

Configuração de Cenários de Falhas em FIONA para Validação Experimental de Aplicações Distribuídas

Melissa Rafaelli, Joana M. F. Trindade,
Gabriela Jacques-Silva, Taisy Weber,
Ingrid Jansch-Pôrto

Instituto de Informática - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Caixa Postal 15064 - 90501-970 Porto Alegre, RS, Brasil
{mrafaelli, jmfrindade, gjsilva, taisy, ingrid}@inf.ufrgs.br

Introdução

A computação em sistemas distribuídos de alto desempenho tem por finalidade compartilhar a carga de processamento através do uso de vários processadores, os quais unem seus esforços para executar determinada tarefa. Para que aplicações distribuídas possam executar com sucesso, o ambiente deve prover processamento ininterrupto durante suas execuções. Porém, tal ambiente é sujeito à ocorrência de falhas, tanto no hardware como no software.

Com o objetivo de garantir a operação destes sistemas, empregam-se mecanismos de tolerância a falhas, os quais são capazes de detectar e recuperar o estado da aplicação. Uma forma de validar a eficácia dos mecanismos de tolerância a falhas empregados, é através do uso de métodos de injeção de falhas.

A injeção de falhas consiste na inserção de falhas em um sistema ou aplicação, em um ambiente controlado, e na determinação do comportamento deste sistema em resposta às falhas nele injetadas [HSU 97]. A ferramenta injetora de falhas deve ser eficiente tanto na injeção propriamente dita, quanto na reprodução de um cenário de falhas real, tal que esse seja consistente com o modelo de falhas adequado para o sistema sob teste.

Este trabalho apresenta a ferramenta de configuração de cenário de falhas desenvolvida para FIONA [GER 05a], um injetor de falhas de comunicação para aplicações distribuídas Java. A Seção “*Injetor de Falhas FIONA*” descreve brevemente seu funcionamento e sua arquitetura distribuída. A seguir, na seção “*Ferramenta Gráfica de FIONA*” é apresentado o sistema de configuração de cenários desenvolvido e seu papel de grande auxílio na condução de experimentos de injeção de falhas. Na última seção, são desenvolvidas algumas considerações finais e introduzidos os trabalhos futuros.

Injetor de Falhas FIONA

FIONA é um injetor projetado para aplicações distribuídas implementadas em Java, de pequena e média escala. Para validar esse tipo de ambiente, FIONA foi desenvolvido utilizando uma arquitetura hierárquica, visando escalabilidade. Essa estratégia foi

usada no estabelecimento de uma classificação dos nodos entre *injetor principal*, *injetor de site* e *injetor local*.

O *injetor principal* é o responsável por gerenciar o experimento, distribuindo a configuração do ambiente de falhas e centralizando os *logs* de todos os nodos participantes do sistema. Um *injetor de site* possui a função de recolhimento dos *logs* fornecidos pelos *injetores locais* de seu domínio. Por sua vez, um *injetor local* executa em uma máquina e gera seu próprio log, o qual será repassado ao *injetor de site* correspondente.

Os tipos de falhas empregadas por FIONA são as descritas no modelo de falhas para sistemas distribuídos proposto por Birman [BIR 99]. São elas: *omissão*, *colapso*, *duplicação*, *temporização* e *particionamento*. Em uma primeira versão do injetor, essas falhas eram injetadas no meio de comunicação somente em aplicações executando sobre o protocolo de transporte UDP, porém a versão atual foi estendida para suportar aplicações que utilizem o protocolo TCP [GER 05b].

FIONA permite a especificação de um cenário de falhas através de sua descrição em um arquivo de configuração. Tal arquivo apresenta os tipos de falhas que serão injetadas em quais nodos, o momento de ativação de cada falha e, dependendo do caso, o seu comportamento. Este arquivo é passado como parâmetro durante a inicialização do programa e é interpretado pelo injetor, o qual armazena as descrições em um banco de falhas. A configuração do experimento é distribuída de acordo com a demanda dos injetores inferiores da hierarquia.

Ferramenta Gráfica de FIONA

Para a criação de cenários de falhas de FIONA, as falhas são descritas em um arquivo de regras, determinando como um tipo de falha deve ser injetada durante o programa. A edição destas regras diretamente no arquivo de configuração demanda uma consulta constante à especificação do injetor. Portanto, foi desenvolvida em Java uma interface gráfica que auxilia o usuário na criação de cenários de falhas de forma intuitiva, facilitando a configuração e a inicialização dos testes.

Essa ferramenta disponibiliza um meio amigável de interação entre o injetor e o usuário, conduzindo-o de maneira clara e precisa na representação do ambiente de falhas. Através dela, o usuário cria ou carrega um cenário de falhas já existente, e então tem a opção de salvar seu resultado em um arquivo, o qual conterá a configuração do ambiente de falhas. Após isso, o usuário está apto a iniciar o experimento de validação da aplicação alvo.

Em FIONA, uma falha é descrita através de uma linha de configuração, que contém parâmetros específicos para cada tipo de falha. Os campos preenchidos pelo usuário na interface gráfica são traduzidos para o formato aceito pelo injetor, sendo agrupados em uma linha com o caracter “:” servindo de separador. Cada falha adicionada ao cenário pode também ser editada ou excluída da lista de falhas antes da inicialização dos testes. O sistema de configuração, no entanto, apenas permite a ativação do experimento de injeção de falhas após a verificação da correção dos parâmetros fornecidos. Feita esta verificação, é oferecida ao usuário a opção de salvar o cenário de falhas criado antes de iniciar o experimento.

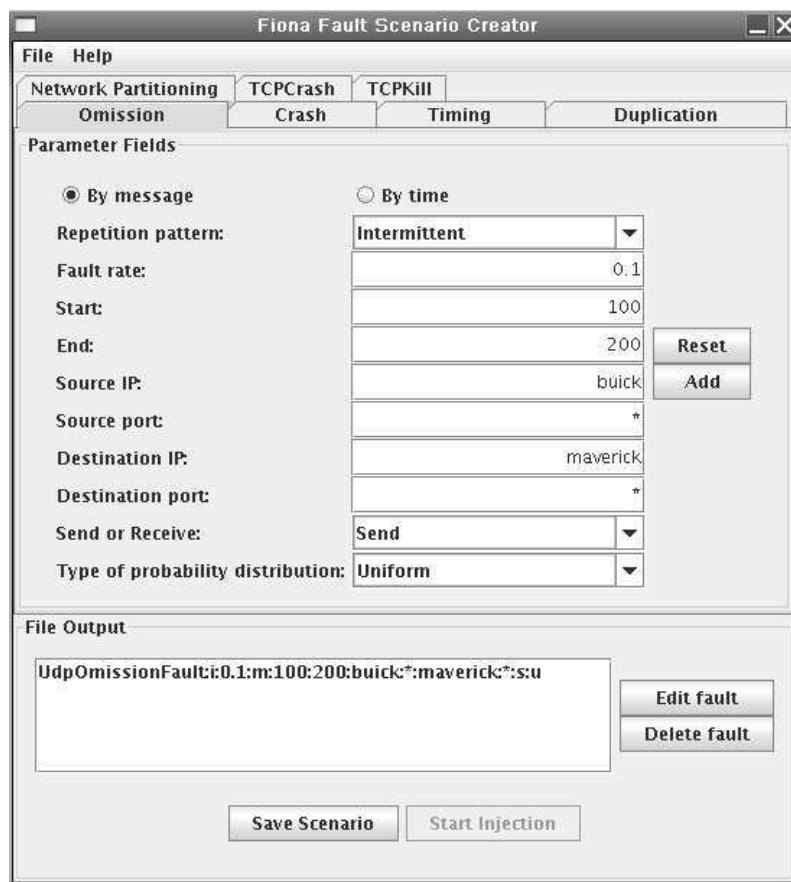


Figura 1: Falha de Omissão

A Figura 1 demonstra um exemplo de configuração de ambiente de falhas no qual foi instanciada uma falha de omissão (perda de mensagens). O cenário definido corresponde à injeção de falhas a ser realizada no fluxo de mensagens remetidas de qualquer porta da máquina *buick* para qualquer porta da máquina *maverick*. Mais especificamente, serão injetadas falhas no intervalo entre a centésima e a ducentésima mensagem, numeradas em ordem crescente a partir do início do experimento. A falha emulada irá reproduzir um comportamento intermitente, respeitando uma taxa de falhas ao longo da execução. Neste exemplo, a taxa de falhas é definida por uma distribuição probabilística uniforme, sendo fixada em 0.10. Ou seja, no envio de mensagens situadas no intervalo fornecido pelo usuário, serão omitidas aproximadamente 10% de todas as mensagens.

O sistema de configuração de cenários segue um modelo de classes Java orientado a objetos. Sendo assim, através da criação de novas classes e da utilização de mecanismos de suporte oferecidos pela linguagem, a ferramenta é facilmente extensível. Esta característica a torna flexível à integração de novas falhas que sejam introduzidas no conjunto das suportadas por FIONA. Além disso, também é facilitada a integração com outros injetores de falhas, desde que fornecidas as especificações para a configuração de falhas na linguagem reconhecida pelo injetor.

Ao longo do desenvolvimento da ferramenta de configuração de cenários de falhas,

novas funcionalidades para o injetor foram sendo adicionadas. Destacam-se a injeção de falhas em aplicações que utilizam o protocolo de comunicação TCP, a ativação de falhas de particionamento definindo-se os diferentes grupos através de máscaras de subrede, e a definição do comportamento da taxa de falhas regido por distribuições probabilísticas [VAC 05]. Além do suporte a estas funcionalidades, foram implementados mecanismos de auxílio à interação com o usuário, tais como a possibilidade de reutilização de cenários já existentes, *tooltips* opcionais para o preenchimento de cada campo, menus de ajuda com busca por índice e a verificação automática para validação dos campos de entrada. Neste último caso, se fornecido algum valor de entrada incorreto, o usuário recebe a informação em tela de quais campos devem ser corrigidos.

Conclusões

A validação de sistemas distribuídos através do uso de injeção de falhas é importante para a verificação da execução correta dos mecanismos de tolerância a falhas. Este trabalho apresentou o sistema de configuração de cenários de falhas desenvolvido para o ambiente distribuído de falhas FIONA.

A configuração direta de um arquivo de regras, necessário por FIONA, dificulta a criação de cenários para experimentos. Para facilitar e agilizar este procedimento, foi desenvolvida uma interface gráfica que conduzisse o usuário de maneira clara e intuitiva ao longo da utilização do injetor de falhas.

Como trabalhos futuros, pretende-se integrar a visualização dos *logs* de injeção de falhas recolhidos por FIONA para facilitar a análise da execução do experimento. Outra proposta é implementar a possibilidade de o usuário modificar o cenário de falhas criado durante a execução do injetor.

Referências

- [BIR 99] BIRMAN, K. P. Building Secure and Reliable Network Applications. **Manning Publications Co**, Greenwich, 1996.
- [GER 05a] GERCHMAN, J. et al. Ambiente Distribuído de Injeção de Falhas de Comunicação para Teste de Aplicações Java de Rede. **XIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software**, Uberlândia, MG, Brasil, 2005.
- [GER 05b] GERCHMAN, J. Extensão do injetor de falhas de comunicação FIONA para o protocolo TCP. Trabalho de Conclusão (bacharelado), Bacharelado em Ciência da Computação, Instituto de Informática, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil, 2005.
- [HSU 97] HSUEH, M-C. et al. Fault Injection Techniques and Tools. **IEEE Computer**, v.30, n.4, p.75–82, Apr. 1997.
- [VAC 05] VACARO, J. et al. Distribuição de Probabilidade na Descrição de Carga de Falhas para Injetores de Falhas de Comunicação. **III Escola Regional de Redes de Computadores**, p. 9–14, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 2005.