

## 4

# Modelo de Tratamento de Exceções Sensível ao Contexto

Neste capítulo propomos um modelo geral para tratamento de exceções sensível ao contexto, considerando as questões levantadas nos capítulos anteriores. O modelo proposto para tratamento de exceções é especialmente adequado para mecanismos comumente definidos em *middlewares publish-subscribe*. Este paradigma de coordenação tem sido usado consistentemente por grandes indústrias de software como a IBM (MQTT) no desenvolvimento de arquiteturas móveis sensíveis ao contexto. Tal modelo também pode ser facilmente estendido para arquiteturas baseadas em espaços de tupla (Seção 2.3.2), uma vez que tais soluções apresentam vários mecanismos similares ao paradigma *publish-subscribe*. De fato, a maioria dos *middlewares* para aplicações móveis se apóia nestes dois paradigmas.

### 4.1. Especificação de Contextos Excepcionais

De acordo com a definição de contexto proposta por Dey e Abowd (1999) (seção 2.1.1), “contexto é qualquer informação que pode ser utilizada para caracterizar a situação de uma entidade (pessoa, lugar ou objeto) relevante para a interação entre um usuário e uma aplicação”. De modo similar, entendemos por “contexto excepcional” o contexto que caracteriza alguma situação excepcional de uma entidade, onde “excepcional” também varia de acordo com os requisitos da aplicação. Um contexto excepcional corresponde então a um conjunto indesejável ou perigoso de condições que podem estar relacionadas a diferentes tipos de informações como uma região geográfica específica, o nível de bateria de um dispositivo móvel, a temperatura de uma sala, os batimentos cardíacos de um paciente, etc.

A natureza excepcional destes contextos está bastante relacionada às regras de negócio das aplicações. A informação de que a pressão sanguínea ou frequência respiratória é inferior (superior) a um limite mínimo (máximo) pode

ser considerada ou não um contexto excepcional em uma aplicação. Para muitos sistemas é apenas uma condição de contexto normal, mas para uma aplicação que faz o monitoramento de uma pessoa com problemas cardiovasculares, tal condição provavelmente será considerada sempre um contexto excepcional.

Nosso objetivo em definir um contexto excepcional é facilitar a definição de situações excepcionais, pois a ocorrência de um contexto excepcional está diretamente relacionada à ocorrência de uma exceção. Uma exceção contextual corresponde a uma exceção que é “caracterizada” por um conjunto indesejável ou perigoso de condições, ou seja, por um contexto excepcional. Definir uma exceção a partir destas informações contextuais facilita a definição de situações excepcionais complexas em aplicações sensíveis ao contexto. Uma exceção contextual pode ser caracterizada pela combinação de diferentes tipos de informações como uma região geográfica específica, o nível de bateria de um dispositivo móvel e os batimentos cardíacos de um paciente.

#### **4.2. Informação Contextual Extra**

Um objeto representando o contexto excepcional pode carregar um conjunto de informações extra, relacionadas à ocorrência excepcional. Algumas destas informações devem ser coletadas automaticamente pelo mecanismo e outras podem ser adicionadas, opcionalmente, de acordo com a necessidade da aplicação. Sempre que ocorre a propagação de uma exceção contextual, as informações de contexto devem ser enviadas juntamente com a exceção. Além disso, também deve ser possível utilizar tais informações extra, ao fazer a busca sensível ao contexto dos tratadores apropriados para uma exceção específica.

#### **4.3. Escopos: Dispositivo, Servidor, Regiões ou Grupos**

A fim de suportar uma abordagem sensível ao contexto para a propagação de erros, exceções podem ser capturadas através de escopos em quatro níveis diferentes: um dispositivo, um grupo de dispositivos, um servidor *proxy* e uma região. Escopos de dispositivo e servidor compreendem as unidades operacionais básicas do sistema sensível ao contexto, o que permite que a funcionalidade do

tratador de exceções seja encapsulada dentro do escopo de sua própria unidade (dispositivo ou servidor). Os escopos de grupo e de região são descritos nas próximas seções.

#### **4.3.1. Escopos Baseados em Grupos**

Um escopo de grupo envolve um conjunto de dispositivos que são definidos pela aplicação para suportar o tratamento cooperativo móvel de uma exceção entre os dispositivos que pertencem ao grupo. Este tipo de escopo não está diretamente relacionado à localização física dos dispositivos que pertencem ao grupo. É possível inserir ou remover elementos do escopo de grupo de acordo com a necessidade da aplicação. Por exemplo, agentes que representam a família de um paciente em um sistema similar à aplicação HC podem formar um grupo específico, e assim, quando exceções contextuais relacionadas ao ataque cardíaco são levantadas, todos os membros da família podem ser notificados.

#### **4.3.2. Escopos Baseados em Regiões**

Diferentemente dos outros três escopos, um escopo de região tem um comportamento mais dinâmico para identificar os dispositivos que estão participando deste escopo. Um escopo de região está diretamente relacionado a uma localização física do ambiente onde estão os dispositivos móveis. Em geral, os *middlewares* utilizados no desenvolvimento de aplicações sensíveis ao contexto já oferecem a infra-estrutura necessária para recuperar as mudanças de localização física dos dispositivos, bem como a informação sobre quais dispositivos que estão localizados próximos a este. Assim, é possível saber também quando um dispositivo entra e sai de um escopo baseado na região, ou quais dispositivos fazem parte de um escopo de região. Isto porque, um movimento do dispositivo caracteriza uma mudança de escopo, ou seja, sempre que um dispositivo se move de uma região física para outra, ele automaticamente se move do escopo de tratamento baseado em uma região para o escopo baseado na outra região. Conseqüentemente, este movimento envolve uma mudança sensível ao contexto das condições excepcionais que o dispositivo pode tratar.

#### **4.4. Busca Sensível ao Contexto por Tratadores**

Quando ocorre uma exceção contextual, a busca dos tratadores apropriados para a mesma é realizada considerando-se a prioridade estabelecida para os escopos em que os tratadores desta exceção estão associados. Esta ordem pode ser previamente definida por uma aplicação. Porém, se nenhuma ordem for explicitamente definida, o mecanismo deve utilizar a seguinte seqüência crescente pré-estabelecida: dispositivo < grupo < região < servidor. A busca sensível ao contexto ocorre, primeiramente, entre os tratadores do nível mais baixo que satisfazem as condições de contexto. Se nenhum dos tratadores neste nível satisfaz as restrições de contexto, a busca de tratadores continua, e os tratadores são pesquisados no nível acima. Isto ocorre até que um tratador seja encontrado, ou, se nenhum tratador for encontrado, um tratador geral deve ser selecionado.

#### **4.5. Tratadores Sensíveis ao Contexto**

Durante a busca de tratadores, antes de selecionar um tratador apropriado para ser executado, é interessante que sejam feitas algumas verificações de contexto, de acordo com as necessidades específicas da aplicação. Assim, de acordo com o contexto de execução, pode ser apropriado executar um tratador, ao passo que para a mesma exceção em outro contexto, o tratador não deva ser utilizado. Neste caso, a pesquisa pelo tratador apropriado deve continuar até encontrar outro tratador que satisfaça as condições de contexto. O propósito desta abordagem é promover flexibilidade extra que ofereça suporte a definição de tratadores sensíveis ao contexto. Além disso, após a execução dos tratadores, deve ser feita uma checagem para verificar se existe ou não a necessidade de realizar a propagação automática de exceções.

#### **4.6. Propagação Sensível ao Contexto**

Nosso modelo também especifica como deve ocorrer a propagação de exceções contextuais a um conjunto de escopos. A propagação é considerada

sensível ao contexto, pois as informações de contexto e escopo são utilizadas para que o mecanismo decida quando deve ocorrer a propagação das exceções.

A verificação da necessidade de realizar a propagação automática deve ser realizada após busca do tratador e sua posterior execução. Três situações podem ocorrer após a execução do tratador: (i) o tratador foi executado com sucesso e está associado a um escopo de execução local, ou seja, o tratador que foi executado está associado ao dispositivo onde ocorreu a exceção; (ii) o tratador foi executado com sucesso e está associado a um escopo de execução remota, por exemplo, o tratador está associado ao escopo de outro dispositivo, ou grupo de dispositivos; (iii) o tratador não foi executado com sucesso. Para o primeiro caso não é necessário realizar a propagação automática. No segundo caso, após a execução local do tratador, a exceção deve ser propagada para o escopo que estiver associado a ele. Finalmente, quando ocorre o terceiro caso, deve ser realizada uma nova busca por tratadores que estejam associados a escopos no próximo nível de granularidade.

Além da propagação automática, é interessante que exista também a possibilidade de realizar a propagação explícita, de acordo com o interesse da aplicação. Neste caso, uma aplicação poderia, por exemplo, utilizar o método de propagação após a execução de um dado tratador, a fim de propagar a exceção explicitamente para outros escopos definidos pela aplicação.

#### **4.7. Tratamento de Exceções Proativo**

Em uma aplicação móvel aberta, os dispositivos móveis em colaboração excepcional podem não ser capazes de prever todos os contextos excepcionais. Se um dispositivo não sabe como tratar uma exceção contextual a colaboração entre os dispositivos na mesma região pode ser utilizada para adquirir dinamicamente a capacidade de realizar o tratamento desta exceção. Isto pode ser feito explorando a infra-estrutura móvel de colaboração fornecida pelo *middleware publish-subscribe* para desenvolver aplicações sensíveis ao contexto, na qual um dispositivo pode colaborar, por exemplo, com os dispositivos que estão na mesma localização que ele. A proatividade precisa ser considerada sob dois pontos de vista (i) a notificação de exceções contextuais deve ser proativa, ou seja, os dispositivos

precisam tomar conhecimento da ocorrência de exceções mesmo que não tenham registrado interesse em obter informações sobre o contexto excepcional relacionado à exceção, e (ii) o tratamento de exceções precisa ser proativo, ou seja, deve ser possível que os dispositivos colaborem para adquirir os possíveis tratadores para uma exceção contextual que eles não são capazes de tratar. Considerando uma aplicação como HC, por exemplo, mesmo que os dispositivos de uma região não tenham registrado interesse, quando um paciente está sofrendo um ataque cardíaco os dispositivos que pertencem à mesma região precisam ser notificados. Caso o tratamento para esta exceção não seja conhecido, deve ser possível obter esta informação através da colaboração com o dispositivo da vítima, a fim de executar os primeiros socorros, enquanto a ambulância não chega.