TRATAMENTO DE EXCEÇÕES E I/O DE ARQUIVOS

Mário Meireles Teixeira
mario@deinf.ufma.br

Principais conceitos

- Programação defensiva
  - Antecipar o que pode sair errado
- Lançamento e tratamento de exceções
- Informe de erro
- Processamento de arquivos simples

Algumas causas das situações de erros

- Implementação incorreta
  - Não atende à especificação
- Solicitação de objeto inapropriado
  - Por exemplo, índice inválido
- Estado do objeto inconsistente ou inadequado
  - Por exemplo, devido à extensão de uma classe

Nem sempre erro do programador

- Erros surgem freqüentemente do ambiente:
  - URL incorreto inserido
  - interrupção da rede
- Processamento de arquivos é particularmente propenso a erros:
  - arquivos ausentes
  - falta de permissões apropriadas
  - disco cheio

Programação defensiva

- Interação cliente-servidor:
  - Um servidor deve assumir que os clientes são bem-comportados?
  - Ou ele deve assumir que os clientes são potencialmente hostis?
- Diferenças significativas na implementação são requeridas

Questões a serem resolvidas

- Qual é o número de verificações por um servidor nas chamadas de método?
- Como informar erros?
- Como um cliente pode antecipar uma falha?
- Como um cliente deve lidar com uma falha?

Um exemplo

- Crie um objeto `AddressBook`
- Tente remover uma entrada
- Resulta em um erro em tempo de execução
  - De quem é a 'falha'?
- Antecipação e prevenção de erros são preferíveis a apontar um culpado

Valores dos parâmetros

- Parâmetros representam uma séria 'vulnerabilidade' para um objeto servidor
  - Parâmetros do construtor inicializam o estado do objeto
  - Parâmetros do método alteram freqüentemente o comportamento do objeto
- Verificação de parâmetros é uma das medidas defensivas que podem ser tomadas pelo programa

Verificando a chave

```
public void removeDetails(String key)
{
    if(keyInUse(key)) {
        ContactDetails details =
                        (ContactDetails) book.get(key);
        book.remove(details.getName());
        book.remove(details.getPhone());
        numberOfEntries--;
    }
}
```

Informe de erro do servidor

- Como informar argumentos inválidos?
  - No usuário?
    - Há usuários humanos?
    - Eles podem resolver o problema?
  - No objeto cliente?
    - Retorna um código de erro/status (típico de programação estruturada)
    - *Lança uma exceção – Java/OO*

Retornando um diagnóstico

```
boolean public removeDetails(key String)
{
    if(keyInUse(key)) {
        ContactDetails details =
                        (ContactDetails) book.get(key);
        book.remove(details.getName());
        book.remove(details.getPhone());
        numberOfEntries--;
        return true;
    }
    else {
        return false;
    }
}
```

Respostas do cliente

- Testar o valor de retorno
  - Tente recuperar-se do erro
  - Evite a falha do programa
- Ignorar o valor de retorno
  - Não há como evitar
  - Possibilidade de levar a uma falha do programa
- Exceções são preferíveis

Princípios do lançamento de exceções

- Um recurso especial de linguagem
- Nenhum valor de retorno 'especial' necessário
- Erros não podem ser ignorados no cliente
  - O fluxo normal de controle é interrompido
- Ações específicas de recuperação são encorajadas

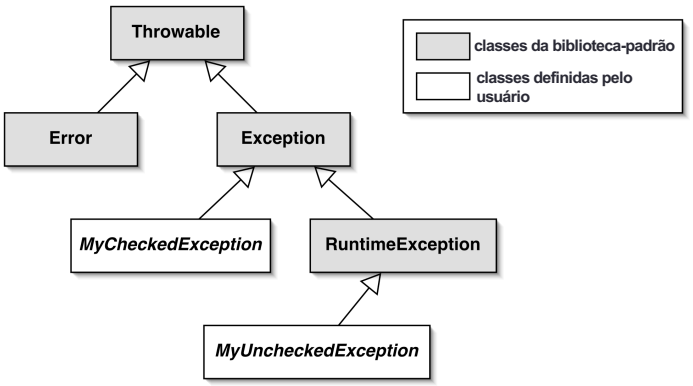
Lançando uma exceção (1)

```
/**
 * Pesquisa um nome ou um número de telefone e retorna
 * os detalhes do contato correspondentes.
 * @param key O nome ou número a ser pesquisado.
 * @return Os detalhes correspondentes à chave,ou null
 *         se não houver nenhuma correspondência.
 * @throws NullPointerException se a chave for null.
 */
public void getDetails(String key)
{
    if(key == null){
        throw new NullPointerException(
                            "chave nula em getDetails");
    }
    return (ContactDetails) book.get(key);
}
```

Lançando uma exceção (2)

- Um objeto de exceção é construído:
  - `new ExceptionType("...");`
- O objeto exceção é lançado:
  - `throw ...`
- Documentação Javadoc:
  - `@throws ExceptionType reason`

A hierarquia de classes de exceção



Categorias de exceção

- Exceções verificadas:
  - subclasse de `Exception`
  - utilizadas para falhas iniciais
  - onde a recuperação talvez seja possível
- Exceções não-verificadas:
  - subclasse de `RuntimeException`
  - utilizadas para falhas não-antecipadas
  - onde a recuperação não é possível

O efeito de uma exceção

- O método onde a exceção ocorre (`throw`) é encerrado prematuramente
- Nenhum valor de retorno é retornado
- Controle não retorna ao ponto da chamada do cliente
  - Portanto, o cliente não pode prosseguir de qualquer maneira, pois o programa é interrompido
- Um programa cliente pode 'capturar' uma exceção, para tentar recuperar-se do erro ou enviar uma mensagem mais amigável ao usuário

Exceções não-verificadas

- A utilização dessas exceções ocorre de forma 'não-verificada' pelo compilador
- Causam o término do programa se não capturadas.
  - Essa é a prática normal
- `IllegalArgumentException` é um exemplo típico

Verificação de argumento

```
public void ContactDetails getDetails(String key)
{
    if(key == null) {
        throw new NullPointerException(
                        "null key in getDetails");
    }
    if(key.trim().length() == 0) {
        throw new IllegalArgumentException(
                        "Empty key passed to getDetails");
    }
    return (ContactDetails) book.get(key);
}
```

• É importante verificar se os argumentos estão corretos antes de prosseguir com o propósito principal do método

Exceções em construtores

```
public ContactDetails(String name, String phone, String address)
{
    if(name == null) { name = "";  }
    if(phone == null) { phone = "";  }
    if(address == null) { address = "";  }

    this.name = name.trim();
    this.phone = phone.trim();
    this.address = address.trim();

    if(this.name.length() == 0 && this.phone.length() == 0) {
        throw new IllegalStateException(
                "Nome e telefone não podem ser ambos nulos!");
    }
}
```

- Exceções também podem ser lançadas a partir de construtores
- Neste caso, deseja-se evitar criar uma entrada que não se possa indexar

Tratamento de exceções

- Exceções verificadas devem ser capturadas
- O compilador assegura que a utilização dessas exceções seja fortemente controlada
  - Tanto no servidor como no cliente
- Se utilizadas apropriadamente, é possível ao programa recuperar-se das falhas

A cláusula throws

- Métodos que lançam uma exceção verificada devem incluir uma cláusula throws :

```
public void saveToFile(String destinationFile)
    throws IOException
```

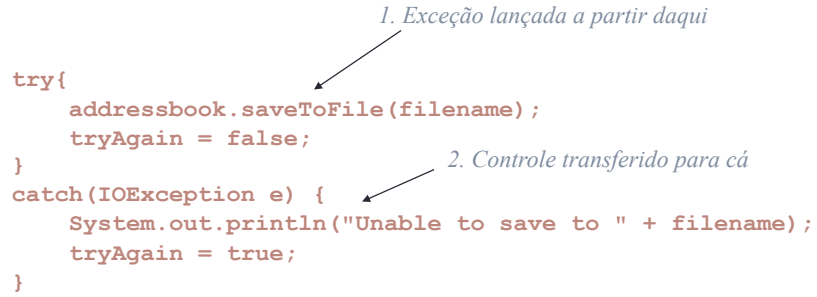
O bloco try

- Clientes que capturam uma exceção devem proteger a chamada com um bloco try:

```
try {
    Proteja uma ou mais instruções aqui
}
catch (Exception e) {
    Informe da exceção e recuperação aqui
}
```

- Qualquer número de instruções pode ser incluído em um bloco try
- A cláusula catch tentará capturar exceções geradas por qualquer instrução dentro do try precedente

O bloco try




```
try{
    addressbook.saveToFile(filename);
    tryAgain = false;
}
catch(IOException e) {
    System.out.println("Unable to save to " + filename);
    tryAgain = true;
}
```

• As instruções no bloco try são denominadas *protegidas*. Se nenhuma exceção ocorrer, elas serão executadas normalmente e o catch será ignorado
• Uma exceção impede que o fluxo normal de controle continue, retomando-se a execução a partir da cláusula catch
• Depois que o catch for completado, a execução *não retornará* para o try

Múltiplas exceções

```
try {
    ...
    ref.processar();
    ...
}
catch(EOFException e) {
    // Toma a ação apropriada para uma exceção
    // de final de arquivo alcançado
    ...
}
catch(FileNotFoundException e) {
    // Toma a ação apropriada para uma exceção
    // de arquivo não encontrado
    ...
}
```

• As cláusulas catch são verificadas na ordem em que são escritas
• Uma cláusula catch para um tipo particular de exceção não deve se seguir a outro catch que se refira a um dos seus supertipos – o supertipo capturará a exceção antes do catch do subtipo (polimorfismo)
• Porém, pode-se aproveitar esta característica e fazer um catch único para todas as exceções (tipos e subtipos)
• Uma exceção pode ser *propagada* do método chamado para o chamador

A cláusula finally

```
try {
    Proteja uma ou mais instruções aqui
}
catch(Exception e) {
    Informe e recupere a partir da exceção aqui
}
finally {
    Realize quaisquer ações aqui quer ou não
    uma exceção seja lançada
}
```

• A cláusula `finally` é opcional e é sempre executada, mesmo que não ocorra uma exceção
• Se uma exceção for lançada no `try`, mas não capturada, o `finally` ainda assim é executado – p. ex., uma exceção propagada a partir de um método
• Na prática, `finally` pode ser usado para fechar arquivos, conexões de rede, de banco de dados...

Definindo novas classes de exceção

- Estenda `Exception` ou `Runtime-Exception`
- Defina novos tipos para fornecer melhores informações diagnósticas:
  - Inclua informações sobre a notificação e/ou recuperação

```
public class NoMatchingDetailsException extends Exception
{
    private String key;

    public NoMatchingDetailsException(String key)
    {
        this.key = key;
    }

    public String getKey()
    {
        return key;
    }

    public String toString()
    {
        return "No details matching '" + key +
               "' were found.";
    }
}
```

• A nova exceção **NoMatchingDetailsException**, específica da aplicação, permite que o valor de key seja disponibilizado para as aplicações que queiram se recuperar do erro.

Recuperação após erro

- Clientes devem tomar nota dos informes de erros.
  - Verifique o valor de retorno
  - Não 'ignore' exceções
- Inclua o código para a tentativa de recuperação.
  - Freqüentemente isso exigirá um loop
- Um exemplo equivocado de tratamento de exceções:

```
AddressDetails details = null;
try {
   details = addresses.getDetails(...);
}
catch (Exception e) {
   System.out.println("Error: " + e);
}
...
```

Tentativa de recuperação

```
// Tenta salvar o catálogo de endereços
boolean successful = false;
int attempts = 0;
do {
    try {
        addressbook.saveToFile(filename);
        successful = true;
    }
    catch(IOException e) {
        System.out.println("Unable to save to " + filename);
        attempts++;
        if(attempts < MAX_ATTEMPTS) {
            filename = um nome de arquivo alternativo;
        }
    }
} while(!successful && attempts < MAX_ATTEMPTS);
if(!successful) {
    // Informa o problema e desiste
}
```

Prevenção de erro

- Clientes podem freqüentemente utilizar os métodos de pesquisa do servidor para evitar erros
  - Ter clientes mais robustos significa que os servidores podem ser mais confiáveis
  - Exceções não-verificadas podem ser utilizadas
  - Simplifica a lógica do cliente
- Pode aumentar o acoplamento cliente/servidor

Entrada e saída de texto

- Entrada e saída são particularmente propensas a erros
  - Envolvem interação com o ambiente externo:
    - Arquivo corrompido
    - Arquivo não existe
    - Disco cheio / quota excedida
    - Permissões insuficientes...
- O pacote `java.io` suporta entrada e saída
- `java.io.IOException` é uma exceção verificada

Leitores, escritores e fluxos

- Leitores e escritores lidam com entrada textual
  - Com base no tipo `char`
- Fluxos lidam com dados binários
  - Com base no tipo `byte`
- O exemplo a seguir (*address-book-io*) ilustra a E/S textual
- O projeto também inclui métodos para ler/gravar versões binárias dos objetos `AddressBook` e `ContactDetails` -- serialização
- Tutorial (muito bom) sobre I/O em Java:

  https://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/io/index.html

Saída de texto

- Utiliza a classe `FileWriter`
  - Abre um arquivo
  - Grava no arquivo
  - Fecha o arquivo
- Falha em um ponto qualquer resulta em uma `IOException`
- Arquivo:
  - `AddressBookFileHandler.java`, do projeto *address-book-io*

Saída de texto

```
try {
    FileWriter writer = new FileWriter(nome do arquivo);
    while(há mais texto para escrever) {
        ...
        writer.write(próxima parte do texto);
        ...
    }
    writer.close();
}
catch(IOException e) {
    algo saiu errado ao acessar o arquivo
}
```

Entrada de texto

- Utiliza a classe `FileReader`
- 'Empacota' com `BufferedReader` para entrada baseada em linha
  - Abre um arquivo
  - Lê do arquivo
  - Fecha o arquivo
- Falha em um ponto qualquer resulta em uma `IOException`

Entrada de texto

```
try {
    BufferedReader reader = new BufferedReader(
                            new FileReader("nome do arquivo "));
    String line = reader.readLine();
    while(line != null) {
    faça algo com a linha
        line = reader.readLine();
    }
    reader.close();
}
catch(FileNotFoundException e) {
    o arquivo específico não pode ser localizado
}
catch(IOException e) {
    algo saiu errado com a leitura ou fechamento
}
```

Revisão (1)

- Erros em tempo de execução surgem por várias razões:
  - Uma chamada cliente inadequada a um objeto servidor
  - Um servidor incapaz de atender a uma solicitação
  - Erro de programação no cliente e/ou servidor

Revisão (2)

- Erros em tempo de execução freqüentemente levam a falhas de programa
- Programação defensiva antecipa erros — tanto no cliente como no servidor
- Exceções fornecem um mecanismo de informe e recuperação de erros