Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

Silvana Rossetto

Integrando comunicação assíncrona e gerência cooperativa de tarefas em ambientes de computação distribuída

Tese de Doutorado

Tese apresentada ao Programa de Pós–graduação em Informática do Departamento de Informática da PUC–Rio como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Informática.

Orientador: Prof. Noemi de La Rocque Rodriguez

Rio de Janeiro
Março de 2006

Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

Silvana Rossetto

Integrando comunicação assíncrona e gerência cooperativa de tarefas em ambientes de computação distribuída

Tese apresentada ao Programa de Pós–graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC–Rio como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Informática. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Noemi de La Rocque Rodriguez
Orientador
Departamento de Informática — PUC–Rio

Prof. Roberto Ierusalimschy
Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira
Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Antônio Alfredo Ferreira Loureiro
Departamento de Ciência da Computação – UFMG

Prof. Flávio Miguel Varejão
Departamento de Informática – UFES

Prof. José Eugenio Leal
Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC–Rio

Rio de Janeiro, 24 de Março de 2006

Silvana Rossetto

Graduou-se em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Espírito Santo em 1998. Obteve o título de Mestre em Informática pela mesma universidade em 2001. Realizou o programa de Doutorado Sanduíche no Exterior pelo *Politecnico di Milano* em 2004/2005.

Ficha Catalográfica

Rossetto, Silvana

Integrando comunicação assíncrona e gerência cooperativa de tarefas em ambientes de computação distribuída / Silvana Rossetto; orientador: Noemi de La Rocque Rodriguez. — Rio de Janeiro : PUC–Rio, Departamento de Informática, 2006.

v., 95 f: il. ; 30 cm

1. Tese (doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Comunicação assíncrona. 3. Gerência cooperativa de tarefas. 4. Co-rotinas. 5. Abstrações de programação. 6. Redes de sensores.
I. Rodriguez, Noemi de La Rocque. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

A PUC-Rio, pela infra-estrutura disponibilizada.

Aos funcionários e professores do Departamento de Informática, pela atenção dedicada.

Ao professor Gian Pietro Picco e ao *Dipartimento di Elettronica e Informazione/Politecnico di Milano*, pelo apoio na realização do doutorado sanduíche.

Ao Vagner, ao Renato e a Valéria, pelos comentários sobre a tese.

Aos membros da banca, pelas contribuições acrescentadas ao trabalho.

Ai miei compagni di ufficio nel Politecnico di Milano, grazie mille!

Aos queridos amigos que de alguma forma acompanharam e contribuíram para a realização desse trabalho. Meu muito obrigada!

A Noemi, pela ajuda inestimável nos momentos difíceis, pela alegria compartilhada a cada pequeno passo cumprido, e por ter sido pra mim a melhor orientadora do mundo! "Obrigadíssima"!

A minha família, muitíssimo obrigada pelo incentivo, pelo apoio e pelo carinho que em nenhum momento, mesmo à distância, jamais faltaram, e me permitiram chegar até aqui. A vocês dedico esse trabalho.

Resumo

Rossetto, Silvana; Rodriguez, Noemi de La Rocque. **Integrando comunicação assíncrona e gerência cooperativa de tarefas em ambientes de computação distribuída**. Rio de Janeiro, 2006. 95p. Tese de Doutorado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Novos contextos da computação distribuída reforçam a necessidade de abstrações de programação que favoreçam a comunicação assíncrona e o tratamento de tarefas concorrentes. Modelos de programação dirigido a eventos ou baseado em *threads* incorporam decisões sobre como tratar essas questões, em cada caso apresentando vantagens e desvantagens. Normalmente, a opção pelo modelo mais adequado para um determinado contexto ou problema exige que o programador lide diretamente com as desvantagens inerentes a esse modelo, tornando a tarefa de desenvolvimento de aplicações mais complexa. Nesse trabalho aprofundamos a discussão sobre como combinar as vantagens dos modelos tradicionais de programação para oferecer uma interface de programação mais simples para o programador. Exploramos o uso de operações de comunicação não-bloqueante e de um mecanismo básico de gerência cooperativa de tarefas baseado na construção de co-rotinas. Usando esses conceitos implementamos: (1) um conjunto de operações que facilitam o desenvolvimento de aplicações com a estrutura cliente/servidor sobre uma base de comunicação assíncrona; e (2) uma interface de programação mais apropriada para o TinyOS, o estado da arte em sistema operacional para redes de sensores.

Palavras–chave

Comunicação assíncrona. Gerência cooperativa de tarefas. Co-rotinas. Abstrações de programação. Redes de sensores.

Abstract

Rossetto, Silvana; Rodriguez, Noemi de La Rocque. **Integrating asynchronous communication and cooperative task management in distributed computing environments**. Rio de Janeiro, 2006. 95p. PhD Thesis — Department of Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

New contexts of distributed computing emphasize the need of programming abstractions able to deal with asynchronous communication and concurrent tasks. Event-driven or threaded programming models are able to deal with these issues, but each model presents particular advantages and problems. Normally, when choosing the model more appropriate for a context or problem, the programmer must deal directly with the difficulties related to this model, making the development task more complex. In this work we discuss a way to combine the advantages of the traditional programming models in order to support a programming interface more suitable for the programmer. We explore asynchronous communication and cooperative task management based on the co-routine construction. By using these concepts, we implement: (1) a set of operations for building client/server applications upon an asynchronous communication basis; and (2) a more appropriate programming interface for TinyOS, the state of the art of operating system for sensor networks.

Keywords

Asynchronous communication. Cooperative task management. Coroutines. Programming abstractions. Sensor networks.

Sumário

Lista de figuras

Para ser grande, sê inteiro: nada teu exagera ou exclui. Sê todo em cada coisa. Põe quanto és no mínimo que fazes. Assim em cada lago a Lua toda brilha, porque alta vive.

Ricardo Reis (Fernando Pessoa), *poeta português.*