



Karla Nazaré Ferreira Damasceno

Tratamento de Exceções Sensível ao Contexto

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientadores: Carlos José Pereira de Lucena
Alessandro Fabricio Garcia

Rio de Janeiro, 31 de março de 2006



Karla Nazaré Ferreira Damasceno

Tratamento de Exceções Sensível ao Contexto

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Carlos José Pereira de Lucena

Orientador

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Alessandro Fabricio Garcia

Co-orientador

Computing Department - Lancaster University - UK

Prof. Arndt von Staa

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Firmo Freire

Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro

Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 31 de março de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e dos orientadores.

Karla Nazaré Ferreira Damasceno

Graduou-se no Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em 2003. É pesquisadora nas áreas de Engenharia de Software de Sistemas Multi-Agentes e Desenvolvimento de Software Orientado a Aspectos no Laboratório de Engenharia de Software (LES) da PUC-Rio.

Ficha Catalográfica

Damasceno, Karla Nazaré Ferreira

Tratamento de exceções sensível ao contexto / Karla Nazaré Ferreira Damasceno ; orientador: Carlos José Pereira de Lucena. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Informática, 2006.

107 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Tratamento de exceções. 3. Computação móvel. 4. Sensibilidade ao contexto. 5. Middleware. 6. Tolerância a falhas. I. Lucena, Carlos José Pereira de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

A Deus, cujo conhecimento e amizade dão sentido e orientação a tudo.

Agradecimentos

A Deus, pela vida, pela gratuidade de seu amor através de Jesus Cristo e por se utilizar de tudo para me tornar uma pessoa mais madura, feliz e capaz de amar.

À Comunidade Católica Shalom, por sido caminho para intimidade com Deus, vivência fraterna e serviço, me ajudando a não ficar restrita a minha própria vida.

À minha família, especialmente aos meus pais, Ray e Carlos, por todo amor e incentivo. Neste tempo compreendi que em qualquer situação, mesmo a distância, posso contar com vocês sempre.

Às amigas que são minha família no Rio de Janeiro, Cidiane, Mariana e Shirley. À Cidiane, pela generosidade ao partilhar sua vida; sinal da fidelidade de Deus, que realiza maravilhas entre nós. À Mariana, por sua alegria e espontaneidade, que me convidam à coragem de ir ao encontro do outro. À Shirley, por sua presença ter inaugurado um novo tempo em nossas vidas.

A meus amigos, por celebrarem os momentos bons e me incentivarem a ir além do que parecia ser capaz. À Morgana, por valorizar cada detalhe em minha vida. À Cleide, por me impulsionar a prosseguir. À Sônia, pela facilidade para se envolver e amar. À Dacler, por poucos, mas preciosos momentos de partilha. A todos do Laboratório de Engenharia de Software, por enriquecerem o ambiente de trabalho com suas vidas, em especial, Lyrene, Eduardo, Carolina, Míriam e Roberta.

Ao meu orientador Prof^o Lucena e ao meu co-orientador Alessandro, pelo grande apoio e por me ensinarem a ter um novo olhar a respeito das dificuldades. Sou profundamente grata por ter trabalhado com excelentes profissionais como vocês.

Aos pesquisadores do LAC da PUC-Rio, por sua colaboração e disponibilidade constantes, fundamentais para desenvolver todo este trabalho.

À PUC-Rio, à Fundação Padre Leonel Franca e ao CNPq, pelo auxílio que possibilitou a realização deste trabalho.

Resumo

Damasceno, Karla. **Tratamento de Exceções Sensível ao Contexto**. Rio de Janeiro, 2006. 107p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Tratamento de erros em aplicações móveis sensíveis ao contexto não é uma tarefa trivial devido às características peculiares destes sistemas, como mobilidade, comunicação assíncrona e aumento de imprevisibilidade. Mecanismos convencionais de tratamento de exceções não podem ser utilizados por vários motivos. Primeiro, a propagação de erros deve considerar as mudanças contextuais que ocorrem constantemente nestes sistemas. Segundo, as atividades de recuperação de erros e a estratégia de tratamento de exceções também precisam frequentemente ser selecionadas de acordo com as informações de contexto. Terceiro, a própria caracterização de uma exceção pode depender do contexto dos dispositivos envolvidos. Embora vários *middlewares* orientados a contexto ofereçam suporte ao desenvolvimento de aplicações móveis, estes sistemas raramente fornecem suporte adequado ao tratamento de exceções. Este trabalho realiza uma análise das soluções existentes para tratamento de exceções, considerando os requisitos de sensibilidade ao contexto. Além disso, são propostos um modelo para tratamento de exceções sensível ao contexto e um mecanismo implementado a partir de MoCA (Mobile Collaboration Architecture). MoCA é um *middleware publish-subscribe* que oferece suporte ao desenvolvimento de aplicações móveis colaborativas através da incorporação de serviços de contexto. Finalmente, este trabalho avalia o mecanismo de exceções proposto através de sua utilização em alguns protótipos de aplicações colaborativas desenvolvidas a partir de MoCA. Através do mecanismo, foram implementadas diferentes estratégias de tratamento de exceções que consideram as informações de contexto das aplicações.

Palavras-chave

Tratamento de exceções, computação móvel, sensibilidade ao contexto, *middleware*, tolerância a falhas.

Abstract

Damasceno, Karla. **Context-Sensitive Exception Handling**. Rio de Janeiro, 2006. 107p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Context-sensitive exception handling on mobile systems is not a trivial task due to their intrinsic characteristics: mobility, asynchrony and increased unpredictability. Conventional mechanisms of exception handling can not be used for many reasons. First, error propagation needs considering the contextual changes that often occur in these systems. Second, error recovery and exception handling strategies also frequently need to be selected according to contextual information. Third, the characterization of an exception may depend on the contextual situation of involved devices. Even though there are now several context-oriented middleware systems that provide support for the development of mobile applications, they rarely provide explicit and adequate features for context-sensitive exception handling. This work presents an analysis of existing exception handling mechanisms, which to some extent consider the context-awareness requirements. Besides, it proposes a general model for context-sensitive exception handling and a supporting mechanism implemented using the MoCA (Mobile Collaboration Architecture) infrastructure. MoCA is a publish-subscribe middleware supporting the development of collaborative mobile applications by incorporating explicit services to empower software agents with context-sensitiveness. Finally, this paper reports our experience in implementing context-aware exception handling strategies in some prototype collaborative applications built with the MoCA system.

Keywords

Exception handling, mobile computing, context-awareness, middleware, fault tolerance.

Sumário

1	Introdução	14
1.1.	Problema	15
1.2.	Limitações dos Trabalhos Relacionados	16
1.3.	Solução Proposta	17
1.4.	Objetivos	18
1.5.	Organização do Texto	19
2	Sensibilidade ao Contexto	20
2.1.	Definições Básicas	21
2.1.1.	Contexto e Tipos de Contexto	21
2.1.2.	Aplicações Sensíveis ao Contexto	22
2.2.	Computação Distribuída Tradicional e Móvel	23
2.3.	<i>Middlewares</i> para Aplicações Sensíveis ao Contexto	24
2.3.1.	Modelagem de Contexto	25
2.3.2.	Paradigmas de Coordenação	26
	Baseados em Eventos ou <i>Publish-Subscribe</i>	27
	Baseados em Espaço de Tuplas	27
	Reflexão Computacional	28
2.4.	Exemplos de <i>Middlewares</i>	29
2.4.1.	MoCA	29
2.4.2.	CAMA	32
2.4.3.	CARISMA	34
2.5.	Análise dos <i>Middlewares</i>	35
3	Tratamento de Exceções	36
3.1.	Aspectos Gerais do Tratamento de Exceções	39
3.1.1.	Representação da Exceção	39
3.1.2.	Separação entre Exceção Externa e Interna	39
3.1.3.	Localização de Tratadores	40
3.1.4.	Associação de Tratadores	40

3.1.5. Propagação de Exceção	41
3.2. Aspectos Adicionais Relacionados a Sensibilidade ao Contexto	41
3.2.1. Estudo de caso: Health Care	42
3.2.2. Especificação de Contextos Excepcionais	43
3.2.3. Ausência de Escopos Apropriados para Tratamento de Exceções	44
3.2.4. Necessidade de Tratadores Sensíveis ao Contexto	45
3.2.5. Tratamento de Exceções Imprevistas	45
3.3. Limitações de Alguns Trabalhos Relacionados	46
3.3.1. Tripathi e Miller	46
3.3.2. Souchon, Dony, Urtado e Vauttier	47
3.3.3. Iliasov e Romanovsky	48
3.4. Análise das Soluções	49
4 Modelo de Tratamento de Exceções Sensível ao Contexto	51
4.1. Especificação de Contextos Excepcionais	51
4.2. Informação Contextual Extra	52
4.3. Escopos: Dispositivo, Servidor, Regiões ou Grupos	52
4.3.1. Escopos Baseados em Grupos	53
4.3.2. Escopos Baseados em Regiões	53
4.4. Busca Sensível ao Contexto por Tratadores	54
4.5. Tratadores Sensíveis ao Contexto	54
4.6. Propagação Sensível ao Contexto	54
4.7. Tratamento de Exceções Proativo	55
5 Arquitetura de Tratamento de Exceções Sensível ao Contexto	57
5.1. Uma Arquitetura de Software para Tratamento de Exceções	58
5.2. Componentes da Arquitetura	59
5.3. Interfaces da Arquitetura	64
5.4. Análise da Arquitetura	69
6 Mecanismo de Tratamento de Exceções Sensível ao Contexto	70
6.1. Uso de Aspectos no Mecanismo	70
6.2. Projeto Detalhado dos Componentes	72
6.2.1. Componente ContextualException	72

6.2.2. Componente HandlingScope	75
6.2.3. Componente Handler	76
6.2.4. Componente ExceptionHandlingStrategy	77
6.2.5. Componente PropagationManager	78
6.2.6. Componente ExceptionPropagation	79
6.3. Implementação dos Componentes usando MoCA	81
7 Estudos de Caso	84
7.1. <i>Virtual Lines</i> (VL)	84
7.1.1. Especificação de Tratadores e Propagação de Exceções	85
7.1.2. Outras Especificações	88
7.2. <i>Health Care</i> (HC)	91
7.2.1. Exceções Contextuais e Tratadores Sensíveis ao Contexto	91
7.2.2. Propagação Sensível ao Contexto	92
7.2.3. Seqüência de Prioridade Entre os Escopos	94
7.2.4. Tratadores Sensíveis ao Contexto	95
7.2.5. Propagação de Exceções Proativa	96
7.3. Análise do Mecanismo	97
8 Conclusões	100
8.1. Discussões Finais	100
8.2. Contribuições	102
8.3. Trabalhos Futuros	102
9 Referências Bibliográficas	104

Lista de Figuras

Figura 1. Arquitetura MoCA	30
Figura 2. Dependências entre as APIs de MoCA	32
Figura 3. Principais Abstrações de CAMA	32
Figura 4. Arquitetura CARISMA	35
Figura 5. Componente Tolerante a Falhas Ideal	37
Figura 6. Arquitetura do Mecanismo de Tratamento de Exceções	62
Figura 7. Componente ContextualException e Interfaces	64
Figura 8. Componente HandlingScope e Interfaces	65
Figura 9. Componente Handler e Interfaces	66
Figura 10. Componente ExceptionHandlingStrategy e Interfaces	66
Figura 11. Componente PropagationManager e Interfaces	67
Figura 12. Componente ExceptionPropagation e Interfaces	68
Figura 13. Projeto do Componente ContextualException	73
Figura 14. Projeto do Componente HandlingScope	75
Figura 15. Projeto do Componente Handler	76
Figura 16. Projeto do Componente ExceptionHandlingStrategy	77
Figura 17. Projeto do Componente PropagationManager	79
Figura 8. Projeto do Componente ExceptionPropagation	80
Figura 19. Adição de Contextos Excepcionais	81
Figura 20. Observador de Eventos para Detecção de Contextos	82
Figura 21. Recuperação dos Dispositivos do Escopo de Região	82
Figura 22. Propagação de Exceções	83
Figura 23. Implementação de ConfigurationServer em VL	88
Figura 24. Implementação de ConfigurationClient em VL	89
Figura 25. Implementação de NotifyHandler em VL	90
Figura 26. Implementação de ConfigurationClient em HC	93
Figura 27. Implementação de NotifyHandler em HC	94
Figura 28. Estratégia para Busca de Tratadores de HeartAttack em HC	95
Figura 29. Implementação de FirstHelp em HC	96
Figura 30. Definição de Propagação Proativa em HC	97

Lista de Tabelas

Tabela 1. Componentes e suas Responsabilidades na Arquitetura	60
Tabela 2. Tratadores e Escopos Associados em VL	87
Tabela 3. Exceção Contextual HeartAttack e seus Tratadores em HC	91

Lista de Siglas e Abreviaturas

CAMA	Context-Aware Mobile Agents
CARISMA	Context-Aware Reflective mddleware System for Mobile Applications
HC	Health Care
MoCA	Mobile Collaboration Architecture
VL	Virtual Lines