



Nuevas tecnologías aplicadas a la cuantificación en fútbol

Dr. D. José Pino Ortega

Universidad de Murcia

D. Carlos Padilla Sorbas

Gerente C&M

Dña. María Isabel Moreno Contreras

Universidad de Extremadura

D. José Pérez Segura

Profesor Instituto Formación. Almería

Dra. Dña. Maite Gómez López

Universidad Europea de Madrid


DIRECCIÓN DE CONTACTO.
josepinoortega@gmail.com



«Fecha de recepción: 2 julio 2007. Fecha de aceptación: 27 noviembre 2007»

RESUMEN

En la década de los setenta, con el desarrollo de la tecnología informática, aparecieron una serie de programas cuya finalidad era gestionar datos espaciales. En los primeros momentos se necesitaba un potente instrumental para poder trabajar con ellos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen numerosas ventajas respecto a la cartografía convencional, puesto que de forma automática permiten manejar datos espaciales internamente referenciados, producir mapas temáticos y realizar procesos de información de tipo digital. Los avances en la tecnología de los ordenadores personales (PC) se han visto correspondidos con unos Sistemas de Información Geográfica más potentes y fáciles de manejar. Quizás, el aporte más importante de los SIG es el marco de referencia donde se organiza y su capacidad de realizar análisis geográficos. En el ámbito del deporte no se ha utilizado el SIG, en este trabajo presentamos un sistema basado en el Sistema de Información Geográfica aplicado al fútbol. El sistema obtiene los datos mediante un dispositivo GPS (Global Position System). Los datos se registran, almacenan y analizan mediante el desarrollo de un software basado en el Sistema de Información Geográfica.

Palabras clave: Sistemas de información georeferencial, Análisis, Fútbol, Cuantificación.

Abstract

In the Seventies, with the development of the to computer science technology, series of programs were born. Their purpose was to manage spatial data. In the first moments powerful instruments were needed to be able to work with them. The Geographic Information Systems (SIG) offer several advantages in relation to conventional cartography, since they allow to handle internally referenced spatial data, to produce thematic maps and to process digital information off their automatic nature. Computers technology advances in PC´s have been corresponded with more powerful and easier to handle SIG. Perhaps, the most important contributions of SIG, is the reference frame where it is organized and its capacity to make geographic analyses. SIG have not been used in sports, in this work we present a system based on GIS, for soccer. The system collects all data thru a GPS (Global Position System). Data are registered, filed and analyzed using a software developed after SIG.

Key words: Systems of Geographic Information, Analysis, Soccer, Quantification.

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América. Los avances tecnológicos han permitido su utilización en el ámbito de la actividad física y el deporte, se ha demostrado que es un método exacto para determinar la posición de un sujeto durante estudios biológicos y biomecánicos. En el ámbito de los deportes colectivos son escasos los trabajos realizados. En este trabajo presentamos la utilización del sistema de posicionamiento global aplicado al fútbol. Para ello, se ha desarrollado un software específico para el registro en tiempo real de entrenamientos, esto permite al entrenador disponer en tiempo real de información que pueda utilizar durante el transcurso del entrenamiento. Los datos recogidos por el GPS son recibidos en un ordenador portátil situado en el campo de fútbol. Para ello se elaboró un software basado en un Sistema de Información Geográfica (GIS), utilizando el lenguaje de programación C++. Mediante este software se sincronizan todos los aparatos con el ordenador, de tal forma que el sistema recibe en tiempo real los datos de cada jugador. Los datos se registran con una frecuencia de 1 segundo. Este sistema lo hemos denominado Real Track Fútbol. El esquema del sistema se muestra en la figura 1.

El sistema que hemos desarrollado obtiene los pares de coordenadas a través de un GPS que lleva el jugador durante la realización del entrenamiento. Mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) se representan los datos en el espacio.



Figura 1. Esquema del sistema Real Track Fútbol.

El término SIG procede del acrónimo de Sistema de Información Geográfica (en inglés GIS, Geographic Information System).

Técnicamente, se puede definir un SIG como una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos (hardware) programados adecuadamente (software), que permiten manejar una serie de datos espaciales (información geográfica) y realizar análisis complejos con éstos, siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico (personal).

Son, por tanto, cuatro los elementos constitutivos de un sistema de estas características:

1. Hardware
2. Software
3. Datos
4. Equipo humano

Aunque todos ellos han de cumplir con su cometido para que el sistema sea funcional, existen diferencias en cuanto a su importancia relativa. A lo largo del tiempo, el peso de cada uno de los elementos dentro de un proyecto S.I.G. ha ido cambiando, mostrando una clara tendencia: mientras los equipos informáticos condicionan cada vez menos los proyectos S.I.G., por el abaratamiento de la tecnología, los datos geográficos se hacen cada vez más necesarios y son los que consumen hoy día la mayor parte de las inversiones en términos económicos y de tiempo.

Así, hoy día el condicionante principal, a la hora de afrontar cualquier proyecto basado en SIG, lo constituye la disponibilidad de datos geográficos del territorio a estudiar, mientras que hace diez años lo era la disponibilidad de ordenadores potentes que permitieran afrontar los procesos de cálculo involucrados en el análisis de datos territoriales.

Pero, además de ser un factor limitante, la información geográfica es, a su vez, el elemento diferenciador de un Sistema de Información Geográfica frente a otro tipo de Sistemas de Información; así, la particular naturaleza de este tipo de información contiene dos vertientes diferentes: por un lado está la vertiente espacial y, por otro, la vertiente temática de los datos.

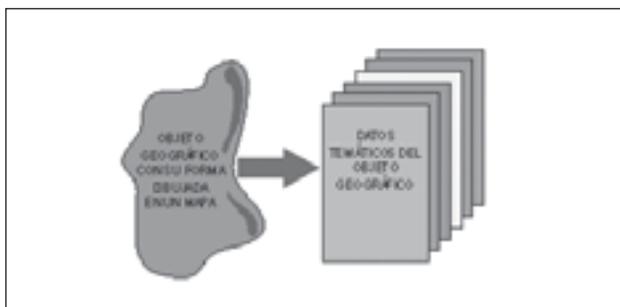


Figura 2. Organización de la información de un Sistema de Información Georeferencial.

Mientras otros Sistemas de Información (como por ejemplo puede ser el de un banco) contienen sólo datos alfanuméricos (nombres, direcciones, números de cuenta, etc.), las bases de datos de un S.I.G. han de contener, además, la delimitación espacial de cada uno de los objetos geográficos.

Por tanto, el S.I.G. tiene que trabajar a la vez con ambas partes de información: su forma per-

fectamente definida en plano y sus atributos temáticos asociados. Es decir, tiene que trabajar con cartografía y con bases de datos a la vez, uniendo ambas partes y constituyendo con todo ello una sola base de datos geográfica.

Esta capacidad de asociación de bases de datos temáticas, junto con la descripción espacial precisa de objetos geográficos y las relaciones entre los mismos (topología) es lo que diferencia a un S.I.G. de otros sistemas informáticos de gestión de información.

LA CONSTRUCCIÓN DE BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS

La construcción de una base de datos geográfica implica un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación simplificada asequible para el lenguaje de los ordenadores actuales. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles y, normalmente, comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, generalmente en capas; en esta fase, y dependiendo de la utilidad que se vaya a dar a la información a compilar, se seleccionan las capas temáticas a incluir.

Pero la estructuración de la información espacial procedente del mundo real en capas conlleva cierto nivel de dificultad. En primer lugar, la necesidad de abstracción que requieren las máquinas implica trabajar con primitivas básicas de dibujo, de tal forma que toda la complejidad de la realidad ha de ser reducida a puntos, líneas o polígonos.

En segundo lugar, existen relaciones espaciales entre los objetos geográficos que el sistema no puede obviar; es lo que se denomina topología, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos.

Aunque, a nivel geográfico, las relaciones entre los objetos son muy complejas, siendo muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad.

Existen diversas formas de modelar estas relaciones entre los objetos geográficos o topología. Dependiendo de la forma en que ello se lleve a cabo se tiene uno u otro tipo de Sistema de Información Geográfica dentro de una estructura de tres grupos principales:

1. S. I. G. Vectoriales
2. S. I. G. Raster
3. S. I. G. Orientados a objetos

No existe un modelo de datos que sea superior a otro, sino que cada uno tiene una utilidad específica, como veremos a continuación.

TOPOLOGÍAS, MODELOS DE DATOS Y TIPOS DE SIG

En función del modelo de datos implementado en cada sistema, podemos distinguir tres grandes grupos de Sistemas de Información Geográfica: SIG Vectoriales, SIG Raster y SIG con modelo de datos Orientados a Objetos. En realidad, la mayor parte de los sistemas existentes en la actualidad pertenecen a los dos primeros grupos (Vectoriales y Raster).

Aunque veremos, posteriormente, las diferencias entre ambos con más detalle, adelantaremos que los Vectoriales utilizan vectores (básicamente líneas), para delimitar los objetos geográficos, mientras que los Raster utilizan una retícula regular para documentar los elementos geográficos que tienen lugar en el espacio.

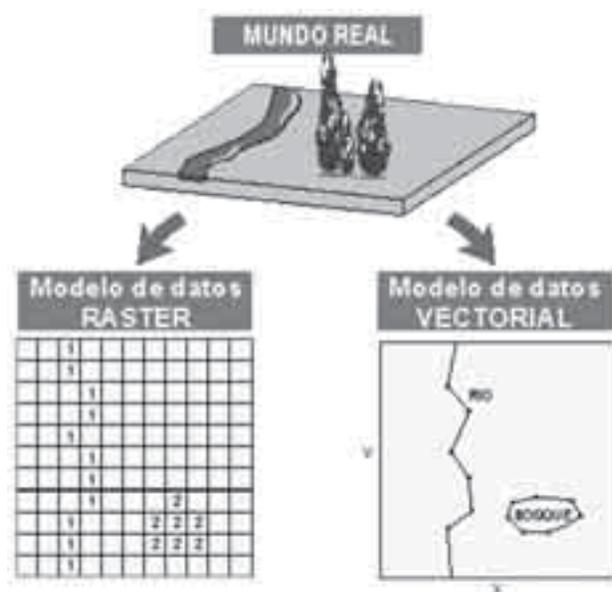


Figura 3. Modelo de Datos de los Sistemas Información Georeferencial.

LOS SIG VECTORIALES

Son aquellos Sistemas de Información Geográfica que, para la descripción de los objetos

geográficos, utilizan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico.

Con un par de coordenadas y su altitud gestionan un punto, con dos puntos generan una línea, y con una agrupación de líneas forman polígonos. De entre todos los métodos para formar topología vectorial la forma más robusta es la topología arco-nodo, cuya lógica de funcionamiento trataré de detallar en los siguientes esquemas:



Figura 4. Formación de líneas en el modelo de los Sistemas Vectoriales.

La topología arco-nodo basa la estructuración de toda la información geográfica en pares de coordenadas, que son la entidad básica de información para este modelo de datos. Con pares de coordenadas (puntos) forma vértices y nodos y con agrupaciones de éstos puntos forma líneas, con las que, a su vez, puede formar polígonos. Básicamente, ésta es la idea, muy sencilla en el fondo.

Para poder implementarla en un ordenador, se requiere la interconexión de varias bases de datos, a través de identificadores comunes. Estas bases de datos, que podemos imaginarlas como tablas con datos ordenados de forma tabular, contienen columnas comunes a partir de las cuales se pueden relacionar datos no comunes entre una y otra tabla.

Hemos visto en el esquema anterior cómo se forman las líneas a partir de puntos (pares de coordenadas). Veamos ahora cómo se forman los polígonos a partir de la agrupación de líneas:



Figura 5. Modelo de Datos de los Sistemas Información Georeferencial.

En general, el modelo de datos vectorial es adecuado cuando trabajamos con objetos geográficos con límites bien establecidos.

LOS SIG RASTER

Los Sistemas de Información Raster basan su funcionalidad en una concepción implícita de las relaciones de vecindad entre los objetos geográficos. Su forma de proceder es dividir la zona de afección de la base de datos en una retícula o malla regular de pequeñas celdas (a las que se denomina pixels) y atribuir un valor numérico a cada celda como representación de su valor temático. Dado que la malla es regular (el tamaño del pixel es constante) y que conocemos la posición en coordenadas del centro de una de las celdas, se puede decir que todos los pixeles están georreferenciados.

Lógicamente, para tener una descripción precisa de los objetos geográficos contenidos en la base de datos, el tamaño del píxel ha de ser reducido (en función de la escala), lo que dotará a la malla de una resolución alta. Sin embargo, a mayor número de filas y columnas en la malla (más resolución), mayor esfuerzo en el proceso de captura de la información y mayor costo computacional a la hora de procesar la misma.

No obstante, el modelo de datos Raster es especialmente útil cuando tenemos que describir objetos geográficos con límites difusos, como por ejemplo puede ser la dispersión de una nube de contaminantes, o los niveles de contaminación de un acuífero subterráneo, donde los con-

tornos no son absolutamente nítidos; en esos casos, el modelo Raster es más apropiado que el Vectorial.



Figura 6. Modelo de los Sistemas de Datos Raster.

LOS SIG ORIENTADOS A OBJETOS

No existe una definición clara ni un acuerdo general en la comunidad de usuarios acerca de la entidad de los modelos orientados a objetos, pero sí existe unanimidad en cuanto a las características que debe tener un S.I.G. de este tipo.

En primer lugar, los S.I.G. orientados a objetos plantean un cambio en la concepción de la estructura de las bases de datos geográficas; mientras los modelos de datos Vectorial y Raster estructuran su información mediante capas. Como ya hemos dicho anteriormente, los sistemas orientados a objetos intentan organizar la información geográfica a partir del propio objeto geográfico y sus relaciones con otros. De este modo, los objetos geográficos están sometidos a una serie de procesos y se agrupan en clases entre las cuales se da la herencia.

En segundo lugar, los S.I.G. orientados a objetos introducen un carácter dinámico a la información incluida en el sistema, frente a los modelos de datos Vectoriales y Raster que tienen un carácter estático.

Por ello, el modelo orientado a objetos es más aconsejable para situaciones en las que la naturaleza de los objetos que tratamos de modelar es cambiante en el tiempo y/o en el espacio.



Figura 7. Modelo de los sistemas de datos orientados a objetivos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, G. y Moreno-Sánchez, R. (2003). Building Web-Based Spatial Information Solutions around Open Specifications and Open Source Software. *Transactions in GIS*, 7 (4): 447–466.
- Berry, J.K. (1993). *Beyond mapping: concepts, algorithms, and issues in GIS*. GIS World Books. Fort Collins.
- Bocco, G. (1999). *Apuntes del Curso de Análisis Geográfico*. Postgrado en Ciencias Biológicas. UNAM.
- Bolour A. (2003). *Notes of the Eclipse Plug-in Architecture*. [En línea]. <<http://www.eclipse.org/articles>>. [Consulta: 10.05.2007].
- Cambrezy, L., (1997). Visión del espacio y representación cartográfica. En: Hoffman, O. y Salmerón, F.I. (coord.). *Nueve estudios sobre el espacio*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. México: Ediciones de la Casa Chata.
- Dantas-Bitencourt, M. y Regina-Pivello, V. (1998). Sig e sensoramiento remoto orbital auxiliando o zonamiento ecológico. *Investigaciones Geográficas*, 36: 35-43.
- Franks, I.M. y McGarry, T. (1996). The science of match analysis. En Reilly, T. (Eds.), *Science and soccer (chapter 21)*. Londres: E. & F.N. Spon.
- Fischer M., Nijkamp P. (1993). Design and use of geographic information systems and spatial models. Ed. Manfred M. Fischer and Peter Nijkamp, *Geographic Information Systems, Spatial Modelling and Policy Evaluation*. (pp 3-16). New York: Springer-Verlag.
- March, M. I. (1993). *El sistema de información geográfica del CIES en la evaluación y planificación regional*. Manuscrito.
- Schmidt R. (2001). *Java Network Launching Protocol & API Specification (JSR – 56)*. [En línea]. <<http://java.sun.com>> [Consulta: 10.03.2007].
- Zubillaga, A. (2006). *La actividad del jugador de fútbol en alta competición: Análisis de variabilidad*. Tesis Doctoral. Inédita.

