

6

Conclusão

Neste trabalho, implementamos um modelo de programação para rede de sensores sem fio que facilita a construção de novas aplicações e também permite a reconfiguração remota dessas aplicações. O modelo de programação utiliza um controle de fluxo baseado em Máquinas de Estados Finitos (FSM) combinado com uma biblioteca de funções parametrizáveis. As funções dessa biblioteca foram definidas a partir de um levantamento de padrões de interação típicos das aplicações para RSSF. A utilização desses padrões permitiu construir um modelo que abstrai a maioria das dificuldades de programação em RSSF, incluindo as dificuldades de sistemas distribuídos.

A utilização do conceito de FSM para a programação do fluxo de processamento permitiu uma maior flexibilidade e melhor aproveitamento do conceito de funções reutilizáveis, além de se adequar bem ao modelo de operação baseado em eventos, típico das aplicações para RSSF.

Com o modelo de programação apresentado foi possível implementar facilmente três aplicações com diferentes comportamentos (aplicações de referência) e ainda outras aplicações utilizadas nos cenários de testes. Para isso, basta que o usuário tenha domínio do modelo de programação proposto para escrever a aplicação desejada no formato das FSM e definir os parâmetros de configuração. Mostramos também que associando o modelo de programação baseado em máquinas de estados com uma biblioteca de funções parametrizáveis é possível alcançar duas metas importantes em termos de reconfiguração de aplicações em RSSF: (i) realizar a reconfiguração remota de aplicações em *ponto pequeno*, i.e., sem a necessidade de substituir componentes inteiros da aplicação, e com impacto no tempo de vida da rede aceitável; e (ii) permitir que em uma mesma RSSF possam coexistir vários fluxos de execução independentes, e ao mesmo tempo com possibilidade de troca de informações entre eles.

Identificamos algumas limitações desse trabalho, como:

- A avaliação da facilidade de programação foi limitada por ter sido executada por somente um usuário.

- O foco da nossa solução foi em dispositivos motes com poucos recursos computacionais. Como consequência os padrões de interação identificados são mais apropriados para os tipos de aplicações as quais a rede fornece informações básicas e o processamento mais complexo é feito fora da rede.

Podemos citar como principais contribuições deste trabalho:

- Identificação de padrões de interação mais comuns para programação em RSSF que utilizam dispositivos motes com poucos recursos computacionais. Essa padrões suportam aplicações de monitoração, aquisição periódica, alarmes e alguns tipos de interações eventuais.
- Construção de uma biblioteca de funções que implementam esses padrões;
- Especificação e construção de um sistema que suporta a construção de diferentes aplicações para RSSF, contemplando algumas facilidades de reconfiguração dinâmica.
- Avaliação da facilidade de programação de aplicações para RSSF utilizando um modelo baseado em FSM e funcionalidades parametrizáveis;

6.1

Trabalhos futuros

Podemos dividir os trabalhos futuros em dois grupos. O primeiro grupo está relacionado aos trabalhos complementares ao trabalho atual. Por exemplo a utilização da nossa implementação como suporte para o desenvolvimento de novas linguagens de macroprogramação, uma vez que já temos implementadas as principais abstrações de comunicação e interação entre nós utilizadas em aplicações de RSSF. No segundo grupo incluímos os trabalhos que aproveitam da modularidade da solução e evoluam a nossa implementação atual. Como exemplo citamos a aplicação de novos protocolos de comunicação. O primeiro grupo é o nosso principal objetivo, mas entendemos que os trabalhos do segundo grupo são importantes para que se possa disponibilizar uma solução completa e útil para desenvolvimento de aplicações reais.

A continuidade do nosso trabalho prevê o desenvolvimento de uma linguagem para especificação de aplicações para RSSF (macroprogramação) e um compilador para essa linguagem. Esse compilador deve gerar a descrição das aplicações, no modelo proposto neste trabalho, definindo a tabela de transições e os parâmetros de configuração dos componentes. Complementando essa atividades pretendemos avaliar a necessidade de estender o conjunto inicial de componentes parametrizáveis, assim como o conjunto de ações e eventos permitidos, para atender aos requisitos de aplicações mais específicas.

Dentre possíveis trabalhos do segundo grupo podemos citar o desenvolvimento de outros algoritmos distribuídos e que consideram a operação em baixa energia (quando o funcionamento do rádio intercala períodos ligado e desligado). Isso inclui algoritmos para sincronização de dados, formação de grupos, eleição e manutenção de líder e roteamento de mensagens na rede. Na ótica da codificação e visando a operação da aplicação por longo prazo, temos espaço para trabalhos em padrões e otimizações do código, análise estática e dinâmica da pilha de memória e segurança do código. Ainda no segundo grupo pode-se avaliar a substituição do controle FSM por alguma linguagem simplificada, de preferência baseada no conceito de máquina virtual para facilitar a carga remota.