



MONITORAMENTO DA DERIVA DA PULVERIZAÇÃO AÉREA EM TEMPO REAL

J. de M. Naime¹, L. de M. Franco², A.T. Neto¹

(1) Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, 13561-206, São Carlos, SP, joao.naime@embrapa.br, andre.torre@embrapa.br

(2) Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, ICMC/USP, Avenida Trabalhador São-Carlense, 400, 13566-590, São Carlos, SP, lucasmf16@gmail.com

Resumo: A deriva da pulverização aérea reduz a eficiência da aplicação, pode prejudicar outras culturas ou propriedades vizinhas e até provocar sérios danos ambientais. Neste trabalho está sendo implementada uma rede sem fio (ZigBee) composta por até 35 sensores de deriva e módulo GSM/GPRS para comunicação com equipamento na cabine da aeronave, onde instantaneamente o piloto visualizará os locais de ocorrência da deriva. Nessa situação, medidas corretivas podem ser tomadas, e seus efeitos podem ser verificados imediatamente, para que a totalidade da cauda atinja o alvo. Esta instrumentação também apoiará o desenvolvimento de estudos, como parte da rede de pesquisa da Embrapa em pulverização aérea (Redagro), para entender melhor a ocorrência da deriva em função dos diversos fatores que a influenciam. Por exemplo, estudos do desempenho de adjuvantes podem ser realizados com maior consistência. Nó sensor¹, estação base e softwares foram desenvolvidos e testados em laboratório. As próximas etapas deste trabalho preveem a replicação dos nós sensores para completar o conjunto de 35 e os testes de validação do sistema em campo.

Palavras-chave: detecção da deriva, rede de sensores sem fio, ZigBee.

REAL TIME MONITORING OF AERIAL SPRAY DRIFT

Abstract: Aerial spray drift reduces the efficiency of the application, can cause serious environmental damages and harm other crops or neighbor properties. In this present work, a wireless network (ZigBee) of up to 35 drift sensors is being designed to communicate with the airplane cockpit, by means of a GSM/GPRS module, where the pilot immediately can see where the drift is occurring. In this situation, adjustments can be done, and their results can promptly be verified, in order to assure that 100% of spray is deposited on target. This instrumentation will also support the development of aerial drift studies, as part of the objectives of a research network (Redagro) in aerial spray maintained by Embrapa, to determine the weight of each parameter. For example, the performance of spray adjuvants can be studied more consistently. Sensor node², base station and softwares were developed and tested in the laboratory. The next steps of this work foresee the replication of the sensor nodes to complete 35 units and the field validation testing.

Keywords: drift detection, wireless sensors network, ZigBee.

1. Introdução

As aplicações de agrotóxicos buscam um resultado biológico esperado, que normalmente é o controle de pragas, doenças ou plantas daninhas presentes nas plantações. Os principais sistemas de aplicação de agrotóxicos são o terrestre e aéreo. Nos últimos anos as aplicações aéreas no Brasil têm aumentado, mas pode ser observado que as técnicas envolvidas necessitam aperfeiçoamentos e inovações que possam melhorar a qualidade da pulverização, com minimização de impactos ambientais e melhor controle dos resultados.

A deriva pode ser definida como parte da pulverização agrícola desviada para fora da área-alvo pela ação do vento (MILLER, 1993). Na pulverização aérea, a deriva é a causa principal da perda de eficiência de aplicação e, conseqüentemente, de agrotóxicos. Apenas com essas informações é lógico concluir que a deriva exige repetir aplicações e portanto causa maior impacto ambiental sobre a área-alvo e que se expande sobre as áreas vizinhas, podendo afetar corpos d'água, apicultura, pecuária e outros animais silvestres. Considerando os aspectos econômicos e barreiras comerciais, o Brasil, como maior consumidor mundial de agrotóxicos e inexpressivo produtor

1 Parte de uma rede de sensores sem fio composta de sensor e de circuito microprocessado capaz de armazenar, processar e transmitir dados, via radiofrequência, para os demais nós da rede.

2 Part of a wireless sensor network composed of sensor and microprocessed circuitry capable to store and process data and communicate, via RF, with other connected nodes in the network.

desses agroquímicos, está em séria situação de desvantagem no mercado internacional. Resultado, perdemos competitividade devido à diversas consequências de uma única causa.

Vento, temperatura do ar, turbulência sob a asa do avião e distribuição do tamanho das gotas são fatores de maior influência sobre a deriva. Schröder (1996) mostrou que a velocidade do vento é muito mais preponderante sobre a deriva do que a regulagem do equipamento. A tecnologia de aplicação utiliza diferentes tipos de bicos aspersores e líquidos adjuvantes para ajustar o tamanho das gotas e o volume da calda em função das condições climáticas obtidas no início do dia de trabalho. Para compensar as imprevisíveis mudanças das condições climáticas durante o voo, principalmente velocidade e direção do vento, o piloto pode atuar sobre os bicos hidráulicos ou na trajetória da aeronave, se tiver informações instantâneas da ocorrência da deriva.

Atualmente, o resultado da aplicação aérea ainda é avaliado somente após aplicação, por meio de papéis hidrossensíveis em diferentes posições, nas direções do planos horizontal e vertical, mas sem qualquer recurso para monitorar a deriva em tempo real e tomar medidas corretivas imediatas. Este trabalho é uma das atividades do projeto Macroprograma 2 (MP2) da Embrapa intitulado “Desenvolvimento da aplicação aérea de agrotóxicos como estratégia de controle de pragas agrícolas de interesse nacional”, Redagro, cujo objetivo geral é: “Estabelecer critérios para o aperfeiçoamento da aplicação aérea de agrotóxicos visando o controle de pragas agrícolas de interesse nacional. Neste contexto, conservar a a qualidade ambiental e desenvolver tecnologias para monitorar e controlar a deriva associada às aplicações”. Essa rede de pesquisa integra 7 unidades da Embrapa, 4 universidades, 2 empresas privadas, 6 áreas de produtores em diferentes regiões do Brasil e o Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (Sindag).

O objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de uma rede de sensores sem fio instalada em torno da área-alvo da pulverização, com a finalidade de fornecer informação instantânea ao piloto sobre o local de ocorrência da deriva, para correção da rota da aeronave.

2. Materiais e Métodos

A Figura 1 exemplifica o posicionamento dos componentes da rede sem fio: nós sensores, nó coordenador e um nó *gateway*³ ZigBee Telegesis GW357-20-0-G para comunicação GSM/GPRS. As aeronaves do Sindag disponibilizadas para os experimentos da Redagro têm embarcado um modem GSM/GPRS para telemetria, modelo MIN300A da Urmet Daruma, que usualmente é utilizado com o próprio sistema GPS de navegação aeroagrícola, com possibilidade de customização do seu software e um controlador de fluxo automático da calda de pulverização.

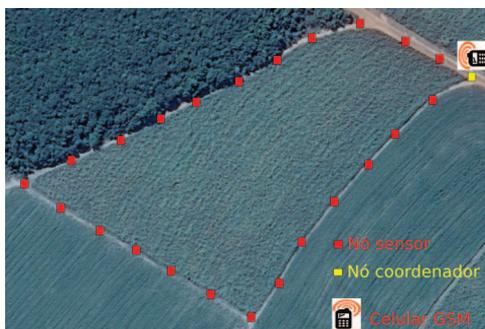


Figura 1. Exemplo de instalação da rede de sensores sem fio para monitoramento da deriva.

A Figura 2 mostra o sensor que foi construído para detectar a queda das gotas da pulverização. Trata-se de sensor capacitivo baseado em circuito oscilador que terá sua frequência de oscilação característica proporcionalmente alterada com o teor de umidade depositado entre as trilhas de circuito impresso, espaçadas de 1mm, cobertas com gesso. Além dessa configuração de 3 placas (Fig. 2) sensoras, avaliar-se-á a sensibilidade de um conjunto de 4 placas.

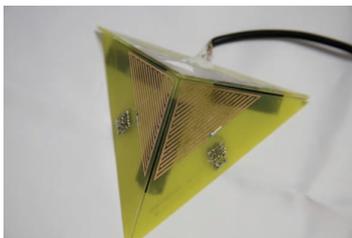


Figura 2. Protótipo do sensor de deriva presente em cada nó da rede sem fio.

³ Nó de uma rede de sensores sem fio que atua como ponto de acesso do usuário por meio de internet (via cabo ou WI-FI) ou rede celular (GSM).

Uma rede de sensores sem fio (RSF) é um sistema auto-organizado, ou seja, a própria rede se estabelece e cuida da sua manutenção. Isto é necessário no caso da ausência de um nó, seja por causa de falha no próprio nó, seja por falta de energia, também é muito comum nós se juntarem à rede depois que ela foi estabelecida. Para operar no campo por longos períodos, é necessário que o nós apresentem ultra baixo consumo de energia. Como consequência, o raio de alcance máximo é de 100 m. Para superar essa limitação, as informações chegam até o nó coordenador passando pelos demais nós sensores que estão no trajeto, em diferentes e versáteis topologias de rede. ZigBee (ZIGBEE ALLIANCE, 2014) é um padrão aberto de RSF que existe há mais de 10 anos mantido por um consórcio de empresas, dos mais diversos setores da economia, chamado ZigBee Alliance®.

Utiliza-se os módulos ZigBee da Telegesis, modelos ETRX357 e ETRX357LR, que operam em 2,4 GHz, 192 kB Flash, 12 kB RAM e têm dimensões de 19 mm x 25 mm x 3 mm. Estes módulos são facilmente integráveis a outros dispositivos e projetos devido à diversidade de interfaces e o desenvolvimento do software é facilitado com a disponibilidade do conjunto de comandos AT (TELEGESIS, 2014).

A linguagem Java foi utilizada para o desenvolvimento dos softwares, inclusive do nó coordenador, que realiza a configuração inicial da rede sem fio e recolhe os dados obtidos pelos sensores, como também dos nós sensores. A biblioteca de comunicação Java RXTX foi adicionada ao projeto do software para o estabelecimento da comunicação serial do PC de desenvolvimento com a placa do módulo ZigBee. Essa biblioteca tem todas as funções necessárias para identificar todas as portas seriais e paralelas existentes em uma arquitetura, configurá-las, transmitir e receber dados.



Figura 3. Módulos padrão ZigBee utilizados neste projeto.

3. Resultados e Discussão

A Figura 4 mostra a tela inicial do programa de configuração da rede, referente à aba Coordenador, onde estão as conexões seriais presentes no equipamento; os botões Conectar e Desconectar aos dispositivos disponíveis; um campo para enviar comando AT para o módulo conectado ao sistema; e um campo de “Log” (registros) dos dados que passam pelo nó coordenador, quais são: as respostas dos comandos AT enviados, as informações dos nós sensores, mensagens especificando o instante em que uma mensagem foi enviada para o piloto e outros dados de interesse.

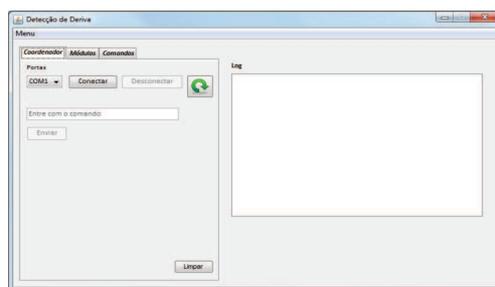


Figura 4. Tela de configuração do nó coordenador RSF.

Se conectado com um módulo ZigBee, os campos da aba Módulos (Figura 5a) são liberados. Nela estão todos os nós sensores pertencentes à rede. Logo abaixo, a opção FFD⁴ configura o nó como roteador, e a opção ZED⁵ configura como um nó sensor. Na aba Comandos estão os botões que representam os comandos AT mais básicos que podem ser usados no sistema. No menu da janela, o usuário pode abrir os arquivos de registro, em que se encontram todos os dados obtidos de um nó específico junto ao instante em que esse dado foi obtido. O usuário pode selecionar o arquivo de registros que irá visualizar, inclusive em forma de gráfico, para melhor avaliação dos resultados obtidos (Figura 5b).

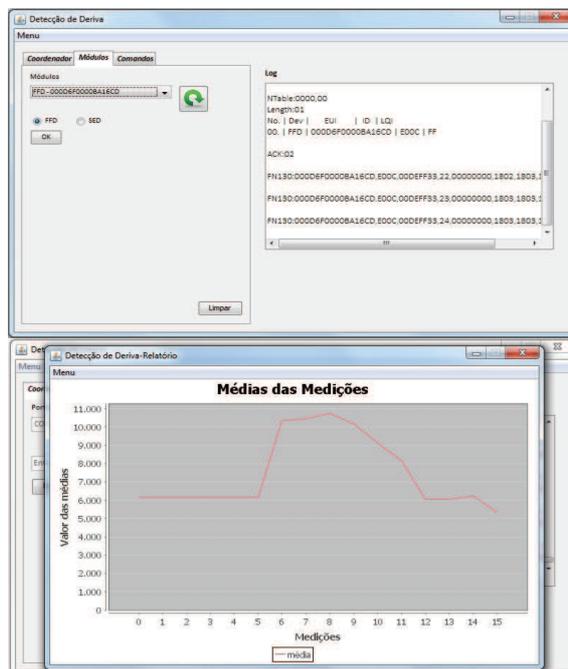
Por trás desta interface, o sistema recebe todas as trocas de mensagens realizadas pelos nós da rede, e por meio de um *parser*⁶, o programa consegue reconhecer os dados importantes que necessitam ser trabalhados. Estes dados são guardados em uma estrutura chamada de *hash table* (tabela de dispersão de dados), classificada pelas

4 FFD (full function device) dispositivo de função completa, pode ser coordenador, roteador ou dispositivo final.

5 ZED (ZigBee end device) dispositivo final de rede, atua lendo sensor e comunica-se apenas com nó roteador.

6 Parser: componente de software que recebe dados crus e os organiza em estruturas.

identidades (ID) do nó que mandou o dado a ser inserido. Este dado é então usado para reconhecer se a deriva atingiu ou o sensor em questão e, se o resultado for positivo, o programa envia uma mensagem contendo o ID do nó que enviou o dado ao sistema do piloto, junto com sua localização.



(a) (b)

Figura 5. (a) Configuração dos módulos como roteador ou terminal (sensor). (b) Sensibilidade do sensor de presença de gotas durante ciclo de molhamento e secamento, testado em laboratório.

Estão sendo implementadas as rotinas de comunicação via GSM/GPRS para enviar as mensagens para o modem embarcado na aeronave. O emprego da telefonia celular reduz o custo desta instrumentação e simplifica sua instalação. Por outro lado, ainda tem limitações, mas prevemos passageiras, devido às áreas sem cobertura das operadoras.

4. Conclusões

Comprovou-se que o padrão ZigBee é adequado para esta aplicação devido à sua versatilidade de configuração, robustez para uso em campo e baixo consumo de energia. A utilização de padrão não proprietário e a linguagem Java reduz custos de desenvolvimento e do produto, além de poder ser executado em qualquer sistema operacional e suas diferentes versões. Os resultados preliminares indicam que será possível detectar a deriva em tempo real.

Agradecimentos

Agradecemos ao José Ferrazini Junior, à Embrapa (SEG 02.11.07.025.05.01) e ao Sindag.

Referências

- MILLER, P.C.H. Spray drift and its measurement. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. Application technology for crop protection. Wallingford: CAB International, 1993. p.101-122.
- SCHRÖDER, E.P Avaliação de deriva e deposição de pulverizações aerográficas na região sul do Rio Grande do Sul. 1996. 68 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Pelotas, 1996.
- TELEGESIS. AT-command dictionary 3.03. Telegesis. 2014. Disponível em: <<http://www.telegesis.com/downloads/general/tg-etrxn-r303-commands.pdf>>. Acesso em: 04 set. 2014.
- ZIGBEE ALLIANCE. ZigBee specifications. ZigBee. 2014. Disponível em: <<http://www.zigbee.org/Specifications.aspx>>. Acesso em: 04 set. 2014.