de proyectos acreditados y de trabajos publicados por este.

Los resultados en esta etapa incipiente del proyecto se encuentran orientados al dominio de aplicación del transporte y la movilidad urbana. En particular, se está trabajando para modelar y optimizar el flujo de las líneas de colectivo en ciudades tamaño medio-bajo (menores a 300.000 habitantes). A la vez, se está desarrollando un trabajo para la implementación de ciclovías en dichas ciudades, que involucra la recolección de datos de recorridos de ciclistas y la integración de los mismos con otras fuentes de datos para su análisis.

## 4. Formación de Recursos Humanos

Del proyecto forman parte docentes del Departamento de Informática de la Facultad de Ingeniería de la UNPSJB Sede Puerto Madryn y de la UNS. Dos de ellos están realizando sus doctorados y otros dos comenzarán con su carrera de posgrado. Uno de los doctorandos es beneficiario de beca CONICET.

También forman parte del proyecto graduados de la carrera de Licenciatura en Informática y alumnos del ciclo superior. Su participación en el mismo les permitirá introducirse en temas de investigación en una disciplina que mundialmente se encuentra en auge y que se utiliza diariamente. Además, podrán participar y exponer sus ideas en un grupo de trabajo, realizar investigaciones, diseñar sus propias soluciones, contrastarlas con las de sus pares y las puedan validar con la realidad.

Es intención del proyecto, que los alumnos próximos a graduarse puedan elaborar sus tesis sobre la disciplina y sus ramas, logrando un aporte extra a la investigación.

## 5. Bibliografía

- [1] Vinícius F.S. Mota, Felipe D. Cunha, Daniel F. Macedo, José M.S. Nogueira, Antonio A.F. Loureiro, Protocols, mobility models and tools in opportunistic networks: A survey, *Computer Communications*, Volume 48, 15 July 2014, Pages 5-19, ISSN 0140-3664.
- [2] Chilipirea, C., Petre, A.-C., Dobre, C., Pop, F., and Suciú, G. (2017) A simulator for opportunistic networks. *Concurrency Computat.: Pract. Exper.*, 29: e3814
- [3] Message Queue Telemetry Transport, <http://mqtt.org/>
- [4] "Emerging technologies: Smarter ways to fight wildlife crime" - *Emerging technologies / Environmental Development* 12 (2014) 62 – 72
- [5] Rajiv Ranjan, Samee Khan, Joanna Kolodziej, Albert Y. Zomaya "Guest Editors' Introduction: Cloud-Based Smart Evacuation Systems for Emergency Management", *IEEE Cloud Computing*, Volume 1, Number 4, November 2014
- [6] Karan Mitra, Saguna, Christer Åhlund, "A Mobile Cloud Computing System for Emergency Management", *IEEE Cloud Computing*, Volume 1, Number 4, November 2014
- [7] El-Bibany, H. E. D., Katz, G., & Vij, S. (1991). *Collaborative Information Systems* (No. 48). Stanford University, Center for Integrated Facility Engineering.
- [8] Sergio F. Ochoa; Rodrigo Santos, Human-centric Wireless Sensor Networks to Improve Information Availability During Urban Search and Rescue Activities, *INFORMATION FUSION*; Lugar: Amsterdam; Año: 2015 vol. 22 p. 71 – 84.
- [9] Borenstein, N. S. (1992, December). Computational mail as network infrastructure for computer-supported cooperative work. In *Proceedings of the 1992 ACM conference on Computer-supported cooperative work* (pp. 67-74). ACM.
- [10] Schooler, E. M. (1996). Conferencing and collaborative computing. *Multimedia Systems*, 4(5), 210-225.
- [11] Bafoutsou, G., & Mentzas, G. (2002). Review and functional classification of collaborative systems. *International journal of information management*, 22(4), 281-305.
- [12] Bonney, R., Shirk, J. L., Phillips, T. B., Wiggins, A., Ballard, H. L., Miller-Rushing, A. J., & Parrish, J. K. (2014). Next steps for citizen science. *Science*, 343(6178), 1436-1437.
- [13] Newman, J., & Thomas-Alyea, K. E. (2012). *Electrochemical systems*. John Wiley & Sons.
- [14] Haining, R. P. (2012), *Statistics for Spatio-Temporal Data* by Noel Cressie and Christopher K. Wikle. Hoboken, NJ: Wiley, 2011, 624 pp.. *Geogr Anal*, 44: 411–412.
- [15] A. Malik, R. Maciejewski, E. Hodges and D. S. Ebert, "Describing Temporal Correlation Spatially in a Visual Analytics Environment," *2011 44th Hawaii International Conference on System Sciences*, Kauai, HI, 2011, pp. 1-8.
- [16] Martin Erwig, Ralf Hartmut Güting, Markus Schneider, Michalis Vazirgiannis."Spatio-Temporal Data Types: An Approach to Modeling and

Querying Moving Objects in Databases”  
*GeoInformatica* (1999) 3: 269.

[17] Brodeur, J., Y. Bédard & M.-J. Proulx, 2000, Modelling Geospatial Application Database using UML-based Repositories Aligned with International Standards in Geomatics, ACMGIS 2000, November 10-11, Washington DC, United-States

[18] Mehrdad Salehi, Yvan Bédard, Mir Abolfazl Mostafavi, Jean Brodeur, Formal classification of integrity constraints in spatiotemporal database applications, *Journal of Visual Languages & Computing*, Volume 22, Issue 5, October 2011, Pages 323-339, ISSN 1045-926X

[19] Sven Maerivoet, Bart De Moor. Cellular Automata Models of Road Traffic. *Physics Reports*, vol. 419, nr. 1, pages 1-64, november 2005

[20] K. Nagel, M. Schreckenberg. A cellular automaton model for freeway traffic. 1992. *Journal of Physics I* 2, 2221.

[21] Inés Santé, Andrés M. García, David Miranda, Rafael Crecente. Cellular automata models for the simulation of real-world urban processes: A review and analysis. *Landscape and Urban Planning* 96 (2010) 108–122.

[22] Wolfram, Stephen. Twenty Problems in the Theory of Cellular Automata. *Physica Scripta*, Volume 9, Issue, pp. 170-183 (1985).

[23] Keith, Clarke. Cellular Automata and Agent-Based Models. M.M. Fischer, P. Nijkamp (eds.), *Handbook of Regional Science* (2014).

[24] Daniela Fecht, Linda Beale, David Briggs. A GIS-based urban simulation model for environmental health analysis. *Environmental Modelling & Software* 58 (2014) 1-11.

[25] Harvey J. Miller. Collaborative mobility: using geographic information science to cultivate cooperative transportation systems. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 21 (2011) 24–28