

# Implementación de mapa de siembra sobre arquitectura de comunicación ISO 11783.

Natalia Iglesias, Pilar Bulacio, Elizabeth Tapia.

CIFASIS,

Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas,

Bv. 27 de Febrero 210 bis, 2000 Rosario, Argentina

{iglesias,bulacio,tapia}@cifasis-conicet.gov.ar

<http://www.cifasis-conicet.gov.ar>

**Resumen** En este trabajo se presenta el diseño de un mapa de siembra y la implementación de una arquitectura de comunicaciones para agricultura de precisión basado en el estándar ISO 11783. Se describen las etapas de: i) recolección de datos provenientes de sensores y GPS en la sembradora, ii) el procesamiento remoto mediante un sistema de gestión de información y por último, iii) la generación y envío del mapa de siembra a la sembradora. La comunicación física de los componentes intervinientes en el proceso se realiza a través de una red CAN.

**Key words:** agricultura de precisión, protocolo de comunicación, ISO 11783, mapa de siembra

## 1. Introducción

La agricultura de precisión (AP) [1] se basa en el manejo de la variabilidad de parcelas agrícolas para aumentar su productividad, reducir los insumos y así obtener mayor rentabilidad. Con este objetivo se utilizan Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)<sup>1</sup>, sensores, imágenes satelitales y aéreas, junto con Sistemas de Información Geográfico (SIG)<sup>2</sup> de modo de recolectar información para estimar dichas variaciones. En este contexto, la AP, requiere un uso intensivo de componentes de medición y control. Como resultado se obtiene un sistema electrónico complejo, que necesita de una red de comunicación de datos para el intercambio de información.

Un problema importante en AP es la construcción de un mapa de siembra. Una sembradora puede operar según un mapa de siembra realizado con las características del terreno, de las semillas y resultados de siembras anteriores. El mapa junto con el sensado de la velocidad de siembra y un GPS que brinde información de localización permitirá accionar las salidas de bocas de siembra en forma precisa. Durante el proceso de siembra, la sembradora estimará la distribución de siembra realizada y transmitirá esta información junto con la velocidad

<sup>1</sup> <http://www.gps.gov/>

<sup>2</sup> <http://www.gis.com/>

y localización para ser procesada y reutilizada posteriormente en la generación de un nuevo mapa.

En este trabajo se analiza el diseño de un mapa de siembra compatible con el estándar ISO 11783. En particular se analizan la implementación de los denominados módulos de Controlador de Tareas (TC) y Terminal Virtual (VT).

La organización de este trabajo es la siguiente. La sección 2 describe brevemente el estándar ISO 11783. La sección 3 analiza la implementación de los módulos TC y VT. Finalmente, en la sección 4 se da las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. ISO 11783

ISO 11783 [2] es un protocolo estándar de comunicación aplicable a redes seriales para el control y la comunicaciones de implementos agrícolas. El propósito de ISO 11783 es la estandarización de los métodos y formatos de transferencia de datos entre sensores, actuadores, elementos de control, unidades de almacenamiento y unidades de visualización. De forma similar al modelo de referencia de interconexión de sistemas abiertos (OSI) [4] para redes de datos, ISO 11783 es un modelo abierto de interconexión de sistemas electrónicos en equipamiento agrícola.

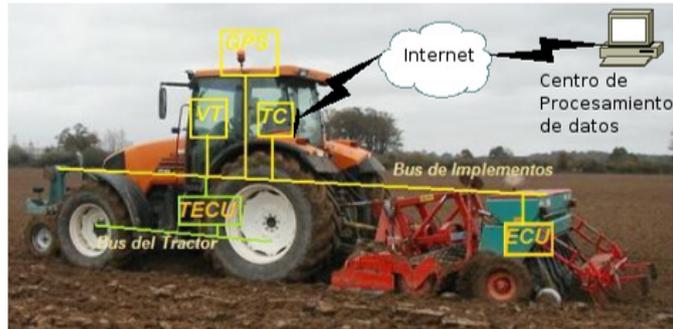
ISO 11783 está compuesto por 13 partes. Con relación al diseño de un mapa de siembra nos centraremos en aquellos aspectos de la norma que tengan que ver con la interfaz de usuario, el control de tareas y la comunicación. Una porción importante de las consideraciones del diseño de interfaz de usuario y el control están contenidas en la parte 6 y parte 10.

Los aspectos de comunicación de ISO 11783 se basan sobre el estándar CAN 2.0b [3] el cual provee las especificaciones de capa física y capa de enlace.

Brevemente, una red ISO 11783 está compuesta por dos buses de comunicación; un bus para el tractor y otro para sus implementos. Ambos buses de conectan a través de microcontroladores o Electronic Control Units (ECUs) de interconexión de red. Las especificaciones de la ECU del tractor (TECU) se detallan en la parte 9 de la norma. Sobre el bus de implementos se conectan las demás ECUs, la Terminal Virtual (VT), el controlador de tareas (TC) y el GPS. La VT (parte 6) es una interfaz de usuario provista de un display gráfico y teclas para el ingreso de datos. EL TC (parte 10) es una ECU que reside en el tractor, su función es la de gestionar las tareas a realizar, para ello emite mensajes a las demás ECUs. El TC también puede recolectar datos y planear nuevas tareas, así como realizar la comunicación con el centro de gestión (localizado en un lugar remoto). Si bien están estandarizadas las comunicaciones entre el TC y sus implementos, la comunicación entre el TC y el centro de gestión no lo está. El receptor GPS provee la información de localización, para que este sea compatible con ISO 11783, sus mensajes deben estar basados en la especificación NMEA 2000<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> <http://www.nmea.org>

Las figuras 1 y 2 describen la ubicación típicas de estos componentes y su interconexión en una máquina agrícola.



**Figura 1.** Esquema de interconexión de ISO 11783.

### 3. Diseño de mapa de siembra y arquitectura ISO 11783

El diseño de un mapa de siembra sobre ISO 11783 engloba diferentes aspectos de implementación que se encuentran distribuidos a lo largo de la norma. El mismo requiere la especificación de una arquitectura, la cual se propone en la figura 2 en base a un estudio bibliográfico realizado [6], [7], [8], [9].

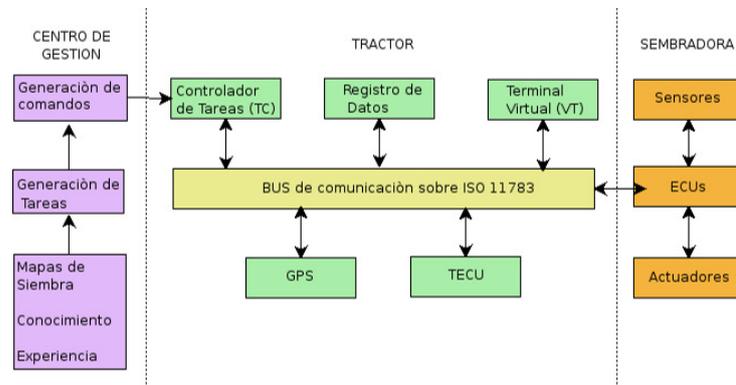
El sistema de siembra sobre el que nos basaremos está descrito en [5]. Es un sistema de alta resolución para el sensado de densidad de siembra compatible con ISO 11783.

Como herramienta de desarrollo de aplicaciones sobre la norma ISO 11783 utilizaremos y contribuiremos a la librería de código abierto ISOAgLib<sup>4</sup>, escrita en C++, la cual ya es empleada por varias empresas de renombre entre las cuales se encuentra AGCO Corp<sup>5</sup>. Los principios básicos de diseño de IsoAgLib son la modularización acorde a los diferentes componentes funcionales de ISO 11783 y el diseño en capas para hacer más fácil la adaptación a cambios de plataformas de hardware.

El sistema de comunicaciones y el mapa de siembra se implementarán sobre una PC portátil de requerimientos mínimos, equipada con interfaz RS232, USB, adaptador CAN y conexión de red inalámbrica. Se hace notar que el diseño de la aplicación será multiplataforma reconfigurable.

<sup>4</sup> <http://www.isoaglib.org/>

<sup>5</sup> <http://www.agcocorp.com/>



**Figura 2.** Arquitectura para generación de mapa de siembra.

La arquitectura constará de dos buses, el bus del tractor y el bus de implementos como indica la norma. El bus de implementos se realizará en forma física sobre una red CAN v2.0 que es un protocolo de comunicaciones serie (definido por capa física y de enlace de datos) ampliamente utilizado para la comunicación entre microcontroladores (o ECUs) que soporta control distribuidos en tiempo real de manera eficiente, dada su alta tasa de transferencia; y con un alto nivel de seguridad, dada su excelente desempeño para detección de errores y manejo de fallas. Al bus de implementos se conectarán la ECU de la sembradora, el GPS, la VT, el TC y la TECU. Mientras que al bus del tractor se conectarán la TECU y el sensor de velocidad del tractor. Tanto la VT, el TC y la TECU serán implementados de forma íntegra en la PC. La VT como interfaz de usuario de la norma ISO 11783, tiene un rol importante en la normalización del sistema, ya que es única y debe proveer servicio a todas las aplicaciones, por lo que debe cumplir con una serie de requerimientos.

El concepto de la VT se basa en que todos los nodos de la red puedan hacer uso de ella de forma exclusiva. Es por tanto necesario definir en la pantalla diferentes áreas, estableciéndose así un área de datos y un área de teclas que serán empleadas por cada nodo. Cada una de las áreas para cada nodo serán desarrolladas en diferentes pantallas que podrán visualizarse alternadamente. Siguiendo la norma cada pantalla deberá ser cuadrada y de una resolución mínima de 200x200 píxeles. Otro requerimiento sobre el VT es que deberá poder manejar alarmas en situaciones críticas y las mismas aparecerán de forma automática sobre el VT.

Para cumplir con los requerimientos mencionados se creará un *Object Pool* que no es más que una colección de objetos con todas las características de la programación orientada a objetos, siguiendo los tipos y categorías especificados

en la norma ISO 11783. Elementos como cajas de entrada y salida de textos, gráficos de medidores, círculos, líneas, etc., forman parte del Object Pool.

Al ser la VT la interfaz de los nodos (ECUs), se establece a través de lo que denominamos *Working Set* el esquema de comunicación entre ECUs y VT (instrucciones de control para entrada y salida de datos sobre la VT). Estos datos son a su vez introducidos dentro de un Object Pool para transmitirlos al VT.

El TC es el encargado de leer el mapa cargado a través del puerto USB o recibido vía Internet inalámbrica, leer los datos del GPS, procesarlos y enviar la dosis de siembra a la ECU de la sembradora sobre el bus CAN, al mismo tiempo que recolecta los datos de los sensores de siembra y velocidad y los retransmite para analizar la información y así construir nuevos mapas de aplicación.

#### 4. Conclusión

La estandarización de las comunicaciones entre el tractor y sus implementos con ISO 11783 promete ser muy beneficiosa, dado que una cantidad reducida de cables es necesaria para la interconexión de los componentes, la información está disponible y puede ser utilizada tanto por el tractor como por sus implementos y para acceder a ella una única interfaz de usuario es necesaria en la cabina del tractor.

Con el diseño de este proyecto, esperamos obtener un sistema distribuido de bajo coste basado en ISO 11783 para una aplicación de siembra extensible a cualquier aplicación VRT. El cual provea las ventajas de los sistemas plug and play, dando flexibilidad y aumentando la competitividad en la actividad agrícola, permitiendo ahorrar dinero y aumentar el rendimiento.

Asimismo, se pretende desarrollar un TC basado en un sistema experto de modo de mejorar la calidad y rapidez de las acciones para obtener mejor productividad. El sistema experto a desarrollar realizará tareas de planificación, desarrollando secuencias de acciones; y tareas de monitorización, interpretando los de datos.

#### Referencias

1. Proyecto Agricultura de Precisión - INTA Manfredi, Córdoba, <http://www.agriculturadeprecision.org>
2. ISO 11783: Tractors and machinery for agriculture and forestry - Serial control and communications data network. ISO - International Organization for Standardization.
3. Bosch: CAN Specification - Version 2.0, 1991.
4. ISO 7498: Information processing systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model. ISO - International Organization for Standardization.
5. Coronel J., Nardon G., Tapia E. Sistema de Alta Resolución para Medición de distribución de Semillas. 37 JAIIO - JII 2008 - Jornadas de Informática Industrial - Agroinformática, JII Agroinfo. Septiembre 2008. Santa Fe.
6. Srinivasan A. 2006. Handbook of precision agriculture: Principles and applications. 19-56.

7. Borgelt S. C., Harrison J. D., Sudduth K. A., Birrell S. J. 1996. Evaluation of GPS for applications in Precision Agriculture. *Applied Engineering in Agriculture* vol. 12(6), 633-638.
8. Salehi M. H., Mostafa K. E., Khademi H. 2003. Comparison of soil variability in a detailed and a reconnaissance soil map in central Iran. *Geoderma* 111, 45-56.
9. Murakami E., Saraiva A., Ribeiro Junior L.C.M., Cugasca C., Hirakawa A., Correa P. 2007. An infrastructure for the development of distributed service-oriented information system for precision agriculture. *Computer and Electronic in Agriculture* 58, 37-48.