

EL DESARROLLO SIG EN EUROPA

Profesor, Doctor –Ing. habil. Manfred Ehlers

**Institute for Environmental Sciences
University of Vechtra**

**P.O. Box 1553, D-49364 Vechta, Alemania
manfred.ehlers@uni-vechta.de**

Fax: (+49) 4441-15445

Abstracto

A una escala cada vez mayor, se considera que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una parte integral de la sociedad moderna de información y comunicación. Este proceso se ha visto acelerado por los métodos mejorados de acceso e integración de información. Los avances científicos también han abierto el camino para SIG como motor de desarrollo para una nueva disciplina en evolución que es la geoinformática, transformando SIG del papel de ser una herramienta al papel de representar una disciplina científica.

Al aplicar la tecnología SIG, uno de los problemas siempre ha sido la actualidad, precisión, accesabilidad e integridad de información geoespacial (IG). Aunque hemos experimentado un cambio de almacenamiento análogo de información geoespacial a almacenamiento digital en casi todas las naciones industrializadas, mucho de la información que está actualmente disponible todavía está basada en mapas antiguos y a veces obsoletos. Los esfuerzos de vencer estas deficiencias están basados en el desarrollo de una infraestructura IG digital en común. Estos esfuerzos han tenido mucho éxito en los Estados Unidos, que representa un mercado simple de alta tecnología con más de 250 millones de personas. Aunque el mercado total de Europa sea más grande, éste no representa un mercado simple.

Europa está dividido en varias naciones con diferentes culturas, idiomas y políticas con respecto a la información geoespacial como mapas o bases de datos geográficos. Hasta la fecha, cada nación (o inclusive a veces cada provincia individual dentro de una nación) favorece una política diferente para recolectar, acceder, compartir y usar datos. Además de muchos otros asuntos, las tradiciones, normas, formatos y precisiones cartográficas para bases de datos geoespaciales son basadas en el patrimonio o leyes nacionales y requieren soluciones específicas para cualquier paquete de software que trate de datos geoespaciales. Actualmente, no existe un mercado general IG europeo unificado y cada mercado de una nación individual es casi inexistente comparado con su contraparte modernizada de América del Norte. En forma específica, la

destreza de los cartógrafos europeos puede haber sido un impedimento para aceptar productos cartográficos SIG digitales de “menor calidad”.

No obstante, en los últimos años hemos sido testigos del impulso intensivo por parte de la Unión Europea (UE) para lograr participación global con una moneda unificada y una política exterior y de defensa coherente. Dentro de esta política, Europa está tratando de desarrollar una Infraestructura Europea de Información Geoespacial (o Geográfica) (IIGE) que se encargue de motivar la creación de programas para el desarrollo SIG europeo. Además, Europa juega un papel más sustancial en la investigación básica SIG. Este papel se hace notar en asuntos de normalización, integración de datos recogidos con sensores remotos y en los conceptos de mediciones de calidad y de incertidumbre. Este trabajo demuestra el desarrollo SIG europeo basado en una serie de programas y proyectos de investigación y desarrollo de la Unión Europea.

La infraestructura de información geoespacial europea será un motor de desarrollo para un mercado de tecnología de información unificada y será altamente relevante para temas como el manejo de recursos naturales, aplicaciones catastrales (especialmente en las naciones reformadas), protección ambiental y las iniciativas para aplicaciones militares en conjunto.

Introducción

En el año 1997, la Encuesta de Material de Guerra (Reino Unido) publicó un documento redactado por la Comisión Europea sobre datos, aplicaciones, requerimientos y desarrollo IG en Europa (Encuesta de Material de Guerra, 1997). Los objetivos bases para este estudio fueron "Recolectar cifras de demanda y abastecimiento de datos de información geográfica en Europa y determinar una definición precisa para datos de base en cuanto a información geográfica de Europa." El estudio identificó varios sectores del mercado actual y futuro:

Áreas de Aplicación Actual:

- diseño de mapas y producción
- referencias de ubicaciones en terreno
- planificación y desarrollo municipal
- evaluación del medio ambiente
- recursos naturales y utilización de terrenos

Áreas de aplicación a futuro:

- administración de instalaciones y activos

- transferencia de propiedad y registro de terrenos
- comercialización/ventas y planificación de los medios de comunicación
- suministro de servicios y ubicación de sitios de venta al detalle
- evaluación de riesgos
- redes de telecomunicaciones
- administración de tráfico

El actual valor global del mercado IG en Europa fue estimado en 550 millones de \square con una tasa de crecimiento de aproximadamente 15%.

La Unión Europea apoya la transición y reorganización de los sistemas catastrales en los países así llamados de reforma europea (o ex comunistas) utilizando tecnología digital y SIG. Asimismo, la privatización de tierras y propiedades puede agilizarse para acelerar la recuperación económica y asegurar la aprobación final como miembros de la Unión Europea (Bogaerts, 1997).

El desarrollo en el mercado TI (telecomunicaciones, telemática, etc.) ha creado demanda adicional por datos geoespaciales digitales. Dentro de este escenario optimista, Europa debería jugar un papel prominente en el desarrollo SIG, el uso de información geoespacial y la implementación de infraestructuras apropiadas. Sin embargo, los principales participantes SIG siguen siendo las compañías de América del Norte, especialmente las de los Estados Unidos.

En un documento que se llama “Una Visión Estratégica del Desarrollo de Investigación y Tecnología para Europa” un panel de expertos llegó a la siguiente conclusión:

“A la fecha los vendedores de Estados Unidos han dominado el mercado global en el suministro de sistemas de software y hardware SIG. Se calcula que los proveedores europeos dominan aproximadamente el 20% del mercado europeo y el 55% del mercado global. Además, los esfuerzos de EE.UU. en términos de normas y interoperabilidad están acelerándose y probablemente serán adoptados por muchos vendedores de EE.UU. y por otros investigadores. Si no existe un similar esfuerzo coordinado y vigoroso en Europa, habrá peligro de que los requerimientos de normalización especializada de la comunidad SIG europea sean ignorados por los investigadores SIG” (Harding y Wilkinson 1996).

Con los esfuerzos constantes y cada vez mayores de América del Norte por lograr una infraestructura unificada de información geoespacial dominada por EE.UU., parece que Europa está perdiendo cada vez más terreno. ¿Acaso han llegado demasiado tarde los esfuerzos europeos como aquellos auspiciados por la Comisión Europea o las iniciativas como el programa GISDATA de la Fundación Científica de Europa (FCE) como para revertir esta tendencia? ¿Se podrían describir los esfuerzos SIG europeos como “demasiado poco, demasiado tarde”? ¿Por qué tanto Europa como la industria SIG europea no han ganado más por sus fuerzas evidentes en varias áreas con relación a SIG? Harding y Wilkinson (1996) enfatizan este punto al declarar:

“Sin embargo, Europa sí tiene fuerza considerable en tecnologías de software y tiene muchos grupos de investigación innovadores trabajando en el escenario SIG junto con algunos vendedores de SIG con maneras de operar e ideas originales. Es importante que Europa actúe para construir sobre sus fortalezas; debe motivar el desarrollo a largo plazo de Sistemas de Información Geográfica que sean apropiados para la creciente demanda del mercado global de información espacial junto con productos y servicios relacionados. Esto será un componente vital de la “Sociedad de Información” cuyo desarrollo será un elemento clave del éxito o de la caída de la Unión Europea.”

Iniciativas SIG Europeas

En años recientes, hemos visto varias iniciativas de investigación y desarrollo SIG por parte de Europa. La Comisión Europea (CE) ha financiado varios proyectos relacionados con SIG a lo largo de los últimos años (JRC, 1997). Sin embargo, el programa más visible ha sido el programa GISDATA de la Fundación Científica de Europa que fue diseñado basado en la estructura del U.S. National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA). En una serie de talleres de alto nivel, GISDATA reunió a investigadores de una gran variedad de países y formaciones científicas.

El Programa GISDATA de la Fundación Científica de Europa

El programa GISDATA fue una respuesta ante la necesidad de vencer una de las barreras más importantes para la investigación de ciencias sociales, es decir la brecha que existe entre la calidad de la mayoría de los datos locales y lo que hay disponible a nivel de Europa. Desde el comienzo se reconoció que la investigación SIG está extremadamente fragmentada en Europa y que también se caracteriza por varios problemas de comunicación que reflejan diferentes culturas disciplinarias e institucionales tanto a nivel de Europa como al nivel nacional.

Los principales objetivos del programa GISDATA fueron (Masser y Salgé, 1997):

- Mejorar los esfuerzos existentes de investigación nacional y promover la formación de empresas de colaboración para vencer las limitaciones a nivel de Europa en cuanto a integración de datos geográficos, bases de datos geográficos y aplicaciones sociales y ambientales.
- Aumentar conciencia de las barreras políticas, culturales, organizacionales, técnicas e informáticas que impiden un aumento de utilización y interoperabilidad de SIG en Europa.
- Promover el uso ético de sistemas de información integrada, incluyendo SIG, que administran datos socioeconómicos al respetar las restricciones legales que afectan la confidencialidad de datos tanto a nivel de Europa como a nivel nacional.
- Facilitar el desarrollo de metodologías apropiadas para investigación SIG a nivel de Europa.
- Producir resultados de alto valor científico.
- Crear una red europea de investigadores con particular énfasis dado a los investigadores jóvenes en el campo SIG.

El programa GISDATA fue creado basándose en tres principales actividades: una serie de doce reuniones con especialistas sobre temas que se identifican a grandes rasgos con la agenda original de investigación, una revisión a mediados y al final del programa para evaluar los logros, y dos programas de estudio de verano para científicos que van en los primeros años de su carrera organizados en conjunto con American National Science Foundation a través de NCGIA.

Una serie de doce reuniones especializadas que se realizaron entre 1993 y 1996 hicieron juntar más de 250 científicos de todos los países europeos. Los temas de las reuniones fueron los siguientes:

- Bases de datos geográficos: generalización y SIG, entregando visiones múltiples sobre datos geográficos en diferentes escalas y niveles de resolución.
- Objetos geográficos con fronteras indeterminadas: enfrentando los problemas de tratar con fenómenos geográficos reales que no pueden ser fácilmente forzados dentro de uno de dos actuales modelos de datos estandarizados, es decir objetos exactos o campos continuos.
- Calidad de datos: identificar la información sobre juegos de datos en particular que deben disponerse para nuevos usuarios.

- La evolución de unidades socioeconómicas: estudiando los cambios que suceden a lo largo del tiempo en las unidades socioeconómicas tales como las áreas de administración y su impacto sobre el diseño de las bases de datos geográficos.
- La integración de datos geográficos - diseminación SIG: analizando la adopción e utilización de sistemas de información geográfica en diferentes países europeos con particular referencia a la experiencia de gobiernos locales.
- Políticas de datos europeos: preparando una declaración de posición para la comunidad de investigación GISDATA llamada “Construyendo la base de datos de recursos para las ciencias sociales de Europa: la dimensión geográfica” para ser entregada a las agencias más importantes a nivel de Europa.
- Sensoría remota y cambio urbano: evaluando las formas en que las nuevas tecnologías de sensoría remota pueden ayudar en el análisis y el establecimiento de modelos para cambio urbano.
- Integración de datos europeos: explorando los temas operacionales, legales e institucionales involucrados al integrar datos de al menos dos países en aplicaciones ambientales y de ciencias sociales.
- Aplicaciones socioeconómicas y ambientales – análisis espacial: considerando cuales formas nuevas de análisis de datos espaciales exploratorios se requieren para tratar los problemas estadísticos asociados con los datos espaciales a gran escala.
- Multimedia y SIG: mirando la potencial de la tecnología multimedia para la visualización y proyección de datos espaciales y su análisis.
- Establecimiento de modelos espaciales y SIG: evaluando la contribución que los SIG pueden significar para el establecimiento de modelos espaciales con particular referencia a las aplicaciones socioeconómicas y ambientales.
- SIG y salud: utilizando SIG para desarrollar la agenda de investigación para epidemiología y planificación de emergencias.

Además de las reuniones especializadas, se realizaron dos programas de estudio de verano para investigadores jóvenes en Wolfe’s Neck, Maine (1995) y en Berlín (1996). El exitoso programa GISDATA cerró en una reunión final llamada “Investigación de información geográfica en el milenio” en Estrasburgo (1997). Los procedimientos de la conferencia están disponibles en el sitio Web www.shef.ac.uk/uni/academic/D-H/gis/confrprog.html. Durante esta reunión, se creó una “Asociación de laboratorios de información geográfica en Europa” para conservar el ánimo de trabajar en redes (<http://www.itc.nl/symposia/congres/agile/agile.html>).

Junto con una gran cantidad de programas SIG nacionales, parece que Europa actualmente está a la vanguardia de investigación SIG. Especialmente dentro del contexto de la sociedad de información global, la Unión Europea ha comenzado a reconocer la información geoespacial como un ingrediente importante (tal vez el más importante) de la información global (Bangemann, 1994; Brand, 1995; Burrough et al., 1997).

Otros programas de investigación en Europa

A pesar de las fortalezas evidentes en la elaboración de mapas y el conocimiento cartográfico, Europa está atrasado en cuanto a la creación y mantención de bases de datos geoespaciales de Europa, la accesibilidad de sus datos y la emergencia de una industria de información geoespacial (IG) de Europa con éxito internacional. Por una parte, Europa tuvo un “despertar” tardío en cuanto a la importancia de geoinformación comparado con América del Norte. Sin embargo, a veces parece que una ventaja aparente puede convertirse en una desventaja cuando las tradiciones muy firmemente arraigadas no permitan que se fomente el desarrollo innovador sin prejuicios.

Un ejemplo de lo mismo podría ser la herencia tradicional de Europa de elaborar mapas con un alto nivel de especialización, con valores artísticos y estéticos. Sin embargo, esto ha sido acompañado por una obsesión con el tema de *generalización*, lo cual fue considerado hasta sólo recientemente como *generalización cartográfica*, es decir tratar de imitar un cartógrafo experimentado usando un programa de computación. En los países sin tradición cartográfica, el sustituir mapas malos realizados por computación por productos análogos de baja calidad no parecía ser un insulto tan grande al usuario. Se concentró el énfasis más en las bases de datos y el desarrollo SIG que en la calidad del producto análogo final. En resumen, los datos de alta calidad pueden ser recolectados por instituciones europeos, pero los sistemas para administrar estos datos en su mayoría son de empresas estadounidenses.

- ¿Qué se puede hacer en Europa para poder entregar “SIG que sean apropiados para la creciente necesidad del mercado global” (Salge, 1997)? Una vez más, una de las dificultades de la actual investigación SIG de Europa puede ser apreciada a partir de un documento de investigación SIG de la Unión Europea (UE) que demuestra un amplio rango de proyectos relacionados con SIG que van desde “*Reintegración de elementos topológicos cooperativos con multimedios multidimensionales*” a “*paralelización del procesador SAR escalador de chirrido de algoritmos*” (Ehlers, 1997). El desarrollo de una estrategia SIG unificada de Europa para GIS, bases de datos geográficos y de información, infraestructura, investigación y desarrollo geoespacial está impedido por un típico enfoque europeo “del telar artesanal”, es decir, cosa de “ir sacando un poco de aquí y un poco de allá”. En este contexto los SIG deben ser observados como (Ehlers, 1997):

- bases de datos espaciales
- sustitutos para mapas
- el marco computacional o el concepto para manejar datos espaciales
- una extensión de bases de datos normalizados
- el componente específico de un sistema de información
- un apéndice a la sensoría remota
- una herramienta de administración y planificación
- un computador con el software apropiado
- un computador con el software y los datos apropiados
- Un computador con el software, los datos y las personas (equipo de cerebros) apropiados
- una herramienta de almacenamiento y suministro de datos geográficos
- un sistema CAD con una base de datos

Sin perdernos en un debate sobre “*la definición de un SIG*”, podemos adoptar una noción más amplia de que un SIG en este contexto es toda una serie de herramientas con las cuales se pueden manipular los datos geográficos. Dentro de este contexto, podemos preguntar: ¿Cuál es el estado actual de la agenda de investigación europea sobre SIG, bases de datos geoespaciales e infraestructura IG?

Obstáculos y desafíos europeos

Ya hemos mencionado algunos de los impedimentos evidentes para SIG y la investigación de bases de datos geoespaciales de Europa en el capítulo anterior. Parece ser obvio que el beneficio más grande de los esfuerzos de América del Norte es su enfoque unificado. Los esfuerzos para crear una infraestructura de información global unificada manejada y apoyada por una organización como el gobierno federal de EE.UU. serán exitosos porque éste influye sobre un mercado simple de alta tecnología que comprende más de 250 millones de personas. Aunque el mercado de Europa es más grande, éste no representa un mercado simple.

Hasta la fecha, cada nación (o incluso algunas veces cada provincia dentro de una nación) demuestra una política distinta para recolectar, acceder, compartir y usar datos. Además de muchas otras cosas, las tradiciones, formatos, normas y precisiones cartográficas para bases de datos geoespaciales se basan en el patrimonio o leyes nacionales y requieren soluciones específicas para cualquier paquete de software que trate de datos geoespaciales. Como consecuencia, no hay ningún mercado general de IG en Europa y el mercado individual de cada nación es casi inexistente comparado con su contraparte modernizado de América del Norte. Los vendedores europeos tienen que adoptar *cualquier* norma de EE.UU. para asegurar el éxito a nivel mundial. Además, existen los típicos obstáculos europeos que se manifiestan como idiomas diferentes (incluso diferentes alfabetos), diferentes culturas, diferentes monedas y impuestos y diferentes opiniones sobre asuntos legales o comerciales al trabajar con datos geoespaciales.

La necesidad de una Infraestructura de Información Geográfica de Europa (IIGE)

Lo que se necesita es el desarrollo de una infraestructura unificada de información geoespacial (o geográfica) de Europa que fomente los programas europeos de desarrollo SIG. Aunque los esfuerzos ya comenzaron, Europa debe actuar rápida y decisivamente para no perder terreno con respecto a las iniciativas nacionales e internacionales en otros lugares. Algunos ejemplos de este desarrollo están documentados en los sitios Web del OpenGIS Consortium (OGC), el gobierno federal de EE.UU. (NSDI) o el gobierno canadiense (CGDI).

Los desafíos están profundamente enraizados en el patrimonio de idiomas y culturas múltiples de la Unión Europea y su estilo de toma de decisiones que a menudo se basa en el consenso general y es, por lo tanto, lento y repleto de transacciones. El conductor más lento determina la velocidad de integración. Sin embargo, SIG, como una herramienta de integración impulsada por la tecnología debería poder acceder e integrar IG a lo largo de las fronteras nacionales dentro de un ambiente IIGE unificado.

Para lograr esta meta, una infraestructura IG unificada de Europa debería abarcar temas políticas, técnicas, organizacionales y de investigación (Reginster, 1999):

- El componente políticolegal: todas las decisiones necesitan apoyo político porque implican financiamiento público, regulaciones específicas, configuración de los cuerpos organizacionales apropiados, y personas. Todos los temas legales y regulatorios pueden ser considerados como parte de este componente.

- El componente de infraestructura técnica: las principales barreras son la falta de datos de referencia, normas y interoperabilidad.
- El componente organizacional: existe la necesidad de llegar a un consenso sobre temas técnicos y legales. Para llegar a dicho consenso, fundamentalmente se necesita configurar una organización apropiada.
- El componente de investigación: existen muchos temas técnicos, legales, y organizacionales que todavía deben ser investigados más a fondo. Ya se han identificado en forma parcial los problemas técnicos, pero todavía queda trabajo para determinar prioridades que deben basarse en las necesidades del usuario. Los problemas políticos y legales son mucho más difíciles de afrontar, debido a conocimiento limitado de la economía IG, la complejidad de las condiciones del mercado y la interacción entre el sector público y el sector privado. Se necesita más investigación para determinar los enfoques apropiados.

Los actores claves en este escenario tendrán que provenir de varias disciplinas con diferentes antecedentes históricos y conocimiento científico. De acuerdo con las conjeturas anteriores, los participantes claves serán:

- Geógrafos y geocientíficos con pericia teórica y territorial provenientes de instituciones nacionales e internacionales.
- Científicos en computación, especialistas en geoinformación y gerentes de información.
- Usuarios IG/SIG de varias disciplinas; por ejemplo, agricultura, el medio ambiente, transporte, energía, industria del espacio, planificación, agrimensura, etc.
- Usuarios y productores de tecnologías de información geográfica y no geográfica, por ejemplo, editores de software.
- Proveedores de datos y software.
- Capacitadores profesionales, profesores que utilizan IG/SIG.
- Otros usuarios I.G., desde tomadores de decisiones, representantes no gubernamentales ante los ciudadanos comunes.

Se visualiza que sólo tal consorcio multidisciplinario político, técnico y de aplicación puede crear suficiente conocimiento y potencial para superar los poderosos impedimentos para una estructura IG unificada de Europa.

El desafío europeo para IG

La Infraestructura Europea de Información Geoespacial (IEIG) comparte los grandes desafíos que enfrenta la sociedad de información de la cual IG forma parte integral. Los desafíos pueden ser resumidos de acuerdo a lo siguiente (Reginestes,1999):

- Las principales políticas, directivas y programas para transporte, protección medioambiental, desarrollo sustentable etc. de la Unión Europea, tienen un impacto creciente en el territorio europeo. La planificación y monitoreo de estas políticas intensifican la presión para información geográfica más utilizable, confiable y oportuna.
- Los países que acceden enfrentan el mismo desafío, a menudo con la necesidad de construir nuevas infraestructuras a partir de la nada. Ellos enfrentan un desafío aún mayor para crear infraestructura IG.
- La guerra de Kosovo destaca las debilidades europeas para dominar y explotar información geográfica, situando a la UE en una relación de dependencia con los EE.UU., incluso para propósitos no militares. La IEIG es el primer paso para enfrentar el desafío para la independencia europea de lograr tener control y acceso de información geográfica.
- IG es una parte integral de la sociedad de información y se beneficia de su estructura global. Para asegurar la interoperabilidad, confiabilidad, uso y costo de los SIG (sistemas de información geográfica), IG necesita una infraestructura de información apropiada con datos de referencia espacial, normas específicas y herramientas interoperables.
- La IEIG tiene que construir sobre una fuerte interacción entre el sector público y el privado. Una infraestructura de información geográfica que no define política de datos, tendrá dificultades para desarrollar sus tareas. Una buena comprensión de la economía IG y el impacto social de IG digital sobre la sociedad de información es la base de la política de datos.
- La economía globalizada con creciente movilidad significa obligadamente que cada vez más decisiones de ciudadanos, empresas, servicios públicos y de la política tendrán un componente espacial. Para apoyar los procesos de decisión, necesitamos más IG de gran calidad que pueda ser accesada con prontitud, que se pueda costear y se integre fácilmente con otra información geoespacial.

- Los avances en las tecnologías de información han resultado en una explosión de bases de datos geoespaciales, pero no en un aumento de conocimiento en a la misma proporción.
- IG es una actividad horizontal, útil para muchas disciplinas. El desafío es capacitar la integración de datos de diferentes disciplinas para producir información útil. Esto es particularmente cierto para la implementación de estrategias de desarrollo sustentable. La necesidad de una IEIG unificada es común a todas las disciplinas.

Por lo tanto, es imperativo que Europa emita disposiciones que sean relevantes para la aceptación y uso de IG y SIG, es decir, normas, metadatos, accesibilidad, interoperabilidad, capacidad de uso, mercadeo y calidad. Dentro del contexto científico de estos asuntos, el programa GISDATA ya ha aportado contribuciones significativas. Sin embargo, se debe ser cuidadoso ya que muchos esfuerzos europeos sólo han copiado en forma parcial el exitoso Centro Nacional de EE.UU. para Información Geográfica y Análisis (NCGIA) y sus iniciativas sin la cantidad equivalente de apoyo. Debe destacarse que sin los resultados de esfuerzos previos de EE.UU., los europeos habrían tenido muchas dificultades para ponerse al día con los desarrollos norteamericanos.

Las próximas iniciativas europeas deberían focalizarse en áreas donde el factor tiempo es de importancia crucial. La IIG de Europa, debe ser formada dentro de los próximos años para estar vigente durante el próximo siglo. Deberíamos atenernos a preguntas de investigación de relevancia práctica y dejar asuntos como tópicos filosóficos o psicológicos dentro del contexto IIG para una estrategia de más largo plazo. Los científicos deberían jugar un papel significativo, en la colocación de una IIG. Sin embargo, guiar el desarrollo de una IEIG es el mandato de la Unión Europea y de los países europeos. La política de Europa debe estar de acuerdo en la creación de una infraestructura geoespacial europea. Si Europa no actúa rápidamente, las consecuencias incluirán:

- Continuación de un mercado de información geoespacial fragmentado.
- Reducida competitividad global e internacional.
- Dependencia incrementada en tecnología desde el exterior de Europa.
- Falta de una visión clara de problemas geoespaciales.
- Continuación de la adopción costosa de soluciones nacionales o ad hoc.

Temas para la investigación y desarrollo de infraestructuras de información geoespacial.

Como consecuencia del capítulo anterior, hay una cantidad de temas de investigación con relevancia muy práctica para la creación de una infraestructura de información geoespacial europea. (Ehlers, 1998):

- Accesibilidad y facilidad de uso
- Incertidumbre
- Integración con sensoría remota e imágenes
- Despliegue e interfaces del usuario
- Educación

Accesibilidad y facilidad de uso

Como se había señalado anteriormente, hay una falta de juegos de datos digitales coherentes a nivel europeo. La mayoría de las agencias nacionales (ya sea agencias de cartografía, instituciones estadísticas o agencias medioambientales) no tienen el mandato de proveer el costo de recolección y mantención de juegos de datos a nivel de la Unión Europea. Pocos países tienen un punto de contacto mandatado simple o autoridad central de responsabilidad completa para la información geoespacial, incluso a nivel nacional. Hay muy pocas aplicaciones y juegos de datos a nivel europeo o incluso a nivel regional, excepto aquellos que han sido específicamente construidos para proyectos comerciales de navegación caminera. Las bases de datos gubernamentales internacionales son generalmente a pequeña escala y han sido recolectados principalmente de los requerimientos de la Unión Europea de considerar los asuntos de política europea (por ejemplo, los datos de cobertura terrestre CORINE). Los datos de navegación caminera comercial incluyen líneas centrales de camino para toda Europa a una escala de 1:10,000 y una lista creciente de atributos relacionados, pero estos carecen de muchos detalles y atributos considerados esenciales por los usuarios desde la navegación de camino exterior y comercialización. La integración de estas diferentes bases de datos está aún por lograrse.

Para favorecer el uso europeo de información geoespacial y fortalecer la industria europea, SIG debería establecer una base de datos nuclear sin costura a nivel de la Unión Europea. Esta bases de datos debería estar constituido por niveles temáticos y topográficos que prueben ser útiles para una comunidad SIG interdisciplinaria que va desde científicos medioambientales a planificadores regionales y controladores de tráfico. Esta base de datos debe ser fácilmente accesible para cualquier usuario y a precios alcanzables. Para esto, se debe resolver una serie de temas claves a nivel europeo incluyendo normas IG, metadatos, exactitud y

política de precios. Es imperativo que estas bases de datos sean usadas. Esto significa que deberían permitir el acceso simple, deberían ser autoexplicatorias y deberían estar recolectados a una escala razonable. Si una aplicación requiere una escala de 1:50,000 o mayor, una base de datos recolectados a una escala de 1:250,000 probablemente no será usada en absoluto.

Debería realizarse un estudio con grupos de potenciales usuarios para establecer una lista de prioridades para los contenidos requeridos y la resolución de los bancos de datos geoespaciales europeos. Se pueden encontrar sugerencias excelentes para una agenda europea sobre el tema que se puede encontrar en Burrough *et al.* (1997). Sin los esfuerzos europeos, las iniciativas dominadas por los EE.UU. nuevamente establecerán las normas a las cuales el resto del mundo tendrá que adherir. Además, los jugadores claves en los esfuerzos internacionales tales como la OGC o ISO a menudo vienen de América del Norte. Aún cuando la OGC tiene la palabra “abierto” dentro de su nombre, no hay que descartar el hecho que el consorcio está principalmente financiado y controlado por la industria IG comercial norteamericana. Siempre debería existir un papel para que el desarrollo de dominio público puedan desafiar a la industria privada y captar el interés del público en general. Europa no debería dejar los SIG y las normas de la base de datos geoespaciales al gobierno federal de EE.UU. o a los productores de software comercial como Microsoft.

Incertidumbre

La cuantificación de la incertidumbre tal como existe en los datos geoespaciales continúa siendo un problema que sólo está parcialmente resuelto. No obstante, sin cuantificación, la confiabilidad de los resultados continúa siendo problemática de evaluar y difícil de ser comunicada al usuario. Este es un asunto muy serio; sin cuantificación del nivel de incertidumbre, los mismos resultados sólo pueden ser considerados como información cualitativa, y esto grandemente disminuye su mérito para aplicaciones prácticas y/o científicas. Para complicar aún más el problema, una aproximación integrada a la información geoespacial administrativa necesariamente debe apoyar muchos diferentes tipos de datos, recogidos de acuerdo a diferentes modelos de espacio geográfico, cada cual con diferentes tipos de incertidumbre y errores inherentes.

Citando a Openshaw *et al.* (1991):

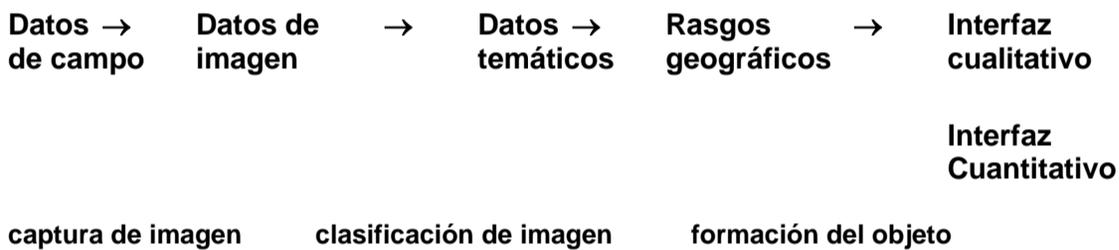
“Un SIG da al usuario completa libertad para combinar, superponer y analizar datos desde fuentes diversas, sin considerar la escala, exactitud, resolución y calidad de los documentos originales de cartografía y sin considerar las características de exactitud de los mismos datos.”

Si un juego de datos puede ser considerado como adecuado o no depende en gran medida de cómo éste será usado. Aunque los diversos aspectos

de incertidumbre pueden medirse objetivamente, su importancia estará determinada en gran medida por la tarea en curso. La meta general de modelar la incertidumbre debería por lo tanto tener dos partes:

- Cuantificar la incertidumbre de manera que la confiabilidad de los datos pueda ser informada.
- Capacitar la adecuación de la base de datos para una tarea a ser determinada (‘adecuación para el uso’)

Hasta la fecha se ha dedicado poco trabajo al problema de modelación de la incertidumbre cuando los datos se transforman a través de diferentes modelos del espacio geográfico. Un sendero típico de abstracción de datos se muestra en el Cuadro 1. Los campos de datos que varían continuamente pueden ser cuantificados por un dispositivo sensorial en forma de imagen, luego clasificados y finalmente transformados en discretos objetos cartográficos. Los datos pueden también ser transformados en datos de características temáticas o geográficas (Gahegan and Ehlers, 1997).



Cuadro 1: Secuencia de abstracción de modelo de campo a modelo de caracteres

Al moverse entre diferentes modelos conceptuales de espacio, las características de duda en los datos cambian sutilmente; las técnicas usadas para transformar los datos (información) cambian la inherente indeterminación y además presentan una duda propia adicional. Asimismo, muchas de las técnicas de abstracción empleadas combinan la información con diferentes características de indefinición, por ejemplo la clasificación de imagen multitemporal o la extracción de características basadas en el conocimiento. Así entonces, dos problemas interrelacionados deben ser considerados, a saber:

- ¿De qué manera las características de indeterminación de la información cambian al ser transformados los datos entre modelos?
- ¿En qué forma los métodos usados afectan y combinan la duda presente en los datos?

Para lograr este objetivo, debemos idear indicadores y cuantificadores de calidad adecuados que rápida y comprensiblemente sean sometidos a los usuarios de las bases de datos geográficos.

Sensoría remota

La sensoría remota y las técnicas de procesamiento de imagen han sido usadas para obtener y procesar información sobre la Tierra. Nuevos sistemas satelitales como alta resolución y sensores de imagen hiperespectral pueden ser usados para aportar datos a una resolución espacial y temporal más alta que en cualquier otra época sobre la Tierra. Los programas de monitoreo y cartografía locales, regionales, nacionales e internacionales están basados en esta tecnología.

Por otra parte, SIG se ha perfeccionado a partir de la necesidad de combinar la información de atributos terrestres con su representación geométrica a fin de llevar a cabo análisis espacial. Estas dos disciplinas fueron perfeccionadas en forma separada en el pasado, pero en realidad son complementarias. Los datos de sensoría remota pueden ser usados para análisis espacial basada en SIG; datos de SIG y por otra parte pueden guiar el análisis de imágenes captadas por sensoría remota. SIG puede aportar las herramientas de manejo de datos espaciales para combinar resultados de los análisis de datos captados en forma remota utilizando otros juegos de datos geoespaciales. La sensoría remota proporciona aceptación y una visión sinóptica dentro del mundo SIG. Por lo tanto, la integración de estas técnicas de adquisición de datos y de análisis se ha hecho cada vez más importante (Star *et al.*, 1997).

Debe observarse también que los últimos avances de la industria europea de sensoría remota ha hecho que la importancia de EE.UU. como la nación pionera en sensoría remota sea transferida a Europa y a otros países como Japón e India. Sin embargo, la mayoría del software de análisis de sensoría remota sigue siendo de origen norteamericano y refleja las tendencias actuales de SIG. Los programas satelitales europeos tales como el SPOT francés, la Agencia Espacial Europea (ESA), el ERS, el Envisat o los programas nacionales (por ejemplo, el sensor alemán MOMS) ofrecen repetitivos datos ed imágenes de alta resolución básicamente para todos los rincones del mundo. Sin embargo, su uso hasta ahora ha estado limitado por muchas razones (vea por ejemplo, Ehlers, 1995).

Se considera que la combinación de SIG con el desarrollo de la infraestructura de información geoespacial pondrá a la industria de sensoría remota europea en un lugar más prominente y útil. Las imágenes de sensoría remota como parte inherente de las bases de datos geoespaciales y las herramientas de análisis de imagen como parte integral de SIG pueden contribuir a la ventaja europea, en especial con la llegada de nuevos satélites con resoluciones espaciales de alrededor de

1-3 metros. Sin embargo, debe observarse que casi todas las empresas norteamericanas de sensoría remota son miembros de la OGC. Por esta razón, las cambiantes normas de interoperabilidad de la OGC se adaptarán a los intereses de esta industria. Además, Europa debe actuar rápido si quiere asumir un rol de liderazgo en la integración de sensoría remota con SIG. Un tema importante es que los esfuerzos de investigación deben derivar desde las técnicas de integración de datos hacia el desarrollo de sistemas integrados de geoprocesamiento.

Cuadro 1: Sistemas satelitales de sensoría remota de alta resolución; lanzamientos planificados para 1999/2000 (Ehlers et al, 1999).

Es lamentable que hasta ahora los temas de consideración nacionales han impedido severamente el desarrollo de un sistema satelital europeo e alta resolución. Esto es válido para las aplicaciones civiles y militares. La dependencia de los sistemas norteamericanos se hizo evidente durante la crisis de Kosovo, en que las fuerzas europeas de la OTAN tuvieron que confiar en la información proporcionada sólo por la inteligencia militar de los EE.UU. Temas afines pueden verse en el despliegue de un Sistema Satelital Europeo de Navegación Global (GNSS). Hoy en día, el único sistema comercialmente viable es el Sistema de Localización Terrestre (SLT) de EE.UU. Aunque existen planes europeos para el desarrollo de su propio GNSS, es muy poco probable que esto se logre dentro de un período razonable.

Interfaces y despliegues del usuario

El acceso, uso y análisis de información geoespacial debería hacerse lo más fácil e intuitiva posible de manera tal que los usuarios obtengan un total beneficio de ellas. Sin embargo, lo que el usuario ve de cualquier SIG es el interfaz de mando y el despliegue. A menudo, él o ella podrían considerar el interfaz y la información exhibida como el SIG en sí. La investigación con respecto a interfaces ya nos ha traído el interface gráfico del usuario con la modalidad de “palpar y sentir”, que permite aún hasta el usuario novicio explorar las capacidades del sistema en forma intuitiva y con relativa facilidad. Deberíamos avanzar un paso más y poner énfasis en la ampliación del despliegue de información geoespacial porque el ser humano es una “criatura altamente visual”.

Todos los avances computacionales han ido en la dirección de apelar a la naturaleza visual del hombre: procesamiento de palabras lo más cercano a un libro, diario o revista, gráficos y fotos en pantalla, y la aparición de idiomas visuales de programación. Las ampliaciones de gráficos SIG pueden ser un tema de investigación dominado por europeos. En este punto, las tradiciones europeas podrían encontrar la ventaja de los investigadores europeos y las industrias militares. Además, el uso de imágenes captadas por sensoría remota como parte integral de SIG

podrían plantear una serie de interrogantes de investigación, existiendo sólo procedimientos limitados para una generalización apropiada de imágenes de sensoría remota.

Además, el desarrollo de un “interfaz de programas” para los miles de dominios de cualquier SIG comercial es visto como un área de investigación necesaria. Un interfaz con muchos operadores genéricos SIG junto con un modelador de interacción de carta de flujo puede aportar el estímulo a los novicios en SIG para usar la tecnología IG como una herramienta general en sus tareas. Los temas de investigación en este campo consideran una amplia gama de materias actuales, por ejemplo, diseño y normas de operador SIG de alto nivel, interoperabilidad, modelos genéricos de procesos SIG, perfeccionamiento intuitivo y técnicas espaciales híbridas.

Educación

Por último pero sin ser de menos importancia, necesitamos concentrarnos en la educación. Actualmente, el status de integración SIG y el análisis geoespacial en cualquier universidad, instituto o programa de liceo deja mucho que desear. Aunque existen esfuerzos a nivel nacional e internacional, la mayoría de los países europeos carecen del enfoque claro de los esfuerzos norteamericanos. Como consecuencia de ello, el reconocimiento de la importancia de la información geoespacial para la toma de decisiones y la planificación está en ninguna parte más claramente explicada que en la actual administración de los EE.UU. Por esta razón, los programas educativos deben también incluir esfuerzos a nivel de educación continua. Es aquí que podemos alcanzar a gerentes, políticos y líderes en la toma de decisiones. Un currículum central SIG de Europa con juegos de datos y sistemas de software europeos ciertamente serán un paso útil en esta dirección. La educación está antes que la apreciación.

Conclusión

El programa GISDATA de la Fundación Científica de Europa ha sido un gran éxito en reunir a diversos investigadores de diferentes campos. Esto era un paso necesario para evitar el tema de investigación “dividir para conquistar”. Necesitamos un enfoque interdisciplinario, especialmente porque ya no tenemos una división clara entre los proveedores de datos y los usuarios. Sin embargo, no podemos detenernos aquí. El próximo paso debe ser aprovechar todos los progresos nacionales e internacionales para promover una Infraestructura Europea de Información Geoespacial unificada que permita la creación de (y el acceso a) bases de datos geoespaciales europeas para cada usuario. Muy probablemente esto será una materia insitucional y política antes que técnica. Los esfuerzos nacionales europeos deben ser coordinados y dirigidos a lograr este objetivo. Si fracasamos (lo cual es de una alta probabilidad conociendo nuestras respectivas tendencias nacionales), podríamos adoptar lo que resulte de las iniciativas militares de los EE.UU. El uso de la información

geoespacial seguiría subiendo sustancialmente. Sin embargo, esto por cierto no aumentaría las opciones para un componente europeo dentro de los crecientes mercados internacionales para la geoinformación.

Literatura y Sitios Web

Bangemann, M., 1994. *Europe and the Global Information Society: Recommendations to the European Council*, European Commission, Brussels.

Brand, M.J.D., 1995. *The European Geographic Information Infrastructure* (URL: www.frw.ruu.nl/eurogi/forum/esig.html)

Bogaerts, T., 1997. Cadastral reform: An Overview (URL: www.shef.ac.uk/uni/academic/D-H/gis/bogaert.html)

Burrough, P., M. Craglia, I. Masser and F. Salgé, 1997. *Geographic Information. The European Dimension* (URL: www.shef.ac.uk/uni/academic/D-H/gis/policy.html)

Canadian Geospatial Data Infrastructure CGDI (URL: cgdi.gc.ca/cgdi-e.html)

Ehlers, M., 1995. Integrating Remote Sensing and GIS for Environmental Monitoring and Modeling: Where are we? *Geo Info Systems*, July 1995, pp. 36-43.

Ehlers, M., 1997. European Geospatial Databases Research – Thoughts and Comments (URL: www.shef.ac.uk/uni/academic/D-H/gis/ehlers.html)

Ehlers, M., 1998. On European Geospatial Information Infrastructures: A Critical View, *Festschrift Gottfried Konecny zur Emeritierung, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover*, Nr. 227, pp. 95-104.

Ehlers, M., F. Broecker, S.Jung, M. Möller und U. Rhein, 1999. Zur Rolle der Geoinformatik in den Umweltwissenschaften, *Zeitschrift für Vermessungswesen* (in press)

Gahegan, M. and M. Ehlers, 1997. A Framework for the Modelling of Uncertainty in an Integrated GIS, *Proceedings, International Workshop on 'Dynamic and Multidimensional GIS'*, Hong Kong, pp. 64-79.

Harding, S.M. and C.G. Wilkinson, 1996. *A Strategic View of GIS Research and Technology Development for Europe* (URL: thalassa.jrc.it/dg3gis/exppanel.htm)

Joint Research centre, European Commission, 1997. *EC GIS Projects* (URL: www.jrc.cec.eu.int/jrc/index.asp)

Jung, S., J. Albrecht and M. Ehlers, 1997. Multi-Level Comparative Analysis of Spatial Operators in GIS and Remote Sensing as a Foundation for an

Integrated GIS, in: Förstner, W. And L. Plümer (Eds.), *Semantic Modeling for the Acquisition of Topographic Information from Images and Maps*, Birkhäuser Verlag, Basel, pp. 72-88

Jung, S., S.A. Voser and m. Ehlers, 1998. A Flowchart Interface for Hybrid Analyses in an integrated GIS, *Proceedings, ISPRS Commission II Symposium "Data Integration: Systems and Techniques"*, IAPRS XXXII-2, Cambridge, UK, pp. 131-135.

Masser, I. And F. Salgé, 1997. The GISDATA Programme: An Overview (URL: www.shef.ac.uk/uni/academic/D-H/gis/overview.html)

National Spatial Data Infrastructure NSDI (US) (URL: www.fgdc.gov/nsdi2.html)

Open GIS Consortium OGC (URL: www.opengis.org)

Openshaw, S., Charlton, M. and Carver, S., 1991. Error Propagation: A Monte-Carlo Simulation. In: Masser, I., and M. Blakemore (Eds.), *Handling Geographic Information*, Longman, UK, pp. 78-101.

Ordnance Survey, 1997. *GI-Base Final Report*, European Commission, DG XIII-E (URL: <http://www2.echo.lu/gi/en/intro.html>)

Reginster, Y., 1999. *Cross Programme Action Line: New Geographical Information Society* (URL: www2.echo.lu/gi/en/intro/gihome.html)

Salgé, F., 1997. Geographic Databases Research: Overview and Future Prospects, *European Science Foundation GISDATA Final Conference 'Geographic Information Research at the Millenium'*, Strasbourg, Keynote Address. (URL: www.shef.ac.uk/uni/academic/D-H/gis/key1.html)

Star, J.L., J.E. Estes and K.C. McGwire (Eds.), 1997. *Integration of Remote Sensing and GIS*, Cambridge University Press, New York.