

PADRÃO DE ARQUIVO PARA TROCA DE DADOS ENTRE MÁQUINAS AGRÍCOLAS E SISTEMAS DE GERENCIAMENTO

ROBSON ROGÉRIO DUTRA PEREIRA¹
WELLINGTON CARLOS LOPES²
RAFAEL VIEIRA DE SOUSA³
RICARDO YASSUSHI INAMASU⁴
ARTHUR JOSÉ VIEIRA PORTO⁵

RESUMO: O recente crescimento da adoção da Agricultura de Precisão (AP) impulsionou a utilização de sensores digitais para aquisição da variabilidade espacial e da utilização de sistemas com orientação automática (ou piloto automático) para redução desvios de rotas ou sobreposição de linhas. Para práticas relacionadas com estes novos recursos têm demandado pesquisas em redes de comunicação embarcadas e no padrão de arquivo para comunicação entre sistemas distintos. A principal tendência entre os protocolos de comunicação existentes para eletrônica embarcada em máquinas agrícolas é a norma ISO 11783 (ISOBUS). A ISO 11783 representa a padronização do protocolo *Controller Area Network* (CAN) para aplicações em máquinas e implementos agrícolas e atualmente constitui o principal alvo de implementação e desenvolvimento. Este trabalho apresenta a utilização do padrão de arquivo *eXtensible Markup Language* (XML) definido pela ISO 11783 para a comunicação entre a *Electronic Control Unit* (ECU) *Task Controller* (TC) embarcada no trator, uma ECU do implemento, um software de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e o sensor digital ativo de reflectância de níveis de verde de plantas. Os arquivos XMLs proporcionaram o envio das características do implemento para o trator, o envio de aplicação de uma recomendação para o trator após uma análise da variabilidade do solo de acordo com o sensor digital ativo de reflectância, e o retorno dos dados da aplicação para ser analisado no software SIG.

PALAVRAS-CHAVE: ISO 11783, *Electronic Control Unit*, XML, Agricultura de Precisão, *Task Controller*, rede de comunicação embarcada

FILE STANDARD FOR DATA EXCHANGE AMONG AGRICULTURAL MACHINERY AND MANAGEMENT SYSTEMS

ABSTRACT: The recent growth in adoption of precision agriculture (PA) has increase the use of digital sensors for acquisition of spatial variability and use of automatic guidance systems (or autopilot) to reduce deviations from routes or overlapping lines. Practices related to these new features have required research in communication networks and embedded in the file standard for communication between distinguished systems. The main trend among existing communication protocols for electronics in agricultural machinery is ISO 11783 (ISOBUS). ISO 11783 represents the protocol standardization *Controller Area Network* (CAN) for applications in agricultural machinery and implements, currently, is the main target of implementation and development. This paper presents the use of standard file *eXtensible Markup Language* (XML) defined by ISO 11783 for communication among the *Electronic Control Unit* (ECU) *Task Controller* (TC) embedded in the tractor, an implement ECU,

¹ Doutorando em Engenharia Mecânica, EESC-USP, robsondutra.pereira@usp.br

² Doutorando em Engenharia Mecânica, EESC-USP, wlopes@sc.usp.br

³ Pós-Doutorando em Engenharia Mecânica, EESC-USP, rafael.sousa@gmail.com

⁴ Dr. Engenharia Mecânica, EESC-USP, ajvporto@sc.usp.br

⁵ Dr. Engenharia Mecânica, EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, ricardo@cnpdia.embrapa.br

software of Geographic Information System (GIS) and digital active sensor of reflectance of the plants green level. The XML files provided the delivery of the characteristics of the implement to the tractor and the prescription map application of the tractor and implement. The prescription map was generated after an analysis of soil variability according to the digital active reflectance sensor, and the return of application data was analyzed in the software GIS.

KEYWORDS: ISO 11783, Electronic Control Unit, XML, Precision Agriculture, Task Controller, embedded network communication

1. INTRODUÇÃO

A estratégia de gerenciamento agrícola pela Agricultura de Precisão (AP) cresceu nestes últimos anos e impulsionou a utilização de sensores digitais para aquisição da variabilidade espacial e da utilização de sistemas com orientação automática (ou piloto automático) para redução desvios de rotas ou sobreposição de linhas. Estes recursos tecnológicos proporcionam a rastreabilidade das aplicações agrícolas.

A proposta deste trabalho é apresentar a utilização do padrão de arquivo *eXtensible Markup Language* (XML) definido pela ISO 11783 para a comunicação entre os dispositivos eletrônicos embarcados no trator (também denominados de *Electronic Control Unit* - ECU) o *Task Controller* (TC) e a ECU do implemento, entre um Sistema de Informações Geográficas (SIG) instalado no computador da fazenda (*Farm Management Information System* – FMIS). Os dados que trafegam na comunicação estão de acordo com a variabilidade da zona de tratamento adquiridos através do sensor digital ativo de reflectância de níveis de verde de plantas. Por definição da ISO 11783, pode-se denominar o conjunto trator e implemento como Sistema de Controle do Implemento Móvel (*Mobile Implement Control System* - MICS).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Terminal Virtual e Protocolo de Transporte Estendido

Para realizar a transferência de dados acima de oito bytes existem dois protocolos definido pela ISO 11783, os quais são o Protocolo de Transporte (*Transport Protocol* – TP) e o Protocolo de Transporte Estendido (*Extended Transport Protocol* – ETP). As especificações desses protocolos permitem a comunicação ponto-a-ponto (ECU envia mensagens para outra ECU específica) e a comunicação por difusão (ECU envia mensagens que qualquer ECU pode receber). O TP é utilizado para transferência de dados acima de oito bytes e menor igual a 1.785 bytes. As temporizações, empacotamento e reempacotamento de dados, tipos de mensagens de acordo com o *Parameter Group Number* (PGN) e sequência de transferência do TP são definidos em dos anexos da ISO 11783 – 3 (2007). Já o ETP é utilizado para a transferência de dados acima de 1.785 bytes até 117.440.512 bytes. Respectivamente, temporizações, empacotamento de dados, mensagens de acordo com o PGN e sequência de transferência do ETP são definidas em um dos anexos da ISO 11783 – 6 (2007).

Com o objetivo de eliminar as várias Interfaces Humano-Máquina (IHMs) dedicado a cada implemento ou dispositivo conectado ao trator, a ISO 11783 – 6 (2007) define um único IHM denominado de *Virtual Terminal* (VT). Essa parte da norma apresenta definições, características físicas do dispositivo e o comportamento dinâmico em relação a procedimentos de inicialização, procedimentos de atualização de dados, tratamento de alarmes e manipulação de diferentes tipos de objetos, por exemplo, o que será apresentado na tela do VT. Para cada dispositivo e implemento que necessita de um controle e/ou monitoração pela IHM no trator deve enviar um Conjunto de Objetos (*Object Pool* – OP) através dos protocolos TP ou ETP, de acordo com o tamanho do arquivo. O OP contém informações que são interpretadas pelo

VT a fim de apresentar graficamente a tela do implemento ou de algum dispositivo no VT, estabelecendo um IHM entre o operador e os dispositivos clientes conectados ao barramento do implemento.

2.2 Controlador de Tarefa e Agricultura de Precisão

A Agricultura de Precisão (AP) é um conjunto de técnicas e ações de gerenciamento das lavouras levando em consideração a variabilidade dos parâmetros do solo e do comportamento da lavoura dentro do talhão. Para dar suporte a (AP), seguindo a tendência mundial, a norma ISO 11783 – 10 (2007) definem o procedimento de inicialização e a comunicação entre o Computador da Fazenda (*Farm Management Information System – FMIS*), TC e a Sistema de Controle do Implemento Móvel (*Mobile Implement Control System – MICS*). FMIS é conjunto de ferramentas computacionais para análise da variabilidade dos parâmetros do solo e do comportamento da lavoura para criação de tarefas a serem executadas no campo, por exemplo, aplicação de calcário para corrigir o solo de acordo com a variabilidade espacial. O TC é responsável pela interpretação, gerenciamento e aquisição de dados das tarefas a serem realizadas no campo, enviando comandos para o MICS. O MICS é a totalidade dos veículos e implementos que estão acoplados e usa a rede ISO 11783, em outras palavras, são as ECUs usadas para formar o sistema. Os mapas de prescrição são feitos utilizando o padrão XML (*Extensible Markup Language*) e podem ser inseridos (fase antes da aplicação da tarefa) e retirados (fase pós-aplicação da tarefa) no TC por algum meio portátil de transferência de arquivos. O arquivo do mapa de prescrição é denominado *TaskData.xml*. Para associação do implemento a ser conectado ao *TaskData.xml* pelo TC, a ECU do implemento deve enviar um arquivo semelhante ao OP, chamado de Conjunto de Objetos da Descrição do Dispositivo (*Device Description Object Pool – DDOP*) através dos protocolos TP e ETP. O DDOP também é um arquivo XML convertido a uma sequência de bytes embarcada na ECU do implemento, que será interpretada pelo TC e associada ao *TaskData.xml*. No DDOP estão contidas todas as características de cada dispositivo no implemento, ou seja, de todos os sensores e atuadores, definidos pela ISO 11783 – 10 e ISO 11783 – 11 (2007).

O TC deve disponibilizar ao usuário opções de comando e monitoramento das tarefas. Quando uma tarefa é acionada, o TC gerencia todas as informações disponíveis e inicia o envio das mensagens de Dados do Processo (*Process Data – PD*). Mensagens PD são definidas para comunicação entre TC e ECU do implemento. Durante uma tarefa, o TC coleta e armazena os dados pertinentes. Ao fim do trabalho, o TC deve formatar os dados coletados em um arquivo XML para que eles possam ser transferidos de volta para o FMIS.

Partindo das definições da AP, feito uma análise da variabilidade espacial do solo a ser tratado é construído um mapa de prescrição. Com o mapa de prescrição podemos criar tarefas no FMIS, posteriormente inseridas no TC por qualquer meio portátil de transferência de arquivo. O TC deve interpretar e enviar comandos para MICS executar a aplicação de acordo com a variabilidade do solo e a posição de acordo com *Global Positioning System* (GPS).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 O VT e o TC

Foi utilizado o VT e o TC GTA Console Versão 1.6.2 da AGCO. Além do VT e TC, este terminal possui uma ECU para conectar o GPS ao barramento de implemento, tela *touch screen* e suporta a inserção de arquivo através de cartão de memória flash SD.

3.2 A ECU do Implemento

A ECU adotada é baseada em Sousa (2002) e suporta comunicação serial CAN 2.0 B com a velocidade de transmissão de dados 250 kbit/s de acordo com a ISO 11783. Possui o microcontrolador Microchip PIC 18F258 com uma interface transceptor CAN entre o controlador CAN e o barramento.

3.3 OP e o DDOP

Define-se ECU do implemento como *Working Set Master* (WSM). Ao conectar-se num trator, a WSM envia o OP para o VT. Após a transmissão, o VT verifica a existência de erro em algum objeto. Caso livre de erro, o OP é apresentado na tela e fica em estado de prontidão para executar suas funções programadas, Figura 1(a). O OP feito para esta aplicação apresenta as opções de escolher manualmente a taxa de aplicação de calcário, Figura 1(b).



(a) (b)

Figura 1 – (a)Tela inicial do OP (b)Tela do OP para escolha das taxas de aplicação O DDOP implementado nesta WSM foi baseado na aplicação de calcário, cujo é descrito para o TC que há um Fertilizador capaz de variar a taxa de aplicação de acordo com a variabilidade do solo, na Figura 2 é uma amostra do DDOP em XML.

```
<DVC A="DVC-3" B="Fertilizer" C="SIMULACA00" D="A00A80000012FD1" E="777" F="Fertilzr" G="FF00003506E65">
.
.
.
<DET A="DET-6" B="6" C="3" D="DHP" E="1" F="5">
.
.
.
</DET>
.
.
.
<DPD A="3001" B="0006" C="3" D="3" E="Application Rate" F="2000" />
.
.
.
<DVP A="2000" B="0" C="0.00999999978" D="2" E="Kg/ha" />
</DVC>
```

Figura 2 – DDOP de um Fertilizador (*Fertilizer*)

Nesta amostra, o retângulo vermelho é o NAME do Fertilizador, o qual contém informações:

- GRUPO DA INDÚSTRIA: 0x02, equipamentos da agricultura e floresta;
- CLASSE DO DISPOSITIVO: 0x05, Fertilizador;
- FUNÇÃO DO DISPOSITIVO: 0x80, controle de taxa do Fertilizador.

O retângulo laranja é o nome apresentado no TC do implemento que está conectado ao trator, nosso caso “DMP”. E o retângulo azul é a variável mostrada no TC e retângulo verde é a unidade desta variável, nosso caso Taxa de Aplicação (*Application Rate*) e unidade em $kg \cdot ha^{-1}$.

3.4 Dados da Tarefa (*TaskData.xml*)

Como mencionado anteriormente, o arquivo *TaskData.xml* que contém a tarefa a ser realizada em campo. A variabilidade espacial do solo foi obtida através de um sensor digital ativo de reflectância de níveis de verde da planta. Utilizando o software proprietário para interpretar os dados do sensor de acordo com a latitude e longitude do talhão, foi construído um *TaskData.xml* para aplicação de calcário utilizando um Fertilizador, como pode-se observar uma amostra deste arquivo na Figura 3.

```
<TSK A="TSK1" E="Soccer_Field - Application" D="FRM1" E="PFD1" F="MR1" G="3" P102_OFFX="0.00000000" P102_OFFY="0.00000000">
.
.
.
<DAN B="70FE000000000000" A="200A000000000000">
.
.
.
</TSK>
.
.
.
<DVC A="DVC-3" B="Fertilizer" C="SIMULACA00" D="A00A80000012FD1" E="777" F="Fertilzr" G="FF00003506E65">
.
.
.
<DET A="DET-6" B="6" C="3" D="DHP" E="1" F="5">
.
.
.
<DPD A="3001" B="0006" C="3" D="3" E="Application Rate" F="2000" />
.
.
.
<DVP A="2000" B="0" C="0.00999999978" D="2" E="Kg/ha" />
</DVC>
```

Figura 3 – Amostra do arquivo *TaskData.xml*

O retângulo vermelho da Figura 3 é um filtro do *TaskData.xml* para associar a tarefa somente o implemento que for da classe Fertilizador. O retângulo amarelo é uma tarefa, informando que o nome da tarefa é *Soccer_Field – Application*, a fazenda é a FRM1, o talhão é PFD1 e o operador é o WKR1. O retângulo azul indica que foi associado, após a transferência do DDOP, o Fertilizador a tarefa TSK1.

3.5 Sequência de Bytes do DDOP e o TP (Protocolo de Transporte)

Para a WSM enviar o DDOP para o TC, primeiro passo foi convertido o DDOP.xml para uma sequência de bytes (*bytestream*) da Figura 3, como podemos ver na Figura 4. O retângulo vermelho da Figura 4 é o NAME anteriormente mencionado. Segundo passo foi o armazenamento na memória não volátil da WSM.

```
0x03,0x00,0x0A,0x46,0x65,0x72,0x74,0x69,0x6C,0x69,0x7A,0x65,0x72,0x0A,0x53,0x49,0x4D,
0x55,0x4C,0x41,0x43,0x41,0x4F,0x30,0xA0,0x0A,0x80,0x00,0x00,0x01,0x2F,0xD1,0x03,0x37,
0x37,0x37,0x46,0x65,0x72,0x74,0x6C,0x7A,0x72,0xFF,0x00,0x00,0x03,0x50,0x6E,0x65,0x44,
0x45,0x54,0x06,0x00,0x03,0x03,0x44,0x4D,0x50,0x01,0x00,0x00,0x05,0x44,0x50,0x44,0xB9,
0x0B,0x06,0x00,0x03,0x09,0x0B,0x54,0x61,0x72,0x67,0x65,0x74,0x20,0x52,0x61,0x74,0x65,
0xD0,0x07
```

Figura 4 – Sequência de bytes do DDOP.xml

Sabendo o tamanho da sequência de bytes, aproximadamente 250 bytes, o terceiro passo é escolher o protocolo para transferir este arquivo do WSM para TC. Portanto, o nosso caso foi o TP. O quarto passo é implementar o protocolo TP de acordo com a ISO 11783 – 3 (2007).

3.6 Teste

Com todas as ferramentas implementadas e disponíveis, foi instalado a WSM em um implemento agrícola DMP – 7500 da empresa Baldan e testou-se a aplicação do mapa de prescrição. A sequência das Figuras 5(a) (b) (c) mostra o procedimento observado através do VT, cuja Figura 5(a) mostra a seleção da tarefa; a Figura 5(b) seleção do implemento conectado ao trator (DMP) e a Figura 5(c) a tarefa em execução.

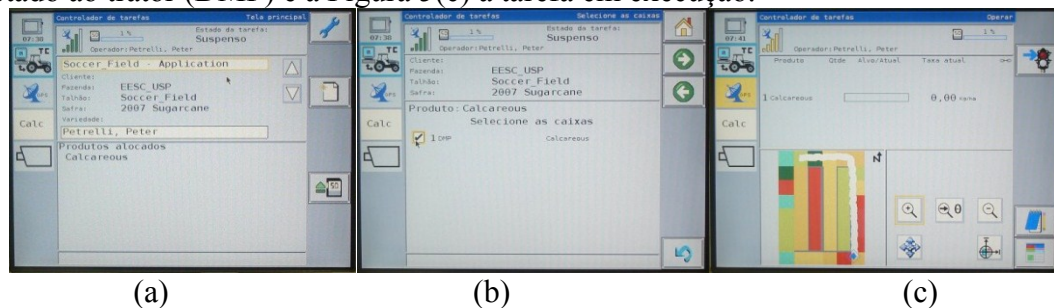


Figura 5 – (a) seleção da tarefa (b) escolha do implemento (c) tarefa em execução

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a troca de dados com os arquivos XML padrão ISO 11783 estabelecem um meio para rastreabilidade, deste do monitoramento do solo até a colheita, com a interconexão entres sistemas diferentes, como pode-se observar a integração entre ECUs, o VT e o TC. Pode-se comprovar a necessidade de formato de arquivo padronizado nas etapas de uma aplicação agrícola.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **11783 Parts 3, 5, 6, 10 and 11**. Geneva, Switzerland, 2007.

SOUSA, R. V. D. **CAN (Controller Area Network): Uma abordagem para automação e controle na área agrícola**. (2002). 84 p. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil, 2002.