

## Aplicaciones de Bases de Datos Espaciales y Espacio Temporales en el ámbito agropecuario.

Edilma Olinda Gagliardi, Maria Gisela Dorzán, Maria Teresa Taranilla,

Pablo Rafael Palmero y Carlos Andrés Casanova

Departamento de Informática

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales

Universidad Nacional de San Luis, Argentina

{oli, mgdorzan, tarani, prpalmero, cacasanova}@unsl.edu.ar

### RESUMEN

El proyecto *Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos*, de la Universidad Nacional de San Luis, tiene como objetivo principal el estudio de bases de datos no convencionales, donde se involucra el diseño y desarrollo de herramientas para administrar eficientemente sistemas de bases de datos no estructurados. En la línea de investigación *Bases de Datos Espaciales y Espacio Temporales* se exploran dominios de aplicación de bases de datos espaciales y espacio temporales, empleando técnicas y herramientas de apoyo procedentes de diferentes disciplinas en la resolución de los problemas.

**Palabras clave:** Bases de Datos, Bases de Datos Espaciales y Espacio Temporales, Geometría Computacional, Metaheurísticas, AgroTIC.

### CONTEXTO

El presente trabajo se enmarca en la línea de investigación *Bases de Datos Espaciales y Espacio Temporales*, perteneciente al Proyecto Consolidado *Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos* (PROICO 03-2218) de la Universidad Nacional de San Luis, incluido en el Programa de Incentivos (Código 22/F814).

El objetivo del proyecto es el desarrollo de nuevos modelos para administrar y recuperar información almacenada en bases de datos no estructurados, que requieren modelos no tradicionales tales como las bases de datos espaciales y espacio temporales, bases de datos de imágenes, bases de datos de texto, espacios métricos, entre otros.

En particular, las aplicaciones que utilizan bases de datos espaciales y espacio temporales precisan almacenar y consultar información actual e histórica respecto de posiciones espacialmente referenciadas y cambios de forma de los objetos de estudio en diferentes escenarios a lo largo del tiempo. En este contexto, es apropiado utilizar métodos y herramientas que provienen de diferentes disciplinas en la resolución de problemas en diversos dominios de aplicación y en la búsqueda de soluciones para problemas complejos orientados a optimización. Con este fin en la línea de investigación *Bases de Datos Espaciales y Espacio Temporales* se vinculan las disciplinas Bases de Datos, Geometría Computacional y Metaheurísticas.

### 1. INTRODUCCIÓN

El avance en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha permitido una evolución en las actividades

humanas, promoviendo cambios sociales, culturales y económicos transformándose en procesos clave para accionar en el tiempo presente y proyectar el futuro. Los beneficios aportados por las TIC en diferentes situaciones del mundo real promueven avances en tópicos que refieren a calidad, gestión, economía, entre otros. En particular, la actividad agropecuaria se perfila como un dominio de aplicación de las TIC, donde se originan nuevas experiencias que permiten innovar en prácticas de producción y formas de comunicación para optimizar la organización y gestión de establecimientos agropecuarios.

Con el objetivo general de promover un ámbito de investigación, intercambio y desarrollo de TIC, así como para estudiar su potencialidad y alcance real en el ámbito de la producción agropecuaria se articula el proyecto *Campo Conectado*. El mencionado proyecto surge de un convenio entre la Universidad Nacional de San Luis y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-Estación Experimental Agropecuaria San Luis). En este marco se realiza un trabajo de colaboración multidisciplinar entre proyectos de investigación de UNSL, especialistas del INTA y productores agropecuarios de la región [1] [2].

En el contexto del ámbito agropecuario, para algunas de las aplicaciones de bases de datos se manifiesta la necesidad de representar y manipular tipos de datos tradicionales y también, tipos de datos complejos. En este sentido, las Bases de Datos Espaciales permiten representar y almacenar objetos junto con sus características espaciales, así como expresar consultas que involucran sus propiedades espaciales. Las Bases de Datos Temporales involucran algún aspecto de tiempo para organizar su información y almacenan datos históricos junto con los datos actuales. Las Bases de Datos Espacio Temporales concentran características de ambas y permiten observar la evolución de objetos espaciales en el tiempo [4] [8] [10]. En esta línea de trabajo se exploran dominios de aplicación para bases de datos espaciales y espacio temporales, utilizando diferentes

técnicas y herramientas en la resolución de problemas. Se plantea el diseño y aplicación de índices espacio temporales, aplicables en diversos escenarios de movimiento y se propone aplicación de técnicas de Geometría Computacional en la solución de los problemas involucrados [3].

## 2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Entre los tópicos de estudio de la línea de investigación se destaca:

- Diseño y aplicación de índices espaciales y espacio temporales, en diversos escenarios de movimiento.
- Desarrollo de herramientas y aplicaciones vinculadas con bases de datos espaciales y espacio temporales.
- Aplicación de la Geometría Computacional y su marco disciplinar en aspectos particulares de los problemas estudiados.
- Optimización de estructuras geométricas aplicando técnicas metaheurísticas.

Como objetivos específicos se propone:

- Estudio de la indexación espacial y espacio temporal sobre objetos en movimiento para diversos escenarios. Desarrollo de las estructuras de almacenamiento, algoritmos de consulta y evaluación experimental.
- Desarrollo de aplicaciones que utilizan bases de datos espaciales y espacio temporales, con apoyo de métodos provistos por la Geometría Computacional en la resolución de situaciones problemáticas.
- Diseño e implementación de herramientas para la visualización de información de interés vinculada a las bases de datos mencionadas.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS

En el marco del proyecto *Campo Conectado*, desde la línea de investigación se proponen algunos desarrollos tecnológicos aplicados en

la gestión de la producción agropecuaria en sistemas reales de producción.

Se trabaja en el desarrollo de una plataforma soporte de eventos y sistemas de información orientada al seguimiento espacio temporal de individuos y la gestión espacial y tradicional de los elementos que integran un establecimiento agropecuario. Entre las características principales de la plataforma se menciona la posibilidad de la captura de datos desde diferentes fuentes, la gestión de su almacenamiento, explotación y visualización de información relevante con capacidad para la generación de reportes, estadísticas, gráficas etc. La plataforma está disponible en la web con accesibilidad mediante tecnología móvil y de escritorio [5].

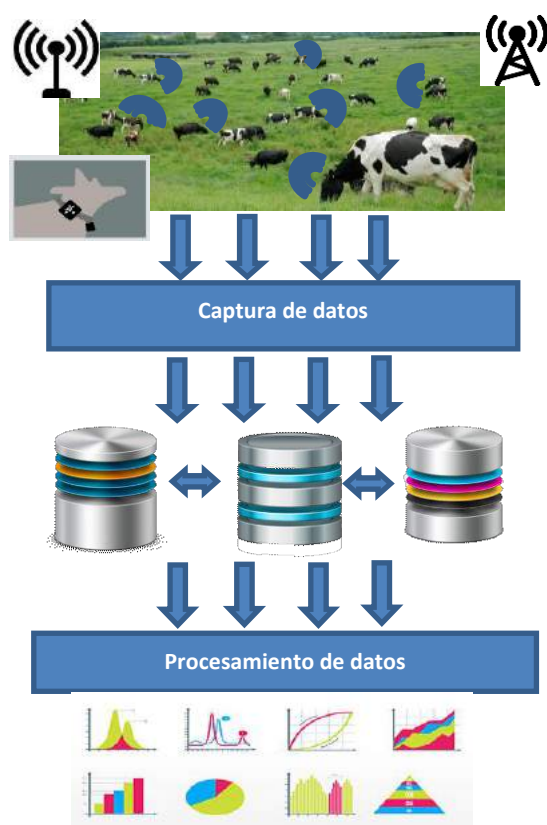


Figura 1.

En el diagrama de la Figura 1 se muestra el proceso de obtención de la información que comienza con la captura de datos desde sensores dispuestos en el campo. Luego, el proceso continúa con el envío de los datos

recolectados a repositorios de datos donde se almacenan y se analizan para generar información, en forma de indicadores y recomendaciones, que se disponen en forma inmediata para que el productor y personal autorizado pueda observarlos desde dispositivos móviles o desde sistemas de escritorio.

En la producción ganadera, algunos de los requerimientos refieren al seguimiento de indicadores productivos y ambientales, la trazabilidad animal, caracterización y seguimiento de un rodeo, control de alimentación, detección de la actividad de celo, monitoreo de la condición corporal, entre otros, como herramientas en la ganadería de precisión. En la plataforma integral se incluyen una herramienta para el seguimiento espacial y temporal de rodeos ganaderos y una herramienta de apoyo para la gestión y administración de rodeos de cría. Las mismas permiten acoplar la sensorización instalada en un establecimiento productivo y los individuos de un rodeo para garantizar la recolección de los datos desde fuentes varias, la gestión del almacenamiento de los datos y la obtención información relevante en el proceso de toma de decisiones.

La herramienta para el seguimiento espacio temporal de rodeos manipula las componentes espaciales y tradicionales de los datos, implementa consultas espaciales y espacio temporales sobre los objetos de tratamiento, proporciona comunicación con las bases de datos y visualización del geoseguimiento del rodeo accesible por medio de tecnología móvil [6] [9].

La herramienta para la gestión de rodeos de cría incluye funcionalidades para el análisis de datos relevados, seguimiento de indicadores como la condición corporal de los individuos del rodeo y la obtención de conocimiento de apoyo con su correspondiente visualización disponible con tecnologías móviles [7].

Como visión de futuro, se continuará trabajando en la incorporación de nuevas funcionalidades, en la detección y estudio de nuevos indicadores de gestión que aporten información de interés y en el análisis de

resultados obtenidos. El objetivo es proseguir con actividades que involucran la pertinencia y transferencia de proyectos I+D+i en las áreas de intervención seleccionadas, afianzando el ámbito interdisciplinario de trabajo y el fortalecimiento de competencias.

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

La formación de recursos humanos se refleja en tesis doctorales, tesis de maestría y trabajos finales de Licenciatura en Ciencias de la Computación. Los integrantes de la línea realizan actividades de continua formación académica que incluyen el dictado y realización de cursos de posgrado y de especialización, actividades de divulgación científica, publicaciones en congresos entre otras actividades académico-científicas. Por otra parte, el grupo de trabajo fortalece su formación con tareas de cooperación mutua e intercambio recíproco de información científica, tecnología y desarrollo de nuevos conocimientos con investigadores locales y de otras universidades.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Agrotic: Revolución Digital, Desarrollo y Producción*.  
<https://inta.gob.ar/noticias/agrotic-revolucion-digital-desarrollo-y-produccion> (2016)
- [2] *Campo Conectado*, proyecto interinstitucional  
<http://inta.gob.ar/noticias/campo-conectado-un-nuevo-proyecto-interinstitucional> (2017)
- [3] de Berg, M., Cheong O., van Kreveld, M., Overmars, M. : *Computational Geometry: Algorithms and Applications.*, Springer-Verlag, Heidelberg (2008)
- [4] Elmasri, R. Navathe, S.B.: *Fundamentals of Database Systems*. 7<sup>ma</sup> Edition. Pearson (2015)
- [5] Gagliardi, E., Dorzán, M. G., Taranilla, M. T., Palmero, P., Casanova, C.: *Propuesta de plataforma para la integración de TIC orientadas al Agro* Congreso de AgroInformática CAI 2017, 46JAIIO (2017)
- [6] Gagliardi, E.; Dorzán, M.G.; Taranilla, M.T.; Palmero, P.; Casanova, C.: *GeoSeguimiento de Rodeos, hacia una plataforma integral para el Agro*. Congreso de AgroInformática CAI 2018, 47JAIIO (2018).
- [7] Gagliardi, E.; Dorzán, M.G.; Taranilla, M.T.; Palmero, P.; Casanova, C.: *Diseño de una herramienta de apoyo en la gestión de rodeos de cría*. Congreso de AgroInformática CAI 2018, 47JAIIO (2018).
- [8] Manolopoulos, Y., Papadopoulos, A., Vassilakopoulos, M.: *Spatial Databases: Technologies, Techniques and Trends*. Idea Group (2005)
- [9] Palmero, P.; Gagliardi, E.; Dorzán, M.G.; *Seguimiento de rodeos en establecimientos agropecuarios*. CACIC: XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (2020)
- [10] Shekhar, S.; Chawla, S.: *Spatial databases: a tour*. Prentice Hall (2003)