



RCCI Vol. 2, No. 1-2 ENERO- JUNIO, 2008 p. 11-19

Sistema Informático para análisis y procesamiento de datos de los computadores de a bordo de la serie AGM-200X

Informatic System for analysis and data processing of the "on board" computers of the AGM-200X serie

Juan Carlos Sepúlveda Peña*, Carlos Lago González, Alejandro Rosete Suárez, Roberto Sepúlveda Lima y Javier Lorenzo

¹Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Calle 114 No. 11901 e/ 119 y 127, Marianao, Ciudad de La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: jcarlos@ceis.cujae.edu.cu

Resumen

Con el auge de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el abaratamiento del uso de los sistemas de navegación asistidos por satélites, cada día son más comunes los sistemas de control de flota y los computadores de a bordo, con el objetivo de elevar la eficiencia en el uso de los recursos técnicos y humanos. Tanto los sistemas de control de flota como los computadores de a bordo precisan de un autómata y un sistema informático que procese los datos registrados por el autómata. El presente artículo versa sobre del Sistema Informático de Recuperación, Análisis y Procesamiento de Datos de los Computadores de a bordo de la serie AGM-200X aplicados en la agricultura, el cual ya ha sido probado exitosamente en empresas de Brasil y Australia. Este sistema fue desarrollado a partir del modelo de Sistema de Análisis de Datos de Ordenadores de a Bordo (SIANDOB). Se detallan los módulos y capas que forman el modelo y las características del software resultante de su aplicación práctica.

Palabras clave: Agricultura de precisión, computación ubicua, computador de a bordo.

Abstract

With the boom of TICs and the depreciation of the use of satellite-aided shipping systems, automatic vehicle location and on board computers become increasingly common in order to increase the efficiency of technical and human resources. Both automatic vehicle location and on board computers require an automaton and a computer system to process the data recorded by the automaton. The current paper focuses on the Software Application System for Collecting, Analyzing and Processing Data from the AGM-200X Series On Board Computers applied to agriculture. This system has been successfully tested in Australian and Brazilian companies. It the result of the application of the SIANDOB model. The components and layers that form the model and the characteristics of the software resulting from the practical application of the model are explained.

Keywords: Agriculture of precision, on board computer, ubiquitous computer.

Introducción

Existen varias definiciones del término "Computador de a bordo" (OBC por sus siglas en Inglés, *On Board Computer*), siendo la definición más general la que lo define como un dispositivo capaz de capturar, almacenar, manipular, analizar y visualizar una amplia variedad de datos provenientes de un sistema móvil (Wong & Hong, 2004).

Otra definición de computador de a bordo, más cercana a la agricultura de precisión, es la enunciada en (Fiechter, 2003) donde se plantea que es un dispositivo, o conjunto de dispositivo que permiten controlar el funcionamiento de una maquinaria agrícola y a través de sensores registrar parámetros geo-referenciados o no, del campo agrícola para su procesamiento.

Una definición más completa a criterio del autor podría ser: Dispositivo o conjunto de dispositivos adicionados a, o formando parte de, un sistema móvil, capaz de realizar de forma automática una serie de operaciones regulatorias, de chequeo y registro de parámetros y variables del sistema móvil y/o su entorno, para su procesamiento en tiempo real o diferido. Entiéndase por conjunto de dispositivos el hecho de que se necesitan además de un autómata, una serie de sensores, actuadores, transmisores etc.

El objetivo de los computadores de a bordo es aumentar la productividad, el control y la seguridad, a través del registro de todas las operaciones realizadas por el conductor y las desarrolladas por el vehículo (FUL-MAR, 2005).

Los datos recolectados pueden ser registrados en una base de datos, con el objetivo de realizar adecuadamente los mantenimientos programados, así como otros análisis posteriores sobre el comportamiento de los mecanismos controlados (Sepúlveda *et al.*, 2008b; Sepúlveda *et al.*, 2008d).

Los sistemas de computador de a bordo están comúnmente formados por un autómata, instalado en el vehículo con diferentes sensores, que registran y transmiten los valores de las distintas variables, y por otra parte el sistema de análisis de los datos, que usualmente se ejecuta en una computadora remota, y es el encargado de procesar de forma centralizada los datos recibidos desde el autómata. Los sistemas de seguimiento automatizado de vehículos (AVL) trabajan usando este esquema o un esquema similar (Fiechter,

2003). En la Figura 1 se muestra la interacción entre el autómata (Computador de a bordo), el sistema informático encargado de analizar los datos recopilados por este y la posible interacción con otros sistemas. En dicha Figura está representados en líneas discontinuas aquellos tipos de comunicación los cuales pueden o no existir. Por ejemplo no es indispensable el uso de servidores de mapas, pero su utilización puede elevar grandemente las prestaciones del sistema.

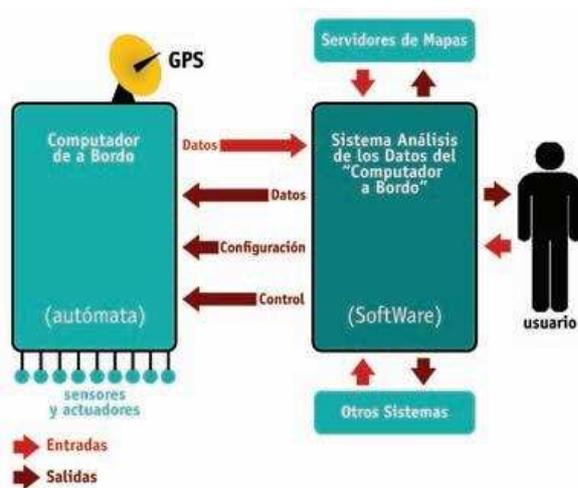


Fig. 1. Diagrama de interacción del autómata y el sistema de análisis de los datos. (Sepúlveda et al., 2008b; Sepúlveda et al., 2008d).

Los computadores de a bordo se han venido utilizando en el campo de la agricultura, con el fin de buscar nuevas alternativas que ofrezcan al sector agrícola un cambio en la forma de manejo de la producción, deviniendo con ello una nueva forma de agricultura llamada Agricultura de Precisión (AP) (Esquivel, 2007). La introducción de los computadores de a bordo en la agricultura ha permitido un mejor aprovechamiento de los recursos técnicos y materiales además de apoyar la toma de decisiones en el proceso productivo. Todo lo anterior con la finalidad de mejorar el rendimiento de los cultivos y la calidad ambiental.

La estructura de los computadores de a bordo utilizados en la agricultura es bastante similar a la usada en otros tipos de flotas y/o vehículos (Sepúlveda et al., 2008a). El desarrollo de computadores de a bordo es un área dominada casi exclusivamente por empresas, cada una de las cuales guarda celosamente sus algoritmos y modelos de sistemas. En el mundo académico y científico es muy escaso lo publicado en esta área (Sepúlveda et al., 2008b; Sepúlveda et al., 2008d). El principal resultado de este artículo es presentar un Sistema Informático de recuperación,

análisis y procesamiento de datos de los computadores de a bordo de la serie AGM-200X aplicados en la agricultura.

El desarrollo del sistema fue basado en el modelo "SIANDOB" (modelo de Sistema Informático de análisis de Datos de Ordenadores de a bordo) desarrollado por especialistas del Centro de Estudio de Ingeniería de Sistemas (CEIS) perteneciente a la CUJAE.

Breve descripción del modelo SIANDOB

A pesar de que se han desarrollado varios sistemas de análisis de computadores de a bordo, no existía un modelo que describiera este tipo de sistemas, de manera que pueda usarse como guía para el desarrollo de sistemas nuevos, así como referencia para la comparación de sistemas de este tipo. Esta sección introduce el modelo SIANDOB (Sepúlveda et al., 2008a; Sepúlveda et al., 2008b; Sepúlveda et al., 2008d) que luego será usado como referencia en las secciones siguientes. El modelo para su comprensión se divide en modelo de entrada y de salida.

Capas del modelo de entrada de datos

El modelo de entrada agrupa principalmente las capas y módulos relacionados con la entrada de datos al sistema informático que implemente al modelo SIANDOB. Los datos de entrada pueden provenir del computador de a bordo o de sistemas externos con los cuales interactúa el sistema informático.

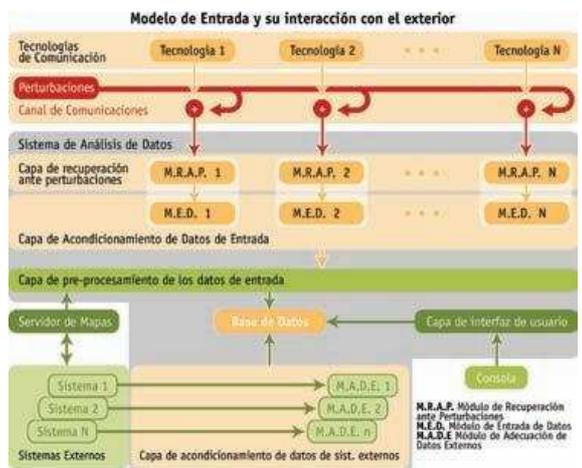


Fig. 2. Diagrama del modelo de entrada.

El modelo de entrada puede desglosarse en las siguientes capas:

1. Capa de recuperación ante perturbaciones en los datos de entrada.
2. Capa de acondicionamiento de datos de entrada provenientes del computador de a bordo.
3. Capa de pre-procesamiento de datos.
4. Capa de acondicionamiento de datos provenientes de sistemas externos.
5. Capa de interfaz de usuario.

Descripción de cada capa:

1. Capa de recuperación ante perturbaciones en los datos de entrada: Es la encargada de filtrar los datos de entrada de forma tal que la entrada de datos sea inmune ante un nivel de perturbación aceptable. En la capa de recuperación de datos debe existir al menos un módulo de recuperación ante perturbaciones (M.R.A.P.) por cada tipo de entrada. Igualmente como existen distintos tipos de formas de entradas de datos debe existir también al menos un módulo de entrada de datos (M.E.D.) por cada tipo de acceso a los datos de entrada.

2. Capa de acondicionamiento de datos de entrada provenientes del computador de a bordo: Las distintas tecnologías imponen diferentes retos a la forma en que se transmiten y procesan los datos, sin embargo para poder ser almacenado de una manera estándar los datos provenientes de distintas fuentes, distintos protocolos y distintas tecnologías tienen que ser normalizados. La capa de acondicionamiento de datos de entrada es la encargada de realizar esta tarea. De esta forma una vez almacenados los datos para su análisis, es indiferente cuál fue la tecnología usada para su adquisición y transmisión.

3. Capa de pre-procesamiento de datos: Esta capa no es imprescindible, pero se aconseja realizar algún pre-procesamiento a los datos durante su entrada con el objetivo de facilitar el posterior análisis y procesamiento de dichos datos, así como facilitar la generación de los reportes de salida. Partiendo de que la entrada de los datos, para cada dato, se realiza solamente una vez, mientras que el uso de estos para la generación de reportes y/o análisis del comportamiento de la maquinaria es teóricamente infinita, el almacenamiento de los datos con un grado de pre-procesamiento que facilite su posterior uso es muy ventajoso y eleva considerablemente la eficiencia del Software.

4. Capa de acondicionamiento de datos provenientes de sistemas externos: Esta capa es la encargada de interactuar con otros tipos de siste-

mas externos de los cuales extraer datos, tales como sistemas de recursos humanos, sistemas de control de la maquinaria agrícola etc.

5. Capa de interfaz de usuario: La función de esta capa es brindar una interfaz amigable con el operador del sistema informático para la entrada de datos.

Capas del modelo de salida de datos

El modelo de salida agrupa las capas y módulos relacionados con la salida de datos del sistema informático. Los datos de salida pueden ir dirigidos hacia el autómata o hacia otros sistemas informáticos.

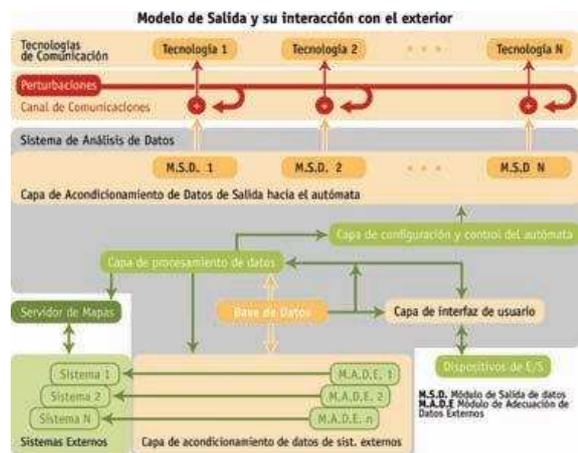


Fig. 3. Diagrama del modelo de salida.

El modelo de entrada puede desglosarse en las siguientes capas:

1. Capa de interfaz de usuario.
2. Capa de procesamiento de datos.
3. Capa de configuración y control del autómata.
4. Capa de acondicionamiento de datos de salida hacia el autómata.
5. Capa de acondicionamiento de datos a sistemas externos.

Descripción de cada capa:

1. Capa de interfaz de usuario: La función de esta capa es brindar una interfaz amigable con el operador del sistema informático para la entrada de datos.

2. Capa de procesamiento de datos: Esta capa es la encargada de realizar el procesamiento solicitado. Va a contener los algoritmos necesarios para dar respuesta a las necesidades del sistema. Las prestaciones, potencialidades y utilidad del

sistema van depender en alto grado de las particulares de esta capa. Esta capa a su vez debe estar organizada de forma modular de manera que sea fácil la inclusión y/o modificación de funcionalidades al sistema.

3. Capa de configuración y control del autómata: Es la encargada de suministrar la información necesaria para la configuración y control del autómata.

4. Capa de acondicionamiento de datos de salida hacia el autómata: En dependencia de las características del autómata y/o del método de comunicación empleado, los datos que se envían hacia el autómata deben ser acondicionados de una forma u otra. Esta capa realiza la función inversa a la capa de acondicionamiento de datos que se especificó en el modelo de entrada.

5. Capa de acondicionamiento de datos a sistemas externos: La función de esta capa es la de acondicionar los datos de salida del sistema a un formato entendible por esos otros sistemas. Ejemplos de tales sistemas lo son Map Info (Map-Info, 2007), MS Excel (Microsoft, 2008), entre otros.

Base de datos

La Base de Datos (BD) es común tanto para el modelo de entrada de datos como para el modelo de salida de datos. La estructura específica de la BD, depende de las particularidades del sistema, sin embargo existen algunos datos que son comunes a casi todos los sistemas de computadores de a bordo, estos son los referentes a los operadores de la maquinaria, el parque de equipos agrícolas, códigos de cada tipo de operación, y los datos pre-procesados o no, provenientes del autómata.

Sistema de Gestión de la Maquinaria Agrícola (SGMA)

El Sistema de Gestión de la Maquinaria Agrícola (SGMA) fue desarrollado a partir de las especificaciones del Modelo SIANDOB, desarrollado por especialistas del CEIS. El sistema analiza y procesa los datos primarios captados por los computadores de a bordo (Autómatas) AGM-200, AGM-200A y el AGM-200B". Dichos autómatas fueron desarrollados por la empresa cubano-brasileña TechAgro. El sistema informático lleva 2 años de explotación exitosa en Brasil y una versión en inglés del mismo ha tenido gran aceptación en el mercado australiano (Haigh, 2006; Caneharvesters, 2006; Esquivel *et al.*, 2008).

El desarrollo del sistema se hizo utilizando una arquitectura basada en componentes (Sepúlve-

da, *et al.*, 2008c), con el objetivo de hacer más fácil la reutilización de códigos así como su mantenimiento.

El lenguaje de programación utilizado fue el "Object Pascal" y la plataforma de desarrollo usada fue el "Borland Developed Studio 2006". Para el acceso a la BBDD se usó el componente "ZeosLib DBO" (ZeosLib, 2006) el cual es libre, de código abierto, multiplataforma y multi-gestor de BBDD. Los gestores de BBDD con los cuales se ha probado comercialmente el sistema han sido MySQL 5.0 (MySQL, 2006) y Oracle 9i (ORACLE, 2008). La elección de MySQL se debió a su condición de software libre y por cumplir completamente con los requerimientos para ser usado en el sistema.

El uso de Oracle estuvo condicionado por necesidades específicas de algunos clientes importantes, entre los que se encontraban el grupo COSAN (COSAN, 2008), Usinas Itamarati (Itamarati, 2008) y la usina "Novo America" entre otros. Sin embargo, por la concepción del sistema y el componente usado para la conexión a la BBDD, podría usarse también MS-SQL Server (Microsoft, 2008), InterBase, FireBird (FireBird, 2008) y PostgreSQL (PostgreSQL, 2008). Otros gestores también pueden ser usados, pero solo a través de una conexión ODBC.

Para la manipulación de mapas se usó el componente libre y de código abierto denominado "Shape Viewer Objects" (SVO) desarrollado por "Ecological Software Solutions" (Ecostats, 2008). Hay que señalar que gracias a ser un software de código abierto fue posible adaptarlo a las necesidades del sistema desarrollado ya que la versión descargada inicialmente de Internet no cumplía con todos los requerimientos necesarios.

Para la exportación de datos hacia MS Excel se utilizó el componente libre y de código abierto "OfficePartner" desarrollado por la compañía de software TurboPower (TurboPower, 2008), mientras que la generación de reportes impresos utiliza el componente libre y de código abierto "FreeReport" versión 2.3 (FreeReport, 2008).

Características Generales del SGMA

A continuación se detallan las características principales del "Sistema de Gestión de la Maquinaria Agrícola" desarrollado a partir del modelo SIANDOB.

1. El sistema ha sido optimizado para trabajar con una Base de datos MySQL Server versión 5.0, aunque puede trabajar con otros como Oracle 9i.

2. Permite configurar de forma personalizada los códigos de paradas, acorde a los usados por cada usina.

3. Permite la impresión o exportación de los resultados del procesamiento en formato de "Valores Separados por Coma" (CSV, por sus siglas en inglés), o en formato nativo de Microsoft Excel. También permite exportar el resultado del procesamiento en formato XML.

4. Visualización del recorrido de las cosechadoras durante el tiempo de operación, atoro y durante el tiempo de parada, siempre y cuando el AGM-200 este energizado.

5. Exportación a formato .dxf, tiff o jpg georeferenciado del mapa con el recorrido de la cosechadora, el cual puede ser cargado por cualquier sistema de información geográfica o por Autocad.

6. Detección automática de los tiempos de atoro, tiempo efectivo de corte y tiempo de maniobra sin necesidad de la intervención del operador de la cosechadora. Único sistema capaz de registrar y detectar el atoro de forma automática en la cosecha de la caña de azúcar (Sepúlveda *et al.*, 2009). Es el primer sistema comercial capaz de detectar y registrar de forma automatizada los tiempos perdidos por atoro de la cosechadora cañera. No existe referencia en la literatura consultada de otro sistema con estas funcionalidades.

7. Visualización de forma separada en un mapa del recorrido de la cosechadora durante el tiempo efectivo de corte, el tiempo de maniobra, el tiempo de atoro y durante el tiempo de parada.

8. Visualización de forma grafica en el tiempo, el comportamiento de las variables registradas, tales como velocidad, presión del disco de corte etc.

9. Posibilidad de registrar dos variables analógicas adicionales que pueden ser personalizadas para cada usuario en particular. Previa instalación de los sensores correspondientes en la cosechadora, los cuales no son incluidos en la configuración básica del sistema.

10. Posibilidad de registrar el tiempo de activación de 3 señales digitales adicionales que pueden ser personalizadas para cada usuario en particular. Previa instalación de los sensores correspondientes en la cosechadora, los cuales son incluidos en la configuración básica del sistema.

11. Generación automática de mapas de rendimiento (Lago *et al.*, 2008).

12. Según la bibliografía consultada no existe

referencia de la existencia anterior de un sistema comercial para la generación automatizada de mapas de rendimientos en la caña de azúcar. Existen trabajos anteriores para la generación de mapas de rendimiento en la caña de azúcar por diferentes autores (COX 1997) (Cerri & Magalhães, 2003; Cerri & Magalhães, 2005; Biagi, Sérgio & Magalhaes, 2007), pero en estos casos hacen uso de sistemas de información geográfico y otros sistemas informáticos de propósito general para la obtención de los mapas de rendimientos en varios pasos y usando varias herramientas.

13. Exportación de los mapa en varios formatos como son .Tiff, .Jpg.

14. Facilidades de reportes gráficos para una fácil interpretación de los resultados.

Módulos de SGMA

El sistema fue desarrollado en varios módulos independientes, los cuales implementan las funcionalidades de una o varias capas del modelo SIANDOB.

Módulo Principal: Como su nombre lo indica en este módulo es el encargado de gestionar el uso de los demás módulos, los cuales pueden ser adicionados en forma de "plug-in".

Módulo de Carga de Datos desde Archivos: Este módulo esta materializado en el ejecutable nombrado "LoadData.exe" e implementa las funcionalidades de las siguientes capas para los datos provenientes desde una memoria extraíble (*compact flash*).

-
1. Capa de recuperación ante perturbaciones.
 2. Capa de acondicionamiento de datos de entrada.
 3. Capa de pre-procesamiento de los datos de entrada.

Módulo de Carga de Datos desde GPRS: Este módulo fue concebido como un "Web Service", el cual recibe los datos provenientes por la Red a través de un protocolo TCP/IP. Estos datos llegan directamente desde cada uno de los móviles los cuales usan un MODEM GPRS para el envío de los datos "on line" (en línea).

Este módulo implementa las funcionalidades de las siguientes capas para los datos provenientes desde cada uno de los móviles.

-
1. Capa de recuperación ante perturbaciones.
 2. Capa de acondicionamiento de datos de en-

trada.

3. Capa de pre-procesamiento de los datos de entrada.

Los datos recibidos por el servidor son almacenados en la BBDD. Para las capas y algoritmos del módulo de salida no hay diferencia entre los datos almacenados mediante el módulo de carga de datos GPRS y los datos almacenados vía dispositivo USB (*Memoria Compact Flash*).

La capa de recuperación ante perturbaciones en este módulo comprende los mismos problemas del módulo de carga de datos desde compact flash, pero se le adicionan otros causados por la red telemática.

Módulo de configuración y control: En este módulo se incorporaron las funcionalidades previstas en la Capa de Acondicionamiento de Datos de Salida hacia el autómata y de la capa de acondicionamiento de datos de sistemas externos.

Módulo de procesamiento y reportes: Dentro de este modulo se encuentran las funcionalidades de la capa de procesamiento y de la capa de acondicionamiento de datos a sistemas externos.

Muestras de pantallas del sistema

A continuación se muestran varias pantallas del SGMA. En la Figura 4 se muestra un mapa del recorrido realizado por la cosechadora durante su labor en un campo de cultivo. El mapa muestra de forma diferenciada, por el color, el estado de la cosechadora en cada punto. También se muestra los valores muestreados de las variables en un punto (R.P.M. del motor, presión de corte, velocidad de la cosechadora etc.). La Figura 5 muestra el comportamiento de la variable "Presión" durante un rango de tiempo escogido, igualmente muestra un gráfico de pastel donde se comparan variables seleccionadas por el usuario.

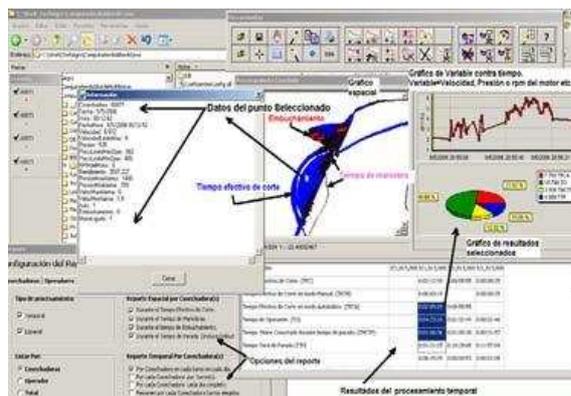


Fig. 4. Muestra de varias facilidades de reportes textuales y gráficos.



Fig. 5. El diagrama es una muestra de las facilidades de seguimiento gráfico de distintas variables.

Conclusiones

El sistema informático denominado SGMA fue desarrollado a partir del modelo SIANDOB y ha sido comercializado en Brasil desde Marzo de 2006 y en Australia desde Septiembre de 2007.

Es el primer sistema comercial capaz de detectar y registrar de forma automatizada los tiempos perdidos por atoro de la cosechadora cañera. Es el primero también en realizar de forma automatizada mapas de rendimientos en la caña de azúcar sin la necesidad de herramientas auxiliares (SIGs, tabuladores electrónicos, etc.) para la visualización y creación del mapa o para el preprocesamiento de los datos registrados por el autómata. No existe referencia en la literatura consultada de otro sistema con estas funcionalidades.

El uso del SGMA facilita la gestión y control de la maquinaria agrícola al tenerse un completo monitoreo de la explotación de dicha maquinaria. Su uso también facilita la toma de decisiones por parte de los administradores agrícolas al poder contar con los mapas de rendimiento de cada campo cultivado.

Referencias

Biagi, N., Sérgio, P. & Magalhaes, G. Sistema de monitoreo de la cosecha de caña de azúcar para elaborar mapas de rendimiento, 2007. Disponible en: [http://www.agriculturadeprecision.org/monrend/SistemaMonitoreoCaniaAzucarParaMapas-Rendimiento.htm] Consultado: [12 de diciembre de 2007].

- Caneharvesters, Cuban Automated Harvester Control Demo Mackay, 2006. Disponible en: [http://www.caneharvesters.com/index2.php?option=content&do_pdf=1&id=210] Consultado: [abril 2008].
- Cerri, D. G. P. & Magalhães, P. S. G. 'La Aplicación de la Agricultura de Precisión en Cultivos de Caña de Azúcar en Brasil', In ASAE Annual Internacional Meeting, 2003. Las Vegas, Nevada, USA.
- Cerri, D. G. P. & Magalhães, P. S. G. 'Monitoreo de Rendimiento en Caña de Azúcar', In ASAE Annual Internacional Meeting, 2005. Tampa, Florida, USA.
- COSAN. Sitio Web Oficial del Grupo COSAN 2008. Disponible en: [<http://www.cosan.com.br/>] Consultado: [5 enero de 2008].
- Cox, G., Harris, H., Pax, R. 'Development and Testing of a Prototype Yield Mapping System' in Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technologists. 1997.
- Ecostats. Sitio Web oficial del grupo de desarrollo del componente SVO. 2008. Disponible en: [<http://www.ecostats.com/>] Consultado: [5 enero de 2008].
- Esquivel, M. 'Precision Agriculture in Sugarcane', In TechAgro Pacific Pty. Ltd. Herbert Cane Productivity Services Ltd. Australia., Australian Agricultural College Corporation Burdekin Campus, 2007.
- Esquivel, M., Hernández, B., Fernández, F., Marro, S., Ponce, E., Quintana, L., González, L., Marrero, G., Mayet, A., Muñoz, R. & García, J. 'Agricultura de precisión en la caña de azúcar'. Mapping Interactivo, 2008.
- Fiechter, C.-N. G., M H.; Grill, Daniel; Kaufmann, Rainer; Engelhardt, Thorsten; Bertsche, Achim, Method and system for condition monitoring of vehicles, United States Patent 6609051, (patent), 2003.
- FireBird. Sitio oficial del grupo de desarrollo del gestor de Base de Datos FireBird, 2008. Disponible en: [<http://www.firebirdsql.org/>] Consultado: [5 enero de 2008].
- FreeReport. Sitio Web oficial de descarga del componente FreeReport, 2008. Disponible en: [<http://www.fast-report.com/en/products/free-report-generator-for-delphi.html>] Consultado: [5 Enero de 2008].
- FUL-MAR. Empresa desarrolladora de computadores de a bordo y sus softwares asociados. FUL-MAR S.A. 2005. Disponible en: [<http://www.ful-mar.com.ar>] Consultado: [20 de septiembre de 2007].
- Haigh, I. 'On Cuban Technology – Base Cutter Height Control, Forward Speed Regulator, Yield Monitor and Mapping', Tropical City Group Meeting Innisfail. Grower Innovation Virtual Expo (GIVE), 2006.
- Itamarati, Sitio Web Oficial de Usinas Itamarati, 2008. Disponible en: [<http://www.usinasitamarati.com.br/>] Consultado: [5 enero de 2008].
- Lago, C., Peña, J. C. S., Lorenzo, J., Fernández, F. & Camacho, A. 'Generación automática de mapas de rendimiento en el cultivo de la caña de azúcar con soporte de la tecnología GPS', en IV Conferencia Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCIENCIA 2008). II Taller de Aplicaciones Informáticas para la Automatización, Universidad de las Ciencias Informáticas, Ciudad de La Habana, Cuba, 2008.
- MapInfo. Sitio oficial de la empresa 'Pitney Bowes Business', desarrolladora del producto de software MapInfo, 2007. Disponible en: [<http://www.mapinfo.com/>] Consultado: [marzo, 2007].
- Microsoft. Sitio Web oficial de la empresa Microsoft, 2008. Disponible en: [www.microsoft.com/] Consultado: [5 enero de 2008].
- MySQL. Sitio oficial del grupo de desarrollo del gestor de Base de Datos MySQL. 2006. Disponible en: [<http://www.mysql.com/>] Consultado: [5 enero de 2006].
- ORACLE. Sitio Web oficial de la empresa ORACLE. 2008. Disponible en: [<http://www.oracle.com/>] Consultado: [enero de 2007].
- PostgreSQL. Sitio Web oficial del grupo de desarrollo del gestor de Base de Datos PostgreSQL,

2008. Disponible en: [<http://www.postgresql.org/>] Consultado: [5 enero de 2008].
- Sepúlveda, J. C., Hernández, Y. T., Cruz, I. L., González, C. L., González, A. C., Suárez, A. R., Lima, R. S., Lorenzo, J. & Hernández, B. 'Propuesta de modelo de referencia para sistemas informáticos de análisis de datos de computadores de "a bordo" aplicados a la agricultura de precisión' en Desarrollo de Grandes Aplicaciones de Red. V Jornadas, JDARE 2008, Alicante, España, 2008a.
- Sepúlveda, J. C., Hernández, Y. T., Cruz, I. L., González, C. L., González, A. C., Suárez, A. R., Lima, R. S., Neyra, J. L. & Uribazo, D. R. Modelo de referencia para sistemas de análisis de datos de computadores de a bordo, en Evento UCIENCIA 2008, Universidad de las Ciencias Informáticas, Ciudad de La Habana, 2008b.
- Sepúlveda, J. C., Lago, C., Rosete, A., Sepúlveda, R. & Hernández, B. 'Un algoritmo para el registro del tiempo de atoro en máquinas cosechadoras de caña. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias., Vol. 18, No. 1., 2009.
- Sepúlveda, J. C., Lago, C., Sepúlveda, R. & Rosete, A. 'Diseño de componentes para la arquitectura de sistemas con tecnologías de GPS aplicado a la agricultura de precisión y otros fines', en XIV Congreso Latino Ibero Americano de Investigación de Operaciones. CLAI0 2008, Centro de Convenciones y Exposiciones Cartagena de Indias, 2008c.
- Sepúlveda, J. C., Tirado, Y., Lago, I. L. C., Camacho, A., Rosete, A., Sepúlveda, R., Lorenzo, J. & Hernández, B. 'Modelo de Referencia para Análisis de Datos de Computadores de 'A Bordo' aplicados a la agricultura de precisión', en III Taller de Informática aplicada. 14 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura (CCIA 2008). Palacio de las convenciones, Ciudad de La Habana, Cuba, 2008d.
- TurboPower. Sitio Web oficial del grupo de desarrollo de la empresa Turbo Power, 2008. Disponible en: [<http://www.turbopower.com/>] Consultado: [5 enero de 2008].
- Wong, A. & Hong, D. 'Research and Application', Kasetsart Journal (Natural Sciences), No. 38, 2004, pp. 109-112.
- ZeosLib. Sitio Web Oficial del Grupo de desarrollo del componente ZeosLib DBO, 2006. Disponible en: [<http://zeos.firmos.at/>] Consultado: [5 enero de 2006].