

**airfit™ ATHLETICS.**  
**UN NUEVO CONCEPTO QUE REVOLUCIONARÁ EL MUNDO DEL ATLETISMO**

Larriba Corral I.J. <sup>1,2</sup>, [nacho.larriba@tscompay.es](mailto:nacho.larriba@tscompay.es)  
Bartolomé Muñoz de Luna A. <sup>2,3</sup>, [angel.bartolome@tscompany.es](mailto:angel.bartolome@tscompany.es)  
Gallego Carrillo M. <sup>2,4</sup>, [micael.gallego@tscompany.es](mailto:micael.gallego@tscompany.es)  
Tejedor Cerbel J.A. <sup>2,5</sup>, [jorge.tejedor@tscompany.es](mailto:jorge.tejedor@tscompany.es)  
Fernández Muñoz L. <sup>2,6</sup>, [luis.fernandez@tscompany.es](mailto:luis.fernandez@tscompany.es)

Director Ejecutivo (CEO) <sup>1</sup>  
TS Company S.L. <sup>2</sup>

Dpto. Publicidad y Comunicación Institucional <sup>3</sup>  
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Comunicación - Universidad San Pablo  
CEU

Dpto. Ciencias de la Computación <sup>4</sup>  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática - Universidad Rey Juan Carlos  
Dpto. Organización Estructurada de la Información <sup>5</sup>

Escuela Universitaria de Informática - Universidad Politécnica de Madrid  
Dpto. Lenguajes, Proyectos y Sistemas Informáticos <sup>6</sup>

Escuela Universitaria de Informática - Universidad Politécnica de Madrid

**RESUMEN.**

*Este trabajo presenta un sistema innovador, airfit™ Athletics, basado en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para la mejora de la gestión de programas de entrenamiento en atletismo. Este sistema optimiza los procesos de adquisición de información, extracción del conocimiento y predicción de la información integrando diversas tecnologías (programación ubícua, geolocalización, textrónica,...) y disciplinas de la Inteligencia Artificial (Minería de datos, visión Artificial,...). airfit™ Athletics propone procesos con altas cotas de flexibilidad, integración, eficiencia, automatización, fiabilidad y en tiempo real. De esta manera el entrenador / atleta ahorra tiempo en la gestión básica, dispone de la información in situ durante las sesiones de entrenamiento sin mecanismos intrusivos que desvirtúen los datos y obtiene los patrones de comportamiento del atleta para predecir su rendimiento en escenarios futuros o plantear nuevas hipótesis para la mejora de su rendimiento.*

**Palabras clave:** *atletismo, tecnologías, Inteligencia Artificial, gestión de la información.*

**Abstract.**

*This paper introduces an innovative system, airfit™ Athletics, based on Information Communication and Technologies to optimize the management of training programs in athletics. This system improves the processes of acquiring information, knowledge extraction and information prediction by integrating different technologies (ubiquitous programming, geolocation, textronica) and disciplines of Artificial Intelligence (data mining, computer vision, ...). airfit™ Athletics offers processes with high levels of flexibility, integration, efficiency, automation, reliability and real-time. So the coach/athlete saves time in the basic management, has the information on site, during training sessions, without intrusive mechanisms which distort the data and gets the athlete's behavior patterns to predict his performance on future stages or set out new hypothesis to improve his performance.*

**Key Words:** *athletics, technologic, Artificial intelligence, information management.*

## 1. INTRODUCCIÓN.

En el ámbito de la gestión de programas de entrenamiento para el atletismo, se pueden destacar dos aspectos muy relevantes:

- por un lado, como señalan Pino, Padilla, Moreno, Pérez y Gómez en Kronos (2008), “la utilización de la tecnología no ha provocado la estandarización de las observaciones, sino una mayor diversificación en las mismas”;
- y, por otro lado, como señalan Franks y McGarry en Science and soccer (1996), “recopilar un mayor volumen de datos, pero sin referencia a modelos de análisis que determinen su pertinencia [incurre en] el peligro de la sobreinformación”. El término sobreinformación fue acuñado en 1970 por Alvin Toffler en su libro *El shock del Futuro*. Se refiere a grandes cantidades de información histórica para analizar, una alta tasa de nueva información para añadir, contradicciones en la información disponible, una relación señal-ruido baja dificultando la identificación de información relevante para la decisión o, finalmente, la ausencia de un método para comparar y procesar diferentes tipos de información.

Contradictoriamente, la utilización de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones), por un lado, es la vía para analizar grandes volúmenes de datos para extraer modelos de análisis pero, por otro lado, es la vía que ha facilitado el incremento de la sobreinformación.

Actualmente, los entrenadores e investigadores del atletismo recurren a dos metodologías de trabajo:

- una vía minoritaria se apoya en aplicaciones específicas de software para la gestión de programas de entrenamiento de atletismo (ej.: X-

medialist,...). Estas herramientas se caracterizan por facilitar procesos automatizados sobre sistemas de información cerrados, de tal forma que no admiten nuevos elementos de información y/o procesos que no estén previstos en su desarrollo. Por tanto, su utilidad queda relegada bien cuando no contempla información sobre cierta disciplina del atletismo (pe.: distancia de la batida,...), o bien cuando no se contempla cierto enfoque deseado por el gestor / entrenador (pe.: estado de ánimo, aspectos nutricionales, ...). En particular, su carácter minoritario se acentúa por la falta de oferta de este tipo de aplicaciones;

- y, por otro lado, una vía mayoritaria se apoya en paquetes software generalistas (Excel, SPSS,... opcionalmente combinados con otros paquetes software para el análisis biomecánico,...). Esta vía es ampliamente utilizada por los problemas presentados en la vía anterior. Estas herramientas se caracterizan por gestionar sistemas de información abiertos pero con procesos manuales. Por tanto, el entrenador / investigador puede incorporar cualquier tipo de información pero es el responsable de la configuración de todos los procesos de: obtención, formato e introducción de datos, síntesis de la información, validación de hipótesis a través de la estadística tradicional,... En cuanto a la adquisición de datos, es frecuente que los mecanismos sean intrusivos (pe.: con sensores fuera del ambiente de entrenamiento) y, por tanto, desvirtúan los resultados obtenidos. En relación a la síntesis de información y validación de hipótesis, todos los procesos mencionados conllevan tiempo e

impiden disponer de la información requerida durante la propia sesión de entrenamiento. En particular, esta vía queda relegada a expertos en la estadística tradicional cuando su estudio no supera un gran número de variables y las relaciones son lineales entre las variables y las distribuciones son gaussianas.

## 2. OBJETIVOS DE *airfit*<sup>TM</sup> ATHLETICS.

El presente trabajo persigue establecer los límites de un nuevo sistema, *airfit*<sup>TM</sup> Athletics, que mejore la situación expuesta en el apartado anterior. Para ello, se centra en la mejora de tres procesos básicos en la gestión de programas de entrenamiento para el atletismo:

- Procesos de adquisición de la información entendidos como el conjunto de tareas que conllevan la introducción de datos en el sistema de información: soporte, comunicación, preprocesamiento, formato, edición,...;
- Procesos de extracción del conocimiento entendidos como el conjunto de tareas que resumen el sistema de información en patrones de comportamiento del atleta legibles para el entrenador;
- Procesos de predicción de información entendidos como el conjunto de tareas que, a partir de la extracción del conocimiento anterior, genere la información deseada en escenarios futuros del atleta.

Los tres procesos deben cumplir, en la medida de lo posible, las siguientes características:

- Flexibles: de tal forma que se adecúen a las necesidades de distintas disciplinas u orientaciones del programa de entrenamiento;

- Integrados: capaces de sintetizar fuentes de datos, información y conocimiento (conclusiones, predicciones, ...) divergentes entre sí (voz, texto, imagen, video, ...);
- Eficientes: con una relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados por el usuario;
- Automatizados: con el apoyo de las TIC controlando los procesos para sustituir a operadores humanos;
- En tiempo real: donde la reacción del sistema a eventos externos debe ocurrir durante la evolución de éstos, sin demora para la obtención de resultados;
- Fiabiles: evitando condiciones o mecanismos intrusivos que desvirtúen la veracidad de los datos obtenidos en las pruebas.

## 3. PROPUESTA PARA LA ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN.

La figura 1 muestra la arquitectura del sistema *airfit*<sup>TM</sup> Athletics que permite la adquisición de datos con los objetivos propuestos anteriormente. Sus componentes son:

- la máquina huésped (Figura 1.A) donde reside *airfit*<sup>TM</sup> Athletics (*hosting*) que es el centro de toda la arquitectura. Sus funciones son alojar todo el sistema de información, incorporando los sistemas de seguridad y respaldo y la conexión a los otros componentes vía Internet;
- un PC (Figura 1.B) cliente del *hosting* con conexión a la cámara de vídeo (Figura 1.G);
- un móvil (Figura 1.C) cliente del *hosting* y con conexión GPS con los satélites (Figura 1.E) y vía bluetooth con una camiseta de tejido inteligente (Figura 1.F);



textualmente en el sistema de información;

- gracias a los servicios de geolocalización del móvil y la conexión a otros servidores de Internet, todos los datos referentes al clima (pe.: temperatura, presión atmosférica, ...) o a la ruta (ej.: longitud, relieve, ...) pueden incorporarse en el sistema de información de forma transparente al usuario;
- a través de la camiseta de tejido inteligente conectada vía bluetooth con el móvil, se incorporan durante la sesión la frecuencia cardíaca, el ECG, la cadencia respiratoria, la temperatura corporal, ... también de forma automática;
- finalmente, a través de la cámara de video conectada al PC, mediante técnicas de visión Artificial, es posible obtener en tiempo real cualquier dato observable en el propio escenario de entrenamiento de forma no intrusiva (pe.: tiempos de las pruebas, máximo, mínimo y media de las longitudes de las zancadas, grado de elevación de las rodillas, distancia de batida,...). Este aspecto es vital para la disponibilidad y fiabilidad de los datos en tiempo real.

Por tanto, con esta propuesta, la adquisición de datos para el sistema de información cumple las características establecidas en el apartado anterior:

- se adecúa para las distintas especialidades del atletismo y orientaciones de entrenamiento mediante la flexibilidad de las técnicas de visión Artificial y la configuración del sistema de información;
- todos los procesos integran la información (texto, voz, imagen y

vídeo) en el máquina huésped de *airfit™* Athletics;

- se automatiza la introducción de información en el sistema de gran parte de datos relevantes (pe.: fecha, hora, tiempo atmosférico, ruta,... y cualquier dato observable de las pruebas) y se semi-automatiza el resto (pe.: dictado vía voz).
- la usabilidad de los dispositivos (PC, móvil, camiseta y cámara) permite realizar una adquisición de datos eficiente obteniendo un gran volumen de información con escasa inversión de tiempo;
- gracias a las técnicas de visión Artificial y la textrónica junto con el móvil y la conexión a internet, se obtienen los datos requeridos en tiempo real;
- finalmente, las tecnologías y técnicas propuestas no implican sistemas intrusivos que mitiguen la fiabilidad de los datos obtenidos.

#### **4. PROPUESTA PARA LA EXTRACCIÓN DE CONOCIMIENTO.**

Desde 1997, la NBA dispone de un software (Bhandari, 1997) que utiliza todos los registros guardados de cada evento en cada juego: pases, encestes, rebotes y doble marcaje a un jugador por el equipo contrario, entre otros. El objetivo es ayudar a los entrenadores a aislar eventos que no detectan cuando observan el juego en vivo o en película.

Desde el año 2000, AC Milán utiliza un sistema inteligente para prevenir lesiones. El sistema es alimentado por datos de cada jugador, relacionados con su rendimiento, alimentación y respuesta a estímulos externos, que se obtienen y analizan cada quince días. Actualmente el sistema dispone de 5.000 casos registrados que

permiten predecir alguna posible lesión.

Estos son solo dos claros ejemplos de la aplicación de una disciplina de la Inteligencia Artificial, la Minería de Datos, dentro del campo deportivo. Esta disciplina se basa en la siguiente diferenciación:

- Los datos son la mínima unidad semántica, y se corresponden con elementos primarios de información que por sí solos son irrelevantes como apoyo a la toma de decisiones. También se pueden ver como un conjunto discreto de valores, que no dicen nada sobre el por qué de las cosas y no son orientativos para la acción. Un número telefónico o un nombre de una persona, por ejemplo, son datos que, sin un propósito, una utilidad o un contexto no sirven como base para apoyar la toma de una decisión.
- La información se puede definir como un conjunto de datos procesados que tienen un significado (relevancia, propósito y contexto) y que, por lo tanto, son de utilidad para quien debe tomar decisiones, al disminuir su incertidumbre. Los datos se pueden transformar en información

añadiendo valor mediante la contextualización, la categorización, los cálculos y la condensación.

- El conocimiento es una mezcla de experiencia, valores, información y “saber hacer” (*know-how*) que sirve como marco para la incorporación de nuevas experiencias e información y es útil para la toma de decisiones. El conocimiento se deriva de la información, así como la información se deriva de los datos. Para que la información se convierta en conocimiento es necesario realizar acciones como la comparación con otros elementos y la búsqueda de conexiones.

La Figura 2. muestra las relaciones entre los datos, la información y el conocimiento: cada nivel reduce la cantidad del nivel anterior y aumenta su calidad. Por tanto, lo deseable es extraer el conocimiento a partir de la información.

La Minería de Datos se puede definir como un proceso no trivial de extracción de conocimiento para identificar patrones que sean válidos, novedosos, potencialmente útiles y entendibles, a partir de la información disponible.

Figura 2. Relación entre datos, información y conocimiento.



Por un lado, no se trata sólo de métodos estadísticos que se utilizan principalmente para validar hipótesis preexistentes. Con la Minería de Datos es posible hacer evidentes las relaciones ocultas entre sucesos. En particular, un resultado interesante generado por el sistema de Minería de Datos de la NBA fue uno hasta entonces no observado por los entrenadores de los New York Knicks. El doble marcaje a un jugador puede generalmente dar la oportunidad a otro jugador de encestar más fácilmente. Sin embargo, cuando los Chicago Bulls jugaban contra los Knicks, se encontró que el porcentaje de encestes después de que al centro de los Knicks, Patrick Ewing, le hicieran doble marcaje era extremadamente bajo, indicando que los Knicks no reaccionaban correctamente a los dobles marcajes. Para saber el porqué, el cuerpo de entrenadores estudió cuidadosamente todos los videos de los partidos jugados contra Chicago. Observaron que los jugadores de Chicago rompían su doble marcaje muy rápido de tal forma que podían tapar al encestadador libre de los Knicks antes de prepararse para efectuar su tiro. Con este conocimiento, los entrenadores crearon estrategias alternativas para tratar con el doble marcaje.

Por otro lado, los problemas actuales se diferencian de los clásicos en que el número de datos a analizar es mucho mayor y, como consecuencia, las técnicas estadísticas clásicas no pueden ser aplicadas. En cambio, esta disciplina de la Inteligencia Artificial también permite tratar grandes volúmenes de información y una gran cantidad de variables predictivas, hasta varios millares.

“Un principio clásico de la Estadística, el principio de la parsimonia, esto es, trabajar con pocas variables, ahora ya no es válido (aunque siempre es deseable llegar a formular modelos simples). Para describir la realidad, cuantas más variables tengamos mejor, más ricas, más globales, más coherentes serán las descripciones y más fácil será detectar lo inesperado, es decir, aquello que no teníamos previsto y que resulta valioso para entender mejor el comportamiento de algún grupo de individuos” (Aluja, 2000).

Por todo ello, *airfit*<sup>TM</sup> Athletics propone la incorporación de la Minería de Datos en la gestión de programas de entrenamiento de atletas con el objetivo, por ejemplo, de “sacar a la luz” las variables que determinan los mejores rendimientos.

## **5. PROPUESTA PARA LA PREDICCIÓN DE INFORMACIÓN.**

La Minería de Datos automatiza el proceso de encontrar información predecible (comportamientos y tendencias) a partir de grandes bases de datos. Preguntas que tradicionalmente requerían un intenso análisis manual, ahora pueden ser contestadas directa y rápidamente desde los datos.

En este sentido, a partir del histórico de sesiones de un atleta se pueden predecir los resultados en una prueba futura considerando los condicionamientos de ésta (pe.: tiempo atmosférico, geolocalización,...).

En particular, para el caso de los corredores de fondo, se puede aproximar el escenario de entrenamiento al escenario de la prueba mediante la Correspondencia de Patrones de la Inteligencia Artificial combinado con las técnicas de

geolocalización. De esta manera, el sistema puede localizar un circuito en la zona de entrenamiento de longitud y relieve similares a los de la prueba convocada.

## 6. CONCLUSIONES.

*airfit*<sup>TM</sup> Athletics es una propuesta I+D+i que combina diversos dispositivos (móvil, PC, cámara de video, camiseta de tejido inteligente, Internet), tecnologías (geolocalización, tetrónica) y disciplinas de la Inteligencia Artificial (Reconocimiento de Voz, Visión Artificial, Minería de datos, Correspondencia de Patrones) para la gestión de programas de entrenamiento en atletismo.

Sus ventajas son proporcionar una adquisición de la información, extracción del conocimiento y predicción de información de forma flexible (adecuada a cualquier disciplina), integrada (combinando voz, texto, imágenes y vídeo), eficiente (sin una fuerte inversión de tiempo), automatizada (de forma transparente al usuario), fiable (sin mecanismos intrusivos) y en tiempo real (durante la propia sesión de entrenamiento).

Frente a las metodologías tradicionales, *airfit*<sup>TM</sup> Athletics no requiere profundos conocimientos en estadística y no está limitado en el número de variables y a relaciones lineales entre las variables o distribuciones gaussianas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Toffler, A. (1974) *El shock del Futuro*. Plaza y Janés, colección El arca de papel, Barcelona.
- Davenport, T.; Prusak, L. (1998), *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*, Harvard Business School Press.
- Pino, J., Padilla, C., Moreno, M.I., Pérez, J. y Gómez, M. (2008) *Nuevas tecnologías aplicadas a la cuantificación en fútbol*. KRONOS, 12, 22-28. 1579-5225
- 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.
- Clever Path Predictive Analysis Server. Computer Associates International [http://supportconnectw.ca.com/public/cppas/cppredict\\_analysis\\_svr\\_supp.asp](http://supportconnectw.ca.com/public/cppas/cppredict_analysis_svr_supp.asp)
- Bhandari, I. (1997) Advanced Scout: Data Mining and Knowledge Discovery in NBA Data. *Data Mining and Knowledge Discovery*, ACM. vol 1 pp. 121-5. ISSN:1384-5810.
- Aluja, T. (2000) *Los nuevos retos de la estadística: el Data Mining*. Ed. AEDEMO, Investigación y Marketing, vol. 34, nº 3, pp.34-9 ISSN: 1131-6144.