

Visualización de Datos aplicada a resolver problemas en Ciencias Geológicas

Luján Ganuza¹, Martín Larrea¹, Juan Manuel Trippel Nagel¹, Dana Urribarri¹, Silvia Castro¹, Gabriela Ferracutti^{2,3}, Florencia Gargiulo² y Ernesto Bjerg^{2,3}

¹Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur.

²INGEOSUR y Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur.

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Bahía Blanca, Argentina

{mlg, mll, dku, smc}@cs.uns.edu.ar, {gferrac, mfgargiulo}@uns.edu.ar, ebjerg@ingeosur-conicet.gob.ar

Resumen

Los Conjuntos de datos originados desde las Ciencias Naturales, y en particular desde las Ciencias Geológicas, son cada vez más grandes, requiriéndose la aplicación de una gran variedad de herramientas de visualización para su análisis y exploración; tal es el caso de conjuntos de datos topográficos, proyecciones cartográficas, datos geofísicos, etc., que requieren un soporte visual adecuado para su exploración.

Esta línea de investigación propone el estudio e implementación de sistemas de visualización interactivos de datos geológicos y de sistemas de Realidad Aumentada, que provean un soporte adecuado para la exploración eficiente de los mismos, tanto en el laboratorio como en el campo.

Palabras clave: Visualización de datos geológicos, Representación de composiciones minerales, Conteo de Puntos, Realidad Aumentada Móvil en exteriores.

Contexto

Este trabajo continúa la línea presentada en [GLMC*12] y es llevado a cabo en conjunto por investigadores del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del Sur (UNS) e investigadores del INGEOSUR

(UNS-CONICET) y del Departamento de Geología de la UNS.

La línea de Investigación presentada está inserta en el proyecto “Representaciones Visuales e Interacciones para el Análisis Visual de Grandes Conjuntos de Datos” (24/N020), dirigido por la Doctora Silvia Castro. El proyecto es financiado por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur; y acreditados por la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

Introducción

En los distintos campos de aplicación referidos a las ciencias, el crecimiento vertiginoso de la cantidad de información genera volúmenes de datos cada vez más grandes, dificultándose su análisis y comprensión sin un soporte visual adecuado. Es en estos casos donde la visualización contribuye significativamente a la exploración y entendimiento de estos conjuntos de datos, siempre y cuando se cuente con un soporte adecuado [C93] [K03] [M98] [NS79].

Los Conjuntos de datos originados desde las Ciencias Geológicas son cada vez más grandes y requieren la aplicación de una gran variedad de herramientas de visualización y soportes visuales para su análisis y exploración; tal es el caso de conjuntos de datos topográficos, proyecciones cartográficas, datos geofísicos, geoquímicos, mineralógicos, etc.

Esta línea de investigación propone el estudio e implementación de sistemas de

visualización interactivos de datos geológicos y de sistemas de Realidad Aumentada en exteriores, que provean un soporte adecuado para la exploración, análisis y síntesis eficiente del gran volumen de disponibles.

Líneas de Investigación y Desarrollo

En el contexto de esta línea de investigación se están desarrollando los siguientes trabajos en paralelo:

1. Visualización de composiciones minerales utilizando el Prisma de los Espinelos.
2. Análisis visual automático de muestras geológicas para el conteo de puntos.
3. Aplicación de tecnologías de Realidad Aumentada Móvil en exteriores para apoyar el desarrollo de trabajos de campo en Geología.

Visualización de composiciones minerales utilizando el Prisma de los Espinelos

En este trabajo, nos enfocamos en la visualización de un conjunto de datos geológicos en particular, el conjunto de minerales que integran el grupo de los Espinelos. Este grupo de minerales resulta un excelente candidato a ser explorado y visualizado ya que presenta una gran variedad composicional que está relacionada con su génesis, proveyendo información vital en lo referido al ambiente tectónico en el que se generaron las rocas presentes en determinada área, en el contexto de la tectónica global [R94] [BR01]. Esta última característica es muy importante, ya que un reto considerable en el campo de las Ciencias Geológicas consiste en caracterizar una región geológica en término de sus características tectónicas, convirtiendo el análisis de Espinelos en una tarea de vital importancia por la información que este grupo de minerales puede aportar[L91] [CD97].

Con frecuencia, las composiciones de muestras correspondientes a los Espinelos se enmarcan en un espacio composicional prismático al que llamaremos Prisma de Espinelos. En este prisma se representan cada uno de los análisis químicos obtenidos para cada cristal analizado; adicionalmente, y dependiendo del ambiente geológico, el prisma puede dividirse en distintos campos que representan los distintos ambientes tectónicos. Los análisis que corresponden a Espinelos provenientes de un determinado ambiente geológico se agrupan en un patrón de referencia determinado y único y corresponden a una determinada región del prisma.

El objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar una herramienta de Visualización que permita visualizar y explorar conjuntos de datos correspondientes a composiciones minerales pertenecientes al grupo de los espinelos. Esta herramienta debe ser interactiva, ayudando así al usuario a entender la composición mineralógica representada en la vista tanto para su identificación como para su comparación con otras muestras o conjuntos de datos.

Análisis Visual de Muestras Geológicas para Conteo de Puntos

Una técnica utilizada para caracterizar una muestra geológica es el conteo de puntos. El conteo de puntos es un método que se utiliza para determinar los componentes minerales de una muestra y qué porcentaje de esta última representan cada uno de ellos, es decir que permite establecer la modal mineral de cada muestra estudiada.

Para poder aplicar esta técnica, el usuario debe realizar observaciones sobre la muestra a intervalos regulares; i.e. se superpone sobre la muestra una grilla regular donde cada intersección es un punto a ser analizado. El usuario debe observar cada punto y decidir qué mineral se encuentra en dicho lugar. Al contar la cantidad de puntos encontrados de cada

componente mineral se puede calcular que porcentajes representan estos valores del total de puntos contados. La cantidad de puntos que normalmente se deben contar para una muestra varían entre 5000 y 8000. Este valor es establecido por un experto antes de iniciar el proceso de conteo de puntos.

Habitualmente esta técnica se aplica utilizando un microscopio junto con equipos especiales; estos dispositivos son de elevado costo y el análisis completo de una muestra utilizando esta técnica puede llevar hasta 8 horas.

El objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar herramientas que asistan, faciliten y agilicen el conteo de puntos sobre muestras geológicas.

Aplicación de tecnologías de Realidad Aumentada Móvil en exteriores para apoyar el desarrollo de trabajos de campo en Geología

Actualmente se utiliza software 3D para tareas geológicas tales como administración de datos de perforaciones, modelado geológico 3D, visualización de proyección de características geológico-estructurales en subsuelo, distribución y actitud de cuerpos rocosos, disposición y distribución espacial de yacimientos metalíferos y no metalíferos, reservorios petrolíferos y yacimientos de carbón, entre muchos otros. La mayoría de este software no permite establecer en tiempo real e *in situ* vínculos o relaciones con el entorno real donde el geólogo realiza su trabajo. Si bien esta integración es una tarea compleja ([F*08]) consideramos que la RA móvil puede contribuir significativamente para lograr una interacción *in situ* y en tiempo real con los datos y los modelos integrados al mundo real; así se pretende contribuir al entendimiento de datos y de las relaciones existentes entre éstos.

El objetivo de este trabajo es contribuir al desarrollo de tecnología de

base para la generación de visualizaciones interactivas 3D de RA en exteriores en tiempo real sobre dispositivos móviles. Se pretende integrar, en una vista unificada, un ambiente real de campo con información virtual registrada sobre el mismo. La información a superponer consiste en datos a nivel de sub-superficie. Ello permitirá generar una visualización unificada de información geológica geo-referenciada que se halla en el subsuelo, superpuesta al ambiente real en el que un geólogo desarrolla sus tareas de campo.

Resultados y Objetivos

Los resultados obtenidos y los objetivos planteados se detallan para cada una de las líneas de investigación en desarrollo:

Visualización de composiciones minerales utilizando el Prisma de los Espinelos

A partir de este trabajo de investigación se ha desarrollado una aplicación de Visualización de Datos Geológicos llamada *SpinelViz* ([G*12], [GCM09]). La aplicación consiste en una vista 3D que permite al usuario observar, explorar e interactuar con varios conjuntos de datos simultáneamente en el Prisma de Espinelos. La aplicación provee la capacidad de proyectar los conjuntos de datos sobre las diferentes caras del Prisma en 2D e integrar estas proyecciones en el espacio 3D, ayudando al usuario en el análisis e interpretación de la composición mineralógica representada en la vista (Figura 1).

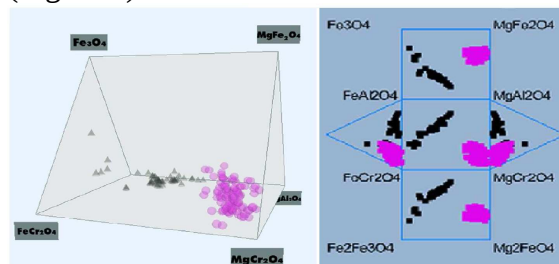


Figura 1. *SpinelViz*. Prisma de los Espinelos y proyecciones 2D de las caras del *prismamismo*.

Actualmente se está integrando esta visualización con otras técnicas de visualización alternativas que permitan explorar otros aspectos del conjunto de datos más fácilmente. Para esto se está realizando la integración del *SpinelViz* con otras técnicas de visualización complementarias que se consideren adecuadas.

La necesidad de lograr una visualización interactiva nos impulsa a poner énfasis en el estudio y el análisis de qué interacciones son importantes en función del campo de aplicación. En este sentido, se está trabajando en la definición de un esquema de interacciones válido a partir de las interacciones específicas del campo de aplicación.

Habitualmente resulta de mucha utilidad manejar este tipo de aplicaciones desde dispositivos móviles, con capacidad de procesamiento y/o capacidad física limitada para almacenar una base de datos geológicos completa. En función de esto, se pretende desarrollar una aplicación Distribuida de Visualización de minerales utilizando el *Prisma de Espinelos*. Para esto se tendrán en cuenta diferentes modelos de distribución de carga y transferencia de datos.

Análisis Visual de Muestras Geológicas para Conteo de Puntos

A partir de este trabajo de investigación, se desarrollaron aplicaciones ([LMC10], [LCB13]) que permiten realizar el conteo de puntos en forma semiautomática, asistiendo al usuario en la creación de la grilla y en el conteo mismo (Figura 2).

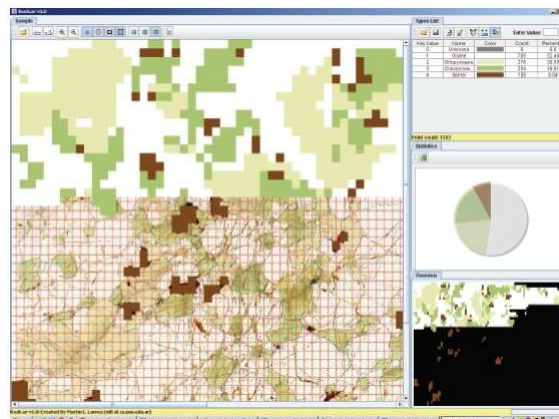


Figura 2. Vista de una pantalla en la que se provee una vista general del software para el conteo de puntos

Actualmente se está trabajando en el desarrollo de técnicas que permitan realizar el conteo de manera automática; éstas se basan en el desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes y la aplicación de métodos de inteligencia computacional apropiados.

Aplicación de tecnologías de Realidad Aumentada Móvil en exteriores para apoyar el desarrollo de trabajos de campo en Geología

Se está trabajando en un sistema de visualización de RA móvil en tiempo real; dicho sistema utiliza GPS para la localización y sensores inerciales para proveer orientación. Se pretende integrar el mundo real obtenido a través de una cámara con información geológica geo-referenciada. Se debe tener en cuenta que, en la mayoría de las regiones en las que se utilizará dicho sistema, no es posible tener acceso a Internet. Al momento, se han evaluado distintas librerías de RA y *frameworks* de desarrollo existentes y se ha comenzado a delinear la arquitectura del sistema de Visualización.

En lo que se refiere al equipamiento para llevar a cabo esta tarea se cuenta con una Tablet Samsung Galaxy Tab 2.10.1. Esta tablet tiene sistema operativo Android 4.0, pantalla táctil, dos cámaras de

fotografía y video, una al frente y otra detrás, GPS, acelerómetro y brújula digital.

Formación de Recursos

Humanos

En lo concerniente a la formación de recursos humanos se brinda información detallada sobre una tesis en desarrollo y una beca, ambas relacionadas con la línea de investigación presentada:

Tesis en Desarrollo

- Tesis Doctoral. María Luján Ganuza. Tema: *Servicios Web en Visualización*. Dirección: Dra. Silvia Castro.

Becas

- Beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas. Juan Manuel Trippel Nagel. Tema: *Framework para asistir trabajos geológicos de campo con soporte de tecnología de Realidad Aumentada Móvil*. Fecha de finalización: 8 de abril de 2011. Dirección: Dr. Ernesto Bjerg. Co-Dirección: Ing. Dana Urribarri

Referencias

[BR01] Barnes, S. J.; Roeder, P.L. 2001. The Range of Spinel Compositions in Terrestrial Mafic and Ultramafic Rocks. *Journal of Petrology*, vol. 42, number 12, pp: 2279-2302

[C93] Cleveland, W. S., 1993. *Visualizing Data*. Hobart Press. New Jersey, United States of America.

[CD97] Castro, S. M.; Delrieux, C.; Larrea, M.; Silvetti, A.; 1997. Low-cost volume visualization. *Proceedings International Congress on Imaging Science, Systems and Technology*. CISST'97, pp. 489-493. Nevada, EEUU.

[F*08] L. Frauciel, J. Vairon, P. Nehlig, P.Thierry, I. Zendjebil and F. Ababsa. *Outdoor Augmented Reality as a tool for bringing 3D geology to the field: the RAXENV project*.

[G*12] Ganuza, M. L., et al., SpinelViz: An interactive 3D application for visualizing spinel group minerals. *Computers & Geosciences*, Volume 48, November 2012, Pages 50–56

[GCM09] Ganuza, M. L.; Castro, S. M.; Martig, S. R.; Ferracutti, G.; Bjerg, E.; 2009. Mineral Compositions Visualization Implementig the Spinel Prism. *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación Proceedings*. CACIC 2009, ISBN 978-897-24068-4-1, pp. 576-585. Jujuy, Argentina.

[GLMC*12] Luján Ganuza, Martín L. Larrea, Sergio R. Martig, Silvia M. Castro, Ernesto Bjerg y Gabriela Ferracutti. *Visualización en Ciencias Geológicas*. XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2012), pp. 307–310. Universidad Nacional de Misiones, Posadas, Misiones (abril 2012).

[K03] Koutek, M., 2003. *Scientific Visualization in Virtual Reality: Interaction Techniques and Application Development*. Computer Graphics & CAD/CAM group, Faculty of Information Technology and Systems (ITS), Delft University of Technology (TU Delft).

[LCB13] Larrea, M., Castro, S., Bjerg, E. 2013. *A Software Solution for Point Counting. Petrographic Thin Section Analysis as a Case Study* *Arabian Journal of Geosciences*, ISSN: 1866-7538. July 2013. DOI 10.1007_s12517-013-1032-0.

[LMC10] Larrea, M., Martig, S., Castro, S., Aliani, P., Bjerg, E. 2010. *Rock.AR – A Point Counting Application for Petrographic Thin Sections*". 26th String Conference on Computer Graphics, Budmerice, Slovakia.

[L91] Lindsley, D. H. Ed. 1991. *Oxide Minerals: petrologic and magnetic significance*. Mineralogical Society of America, Department of Geological Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. vol. 25, p. 509.

[M98] McCormick, B. H., 1998. *Visualization in scientific computing*. SIGBIO News. ACM, Vol.10, pp. 15-21.

[NS79] Nielson, G. M.; Shriver, B.; Rosenblum, Lawrence. 1979. *Visualization in Scientific Computing*. IEEE Computer Society Press. United States of America.

[R94] Roeder, P. L. 1994. *Chromite: from the fiery rain of chondrules to the Kilauea Iki lava lake*. *Canadian Mineralogist* 32, pp. 729-746.