

VisualOET Software para el análisis y seguimiento de objetos espacio-temporales aplicable a Salud Pública

María Mercedes Guasch, María Rosana Piergallini, Ana Smail, Claudia Russo
Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología (ITT)
Escuela de Informática y Tecnología,
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina
{mercedes.guasch, rosana.piergallini}@itt.unnoba.edu.ar
{anasmail, crusso}@unnoba.edu.ar

Adriana Torriggino
Coordinadora de Epidemiología y Estadística de Salud
Municipalidad de Pergamino
adrianatorriggino@hotmail.com

María Gisela Dorzán, Edilma Olinda Gagliardi y María Teresa Taranilla
Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales,
Universidad Nacional de San Luis, Argentina
{mgdorzan, oli, tarani}@unsl.edu.ar

Resumen. En este artículo presentamos la aplicabilidad del software de análisis y seguimiento de objetos espacio-temporales en Salud Pública. La vigilancia, el monitoreo y la promoción de la salud son algunas de las estrategias llevadas adelante para cumplir con las funciones primordiales de la Salud Pública. Su función esencial es promover el desarrollo pleno y sano de los individuos y las comunidades en que ellos se insertan. En éstas comunidades coexisten enfermedades infecciosas con otras crónicas, debiendo adaptarse el sistema de salud para poder tomar decisiones tendientes a controlarlas. En tal sentido, es importante contar con una herramienta de aplicación que permita obtener información del estado de salud de la población y/o analizar la evolución o involución de enfermedades en una región geográfica establecida.

Palabras claves: Salud Pública, Bases de datos Espacio-Temporales, Visualización.

1 Introducción

La Salud Pública enfoca el tema de la salud de las personas desde un contexto colectivo, con el propósito básico de evitar la ocurrencia de diversas enfermedades a

través de la aplicación de diferentes enfoques de intervención. Para su adecuado desarrollo se requiere de la contribución de varias disciplinas tales como ciencias biológicas: básicas y médicas, y ciencias sociales: economía, administración, demografía, contando con la valiosa colaboración de la bioestadística. Los principales aportes provienen de las diferentes disciplinas médicas, particularmente de la epidemiología, la que desempeña un rol decisivo en el conocimiento de la mayoría de los eventos que alteran la salud humana.

Desde el punto de vista de la Salud Pública es importante establecer cómo, cuándo y dónde se produce o aparece una enfermedad en particular, con el objetivo de determinar su etiología, la duración, las zonas de influencia, la cantidad de casos detectados, etc., información muy necesaria para la puesta en acción de medidas tendientes a controlar la enfermedad y/o evitar su propagación.

El software para el análisis y seguimiento de objetos espacio temporales [1], es una herramienta que posee una interfaz de visualización de consultas que utiliza mapas cartográficos para mostrar el resultado de las consultas, facilitando a los usuarios la interpretación de los resultados obtenidos. Resultados muy necesarios para establecer distintas alternativas para la elección del tratamiento más adecuado de las diferentes enfermedades.

El software fue el resultado de un trabajo de tesis de grado en el ámbito del Proyecto de Investigación Tecnologías Avanzadas de Bases de Datos de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales de la Universidad Nacional de San Luis; y de la Escuela de Informática y Tecnología de la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

2 Marco teórico

A continuación introducimos brevemente conceptos relacionados con Base de Datos espacio-temporales y Visualización.

2.1 Base de Datos Espacio-Temporales

Las Bases de Datos Espacio-Temporales (BDET) [2] surgen como respuesta a la necesidad de representar objetos con sus componentes tanto espaciales como temporales. Para modelar los atributos espaciales de los objetos se utilizan básicamente tres tipos de abstracciones que son punto, línea y región o polígono.

Las BDET permiten registrar los cambios de los objetos que cambian su posición o su forma en el tiempo. Debido a la componente temporal, las BDET manejan grandes cantidades de datos acumulados en un largo período de tiempo.

Cuando se realiza una consulta sobre estos datos, se debe examinar todos los objetos recorriendo la estructura para retornar solamente aquellos que forman parte de la respuesta, resulta ineficiente sobre todo cuando este proceso se realiza reiteradas veces. Una posible solución consiste en explorar una porción menor de la base de datos mediante el uso de índices específicos.

El I+3 R-Tree [3], es un índice espacio-temporal orientado a la recuperación eficiente de información histórica y actual de objetos que se mueven en espacios libres. Está compuesto por dos índices espacio-temporales vinculados por una estructura denominada Índice I que almacena la información actual de los objetos espacio-temporales y otra denominada 3D R-Tree [4] que almacena la información histórica. Ambos índices se vinculan a través de enlaces representativos del último tramo de la trayectoria correspondiente a cada objeto.

En el Índice I se almacenan las posiciones actuales de los objetos espacio-temporales modelados como cubos abiertos considerando que el final del intervalo de tiempo aún no ha sucedido. También se guardan las referencias necesarias a los cubos anteriores que describen la trayectoria del objeto, estableciendo de esta forma el vínculo con el índice 3D RTree. La estructura soporte de este índice es una lista secuencial de N elementos, tal que N es la cantidad de objetos considerados. Las nuplas que se almacenan en el índice I tienen la siguiente estructura (Oid, mbr, t, p3D, pa, ps) donde Oid es identificador del objeto, mbr es la región aproximada que ocupa actualmente el objeto, t es el tiempo de llegada del objeto a su ubicación actual, p3D es un puntero al cubo anterior correspondiente al mismo Oid utilizado para mantener un historial de trayectoria, pa es el puntero al objeto insertado en el instante de tiempo inmediatamente anterior y ps es puntero al objeto insertado en el instante de tiempo siguiente. Los elementos de esta lista pueden ser accedidos en forma directa utilizando el identificador de cada objeto. Los punteros pa y ps enlazan objetos ordenándolos según los tiempos en que arribaron a sus posiciones, en orden creciente. En el 3D R-Tree se almacenan los cubos cerrados, cada uno de los cuales representa la estadía de un objeto en una posición durante un intervalo definido de tiempo. Las nuplas almacenadas en el 3D R-Tree son del tipo (Oid, mbr_3D, p_tray) donde Oid es el identificador del objeto, mbr_3D es la región tridimensional cuya altura representa el intervalo temporal durante el cual el objeto se mantuvo en la posición espacial definida por su base y p_tray es un puntero al cubo anterior correspondiente al mismo Oid, utilizado para mantener un historial de la trayectoria.

El índice espacio-temporal I+3 R-Tree admite cuatro tipos de consultas:

- *Instante*, permite recuperar todos los objetos presentes en una cierta región en un instante dado t ,
- *Intervalo*, permite recuperar todos los objetos existentes en una cierta región en el intervalo de tiempo $[t_1, t_2]$,
- *Evento*, permite recuperar todos los objetos que entraron/salieron en una determinada región y
- *Trayectoria*, permite recuperar el camino que ha seguido un objeto.

2.2 Visualización

Con los avances tecnológicos producir, almacenar, divulgar y compartir información, resulta cada vez menos costoso. Se plantea entonces como acceder a la información

que resulte relevante para las necesidades e intereses que surgen en diferentes ámbitos.

La visualización es una forma de acceder a la información. Las técnicas de visualización de la información permiten comprender grandes volúmenes de datos y dar soluciones genéricas. Mediante el uso de estas técnicas es posible mejorar ampliamente la comprensión y el análisis de datos que nos rodean, descubrir patrones que, de otra manera, sería muy complicado encontrar y comunicar de forma eficiente el conocimiento ya existente [5].

El concepto de visualización hace referencia a dos procesos: el de diseñar interfaces gráficas donde se representan grandes volúmenes de datos, y el de la construcción mental que realizan sus usuarios, ambos procesos vinculados mediante la *interacción*. El término interacción implica la existencia de dos partes que se influyen mutuamente en su accionar. Para que tenga lugar deben existir como mínimo dos actores. Desde el punto de vista computacional, interacción es el fenómeno que ocurre cada vez que un usuario intercambia información con el sistema. Su intención no es la creación de las imágenes en sí mismas sino el *insight*, es decir, la asimilación rápida de información o monitoreo de grandes cantidades de datos.

La importancia de la visualización gráfica de la información radica en que permite a los usuarios analizar de mejor manera las diferentes relaciones de los datos [6]. El diseño de dicha visualización se enfoca básicamente en dos aspectos: los contenidos y el diseño gráfico, para lo cual deberemos utilizar técnicas de visualización adecuadas para generar la presentación de la información a los diversos usuarios.

El uso de herramientas de visualización de información tiene múltiples propósitos: representar gráficamente datos de un determinado dominio de aplicación, descubrir relaciones, tendencias y fenómenos interesantes, interpretar y comprender la información representada a partir de las relaciones espaciales presentadas, deducir nuevos conocimientos, tomar decisiones aprobando u objetando hipótesis, explicar presentando la información a otros.

3 Descripción de la herramienta

VisualOET fue implementada utilizando técnicas de programación orientada a objetos, en el lenguaje Java. El desarrollo fue realizado teniendo en cuenta los componentes que debe contener una aplicación de visualización [7]. Cuenta con una interfaz de visualización que utiliza mapas cartográficos para presentar el resultado de las consultas. Los mapas representan información visual instantánea en la distribución espacial de objetos. Además permiten identificar patrones que pueden no ser detectados en representaciones en tablas.

La herramienta se desarrolló utilizando el índice espacio-temporal I+3 R-Tree el cual fue modificado a los fines de la representación gráfica de los resultados de las consultas [8]. Administra un tipo de dato espacio-temporal específico cuya geometría es un disco el cual está determinado por un punto y un radio. Para las aplicaciones consideradas el disco se puede pensar de la siguiente manera: punto es el lugar donde

se produce el evento salud y radio tendrá una semántica asociada dependiendo del tipo de evento. Por ejemplo, en el caso de un evento de salud de tipo enfermedad el punto indicaría el lugar donde se produjo el evento en un tiempo en particular y el radio la cantidad de casos registrados en dicho punto geográfico. Se podría dar el caso de que un mismo punto geográfico se produzca el mismo evento pero en diferentes momentos, esto se representa con discos concéntricos.

Para interactuar con el usuario, la herramienta cuenta con una interfaz visualizadora que permite representar grandes volúmenes de datos a la vez que facilita a los usuarios la construcción perceptual y mental necesaria para la asimilación rápida de información o monitoreo de grandes cantidades de datos. La interfaz gráfica de visualización de la herramienta tiene por función mediar en el proceso de transformación de grandes volúmenes de datos en conocimiento.

La herramienta permite seleccionar las capas a consultar dentro de un conjunto de capas predefinidas. Ejecutar consultas de tipo Instante, Intervalo, Evento y Trayectoria. Los resultados de las consultas son mostrados en modo visual mediante el uso de mapas. Además muestra en modo texto los datos descriptivos de la consulta ejecutada y datos estadísticos de los objetos que forman parte de la respuesta. Dichos datos se encuentran almacenados en una base de datos relacional (PostgreSQL).

La aplicación tiene como objetivo principal visualizar el resultado de las consultas realizadas sobre capas seleccionadas libremente por el usuario. Con el término capa se referencia a cada uno de los posibles conjuntos de datos sobre los cuales se podrán realizar las consultas.

Al ejecutar la aplicación se despliega la ventana de inicio donde se deberá seleccionar las capas, el intervalo de tiempo y los datos con los que se desea trabajar (Figura 1). Una vez realizada las selecciones enunciadas se desplegará la ventana principal de la herramienta (Figura 2). Iniciada la sesión se selecciona el mapa, una o más capas, el tipo y los parámetros de la consulta a ejecutar.

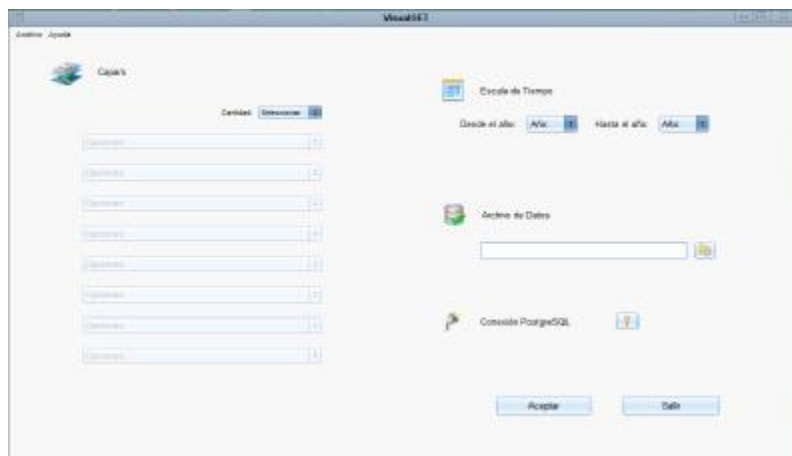


Figura 1. Ventana de Inicio.

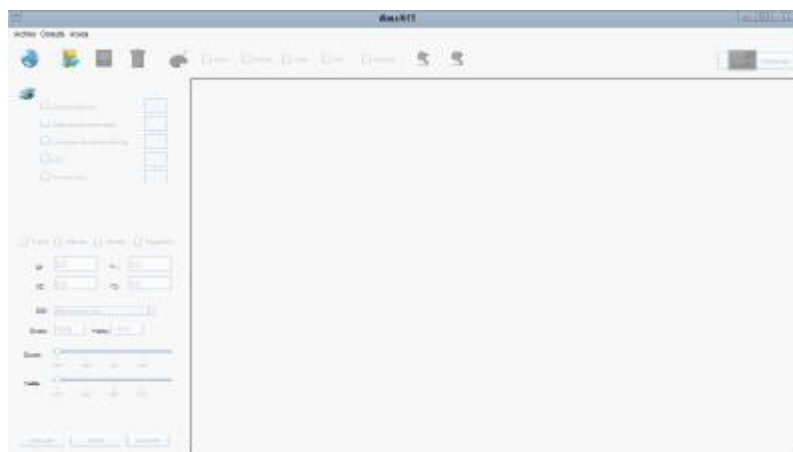


Figura 2. Ventana Principal.

Por ejemplo, si se quisiera conocer el historial de apariciones de casos de problemas de embarazo y HIV (representados en color rojo y azul respectivamente) en una región de la ciudad de Rosario en el período de tiempo comprendido entre 2000 y 2013 se deberá realizar una consulta de tipo Intervalo. El resultado de la consulta ejecutada se muestra sobre un mapa, mediante discos de distinto color y tamaño en una región delimitada por puntos azules. Los datos descriptivos del objeto (datos característicos de la población afectada: edad, sexo, franja etaria) se obtienen acercando el mouse a un disco cualquiera y presionando el botón derecho a través de la opción 'mas detalle'. El mapa puede ampliarse o reducirse y una vez ampliada la imagen se logra el efecto de traslación. En la parte inferior del mapa se muestran datos en modo texto de la consulta realizada (Figura 3).

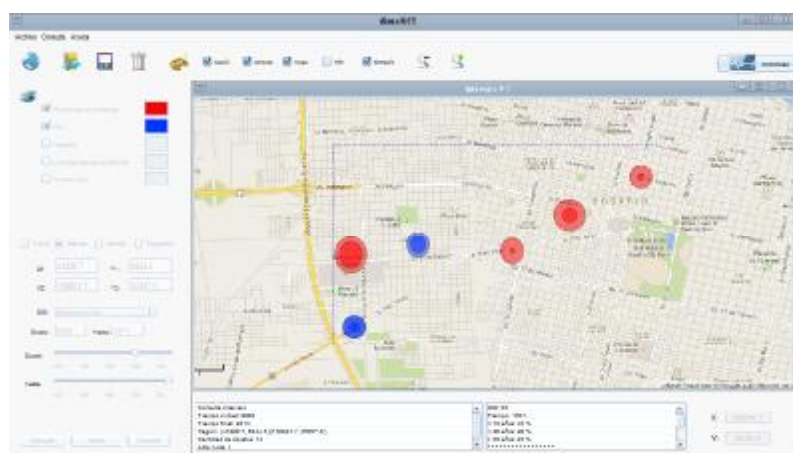


Figura 3. Consulta Intervalo.

4 Uso de VisualOET en Salud Pública.

La vigilancia, el monitoreo y la promoción de la salud son algunas de las estrategias llevadas adelante para cumplir con las funciones primordiales de la Salud Pública.

En vigilancia se puede dar una estimación cuantitativa de la magnitud de un problema, identificar brotes y epidemias, ayudar a determinar la distribución geográfica del evento salud, conocer la evolución o involución de la enfermedad en el tiempo, proveer herramientas en la investigación epidemiológica

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud “La vigilancia es un instrumento fundamental para adoptar decisiones de Salud Pública basadas en datos científicos y para seguir de cerca los resultados de las intervenciones en ese terreno, con el objetivo último de contener y reducir la incipiente epidemia de enfermedades...”

El concepto de vigilancia de la salud originalmente se aplicó a la observación y control de las enfermedades transmisibles. En la actualidad su uso se ha extendido al estudio de otros problemas sanitarios [9].

La vigilancia de la salud se ocupa de la recopilación, análisis, interpretación y difusión, en forma sistemática y constante, de datos específicos sobre eventos de salud-enfermedad (deterioro del medio por la contaminaciones o las radiaciones ionizantes, adicciones, accidentes de tránsito, suicidios, enfermedades transmisibles y no transmisibles) en una población para utilizarlos en la planificación, ejecución y evaluación de la salud pública.

La información constituye un elemento importante para toda sociedad, en el ámbito de la Salud Pública, el uso de las tecnologías de la información ha facilitado tanto el conocimiento de los nuevos problemas de salud como el desarrollo de la vigilancia en salud. Entendida ésta como: el seguimiento, recolección sistemática, análisis e interpretación de datos sobre eventos de salud o condiciones relacionadas, para ser utilizados en la planificación, implementación y evaluación de programas de Salud Pública, incluyendo como elementos básicos la diseminación de dicha información a los que necesitan conocerla, para lograr una acción de prevención y control más efectiva y dinámica en los diferentes niveles de control [10].

En el área de salud conocer cuándo y dónde se produce una enfermedad determinada y las características de la población afectada permite tomar decisiones sobre medidas preventivas, aplicación de planes de salud y gestión de intervenciones tendientes a controlar la propagación de enfermedades.

VisualOET es una herramienta que permite establecer relaciones entre objetos con características espacio-temporales y realizar el seguimiento de dichos objetos en el tiempo. Aplicada a Salud Pública permite establecer relaciones espacio-temporales entre eventos de salud y áreas geográficas, contar con información acerca de la tendencia de los eventos a través del tiempo, responder a interrogantes tales como ¿aumentó o disminuyó la cantidad de casos de un evento de salud en particular?, ¿aparecieron casos de nuevas enfermedades o reaparecieron enfermedades que estaban erradicadas? En cuanto a posibles causas de aparición de eventos de salud determina relaciones entre las fuentes de posibles causas con la aparición de eventos de salud.

La información obtenida a través del análisis e interpretación de los datos puede tener distintos usos: identificar epidemias, sugerir hipótesis de vías de transmisión y posibles causas de las enfermedades, caracterizar las tendencias de una enfermedad, evaluar un programa preventivo, detectar nuevas enfermedades en un territorio, entre otros.

5 Conclusiones y visión de futuro

Las funcionalidades de VisualOET son aplicables a Salud Pública. Permite monitorear cambios de los eventos salud a través del tiempo, identificar poblaciones en riesgo, establecer relaciones espaciales y temporales entre diferentes eventos de salud. La información obtenida como resultado de las consultas resulta de utilidad para planificar y monitorear programas de intervención y erradicación.

Proponemos en un futuro continuar con el desarrollo de métodos tendientes a alcanzar una utilización más eficiente y precisa de la herramienta con el objetivo de lograr una pronta detección, caracterización y tratamiento de eventos de salud que afectan o podrían afectar a las personas y a las comunidades en la que se encuentran insertas. Además, proponemos aplicar técnicas de minería de datos espaciales para la extracción de nuevos conocimientos que asistan a la toma de decisiones en Salud Pública.

Los avances en este sentido contribuirán a preservar y mejorar el nivel de la salud pública en general.

Referencias

[1] Dorzán M.G., Gagliardi E.O., Palmero P.R., Taranilla M.T., Guasch M.M. y Piergallini M.R.. *Una herramienta para el análisis y seguimiento de focos epidémicos*. JAIIO Jornadas Argentinas de Informática, EST Concurso de Trabajos Estudiantiles, 2014.

[2] Theodoris Y., Vazirgiannis M. y Sellis T., *Specifications for efficient indexing in spatiotemporal databases*. Proceedings 10th. International Conference on Scientific and Statistical Database Management, pp. 123-321, 1998.

[3] Carrasco, F.D., Gagliardi, E. O., García Sosa, J.C. y Gutierrez, G. *Una propuesta de un método de acceso espacio-temporal: I+3 R-Tree*. CACIC. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2006.

[4] Theodoridis, Y, Vazirgiannis M. y Sellis T. K.. *Spatio-temporal indexing for large multimedia applications*. In International Conference on Multimedia Computing and Systems, 1996.

- [5] Card, S., Mackinlay, J., Shneiderman, B.. *Readings in Information Visualization: using vision to think*. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1999.
- [6] Zhu B. y Chen H.. *Information Visualization*. Annual Review of Information Science and Technology, 39, 139-177, 2005.
- [7] Carr D. A. y Linkopings Universitet. *Guidelines for designing information visualization applications*, 1999.
- [8] Guasch M. M., Piergallini M.R., Dorzán M.G., Gagliardi E.O. y Taranilla M.T.. *Base de Datos Espacio-Temporales aplicadas al análisis y seguimiento de focos epidémicos*. CACIC. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2014.
- [9] Malagón-Londoño, G., Moncayo, A.. *Salud Pública Perspectivas*. Editorial Médica Panamericana, 2011.
- [10] Teutsch, S y Churchill, E. *Principios y Práctica de la Vigilancia de Salud Pública*. Borrador de Traducción. Editores. Oxford. Año 2000.