Simulação de Pool de Impressão Dístribuida Utilizando Socket Exercício Computacional II - Sistemas Distribuídos

Rafael Gonçalves de Oliveira Viana[1]

[1]Sistemas de Informação – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)
Caixa Postal 79400-000 – Coxim – MS – Brazil

rafael.viana@aluno.ufms.br
25 de outubro de 2017

Resumo. *Este documento relata como foi o desenvolvimento de uma Pool de Impressão na linguaguem Java versão 8, utilizando Threads e Sockets.*

1. Introdução

De acordo com [1], em um ambiente de trabalho, onde desejasse imprimir documentos enviados, a um curto período de tempo, é necessário a utilização de uma pool de impressão.

Uma pool de impressão permite que várias impressoras físicas possam ser controladas por uma única impressora lógica, sempre que um trabalho for enviado para a impressora lógica, está consultará o estado das impressoras físicas para verificar qual equipamento está livre no momento e enviará o trabalho para ela. Um exemplo de pool de impressão é demonstrada na figura 1.

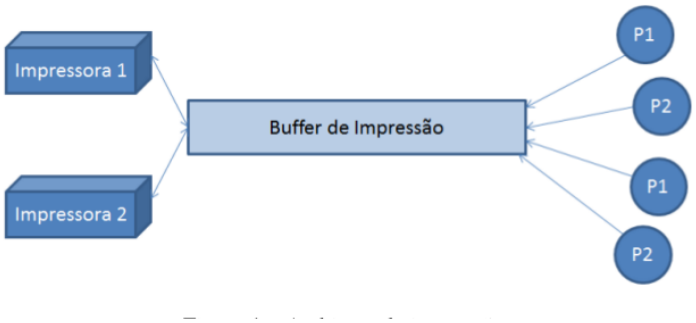


Figura 1. Proposta do exercício computacional.

O objetivo deste relatório é expor as dificuldades e descobertas que a implementação de uma pool de impressão, ofertou para a vida acadêmica.

2. Fundamentação Téorica

Nesta seção serão tratadas, soluçoes de problemas pertinentes que foram utilizadas neste documento.

2.1. Threads

Segundo [2]. Cada thread é processado de forma aparentemente simultânea, uma vez que a mudança entre um segmento e outro é feita tão rapidamente que para o usuário, isso está acontecendo em paralelo. Em hardware multi-CPU ou multi-cores, os threads são realizados de forma simultânea. Os sistemas que suportam um único segmento (na execução real) são chamados monothread, enquanto os sistemas que suportam múltiplos threads são chamados multithread.

2.2. Problema de Concorrência

O problema de concorrência existem em diversos cenários em que, um pedaço de código que definimos como crítico não pode ser executado por duas threads ou mais, ao mesmo tempo. Apenas uma thread por vez consegue entrar em alguma região crítica e realizar determina função.

O java realiza a sincronização das threads colocando a palavra reservada syncronyzação nos métodos ou utilizando um objeto como parâmetro syncronyzação(Objeto).

Para mais informações referente a sincronização de threads na linguagem java consultar a referência [3].

2.3. Socket

Segundo [4].[5]. Sockets são estruturas que permitem que funções de software se interconectem. O conceito é o mesmo de um soquete (elétrico, telefônico, etc ...), que serve para interconectar elementos diferentes. O termo é usado para especificar uma estrutura que faz com que rotinas de software na mesma máquina ou em máquinas diferentes possam se comunicar. Mais especificamente, o termo é usado para softwares usados na internet, para especificar a conexão entre o software da camada de aplicação (protocolos HTTP, FTP, TELNET, POP3, etc...) e a camada de transporte (protocolos TCP ou UDP).

Os sockets são compostos por um conjunto de primitivas do sistema operacional e foram originalmente desenvolvidos para o BSD Unix. Sockets são suportados em Java desde o JDK 1.0, para sua utilização devemos fazer uso das classes contidas no pacote java.net.2. Podemos observar na figura 2, o funcionamento de dois tipos de Sockets *Servidor* e *Cliente*.

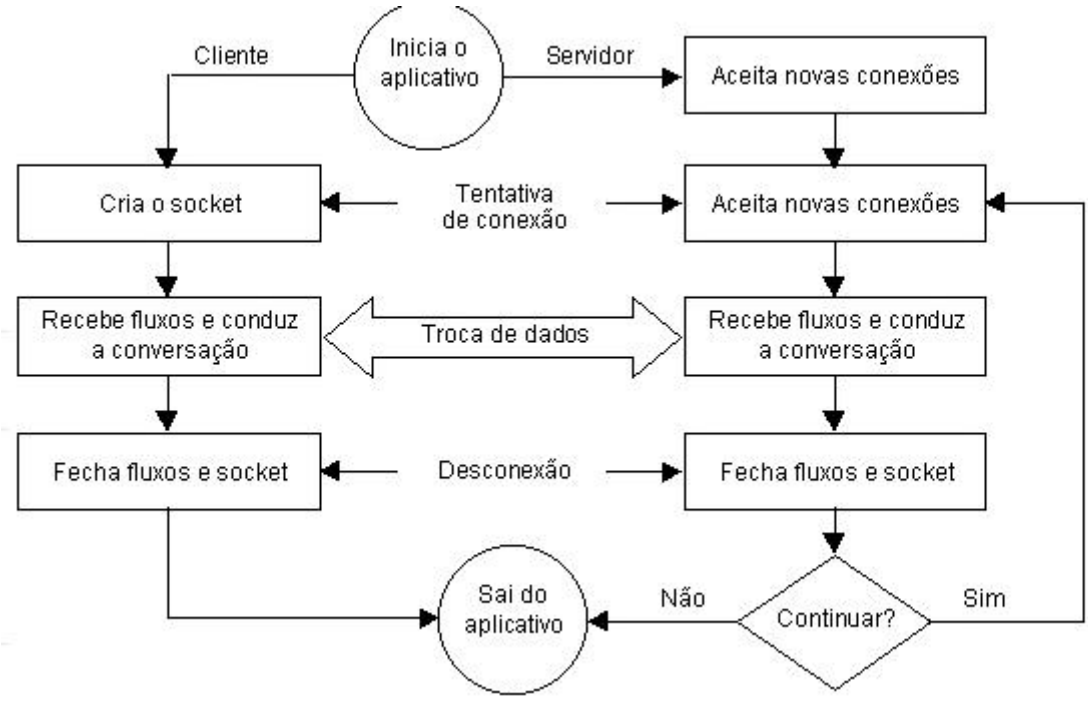


Figura 2. Fluxo de troca de dados com sockets.

2.4. Problema de Espera Ocupada

Para mais informações referente a espera ocupada de threads na linguagem java consultar as referências [5] [6].

3. Desenvolvimento

Para resolver o trabalho proposto, no qual foi desenvolvido uma aplicação java que simula, uma pool de impressões que as ordena e envia para uma impressora. Foram criadas 3 classes Javas sendo elas: Cliente , Pool de Impressão e Impressora. As mesmas serão comentadas nas próximas seções.

3.1. Cliente

Essa classe se conecta a classe servidor, repassando informações via Socket, em uma via de mão dupla TCP. Os dados serão aceitos no buffer e posteriormente serão alocados no pelo escalonador da pool de impressão, em alguma impressora disponível, onde mais tarde será notificado com o resultado do processamento da impressão.

O código responsável pela chamada de impressão no cliente e simples, podemos observar o método na figura 3.

```java
public class Cliente {
    public static void main(String[] args)
            throws UnknownHostException, IOException, InterruptedException {
        new Cliente( host: "svgov.ddns.net",  porta: 3000).executa();
    }

    private String host;
    private int porta;

    public Cliente(String host, int porta) {
        this.host = host;
        this.porta = porta;
    }

    public void executa() throws UnknownHostException, IOException, InterruptedException {
        System.out.println("Bem vindo digite algo para ser impresso!");
        BufferedReader rf = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));
        String mensagem = rf.readLine();
        Socket cliente = new Socket(this.host, this.porta);
        System.out.println("O cliente de numero "+ cliente.getLocalPort() + " se conectou ao servidor "+ cliente.getPort()+"!");

        Recebedor r = new Recebedor(cliente.getInputStream());
        Thread t1 = new Thread(r);
        t1.start();
        PrintStream saida = new PrintStream(cliente.getOutputStream());

        saida.println(mensagem);

        t1.join();
        saida.close();
        cliente.close();
    }
```

Figura 3. Código cliente, da pool de impressão.

3.2. Pool de Impressão - Servidor

Classe responsável pela comunicação dos Sockets (Cliente/Impressora), ela contém o escalonador de impressão, que é responsável por designar os serviços na pool de impressão.

O código do servidor é responsável por 3 threads sendo elas:

1. Aceitar conexões via Socket e adicionar documento para impressão.
2. Procurar impressoras disponíveis (escalonador de impressão)
3. Enviar documento para impressoras e receber resposta de confirmação das mesmas.

A figura 4 demonstra a função que inicializa as variáveis proposta no exercício computacional, além de iniciar as Threads do servidor. O responsável por determinar quais impressoras estão disponíveis, e alocar trabalho para as mesmas, é o escalonador de impressão que é desenvolvido na classe *Chegada de Documento*. O escalonador ao perceber que não tem tarefas a realizar vai dormir wait(), quando uma mensagem chega para ser escalonada, ela acorda o escalonador, e ele realiza o repasse para a primeira impressora disponível, e volta a dormi.

3.3. Impressoras

Classe responsável pela impressão dos documentos contidos no buffer da Pool de Impressão 3.2.

Ela trabalha junto ao escalonador do servidor, que é responsável por notificar as impressoras cadastradas, que novas impressões devem ser executadas, vale destacar que o escalonador foi desenvolvido, de acordo com a boa prática de não deixar uma espera ocupada.

A figura 5, apresenta o método que realiza a criação das Threads. Elas executam em modo servidor aguardando o escalonador alocar alguma tarefa.

```
public void executa() throws IOException {
    BufferedReader rd = new BufferedReader(new InputStreamReader(System.in));

    System.out.println("#### BEM VINDO AO POOL DE IMPRESSÃO RAFAEL VIANA ####\n" +
            "Exemplos de valores de entrada\n"+
            "R = (0 a 100), 0 representando 0% e 100 represetando 100% de probabiliadde de erro de impressão.\n" +
            "M = (1 a N>1) Valor inteiro  do Tamanho Buffer do Servidor.\n" +
            "T = (1 a 3) Valor inteiro\n" +
            "Informe em sequência R M T , separados por espaço entre os valores!");

    String[] linha = rd.readLine().split( regex: " ");
    Buffer b = new Buffer(Integer.parseInt(linha[0]),Integer.parseInt(linha[1]),Integer.parseInt(linha[2]));
    System.out.println("Servidor Rodando na Porta "+ porta+ "!");
    b.addImpressora(new Impressora( ip: "sdufms2017.ddns.net", porta: 4200, name: "4200"));
    b.addImpressora(new Impressora( ip: "sdufms2017.ddns.net", porta: 4300, name: "4300"));
    SaidaDocumento escalonador = new SaidaDocumento(b);
    Thread esc = new Thread(escalonador);
    esc.start();
    ServerSocket servidor = new ServerSocket(this.porta);
    while (true) {
        Socket cliente = servidor.accept();
        ChegadaDocumento tc = new ChegadaDocumento(b, cliente, new Scanner(cliente.getInputStream()).nextLine(),
                new PrintStream(cliente.getOutputStream()));
        new Thread(tc).start();
    }
```

Figura 4.

```
public void executa() throws IOException, InterruptedException {
    StartImpressora imp1 = new StartImpressora( porta: 4200);
    StartImpressora imp2 = new StartImpressora( porta: 4300);
    Thread t1 = new Thread(imp1);
    t1.start();
    Thread t2 = new Thread(imp2);
    t2.start();
    t1.join();
    t2.join();

}
```

Figura 5. Criação de duas impressoras pelo método StartImpressora.

Após a criação, as Threads que representam as impressoras, as mesmas ficam aguardando no while(true), que não gera espera ocupada, por causa do método de servidor, *servidor.accept*, como na figura 6.

4. Visão geral da implementação

Nesta seção será apresnetado os comandos para poder utilizar o Pool de Impressão.

4.1. Cliente

O cliente já está configurado para porta 3000, com endereço svgov.ddns.net que, redireciona para o endereço IP dinâmico da Oi Velox residencial, onde está a pool de impressão.

4.2. Servidor

O servidor de pool, já possui suas impressoras configuradas nas portas 4200 e 4300 com endereço sdufms2017.ddns.net, que redireciona para o endereço IP da virtual machine da Google. Quando o servidor inicia ele necessita de 3 parametros, R (Porcentagem de erros que vai de 0% a 100%), M (Tamanho do Buffer) e T (Milisegundos Default).

```
ServerSocket servidor = new ServerSocket(this.porta);
Random r = new Random();
System.out.println("Entro: " + this.porta);
while (true) {
    if (r.nextInt( bound: 100) < 15) {
        String log = "Impressora " + this.porta + " está Off-line";
        Arquivos.CriarArquioX( nome: "logs_" + porta, caminho: "./Logs", log);
        Thread.sleep( millis: r.nextInt( bound: 2000) + 1000);
        log = "Impressora " + this.porta + " está On-line";
        Arquivos.CriarArquioX( nome: "logs_" + porta, caminho: "./Logs", log);
        System.out.println("Volto: " + this.porta);
    }
    Socket cliente = servidor.accept();
    PrintStream ps = new PrintStream(cliente.getOutputStream());
    String localPort = Port(cliente);
    String status;
    if (r.nextInt( bound: 100) < 15) {
        status = "  ERRO";
        ps.println("ERRO");
    } else {
        status = "  OK";
        ps.println("OK");
    }
    if (!localPort.equals("Estralho")) {
        String log = "Impressão: " + (cont++) + " Cliente " + localPort + " Data: " + LocalTime.now().toString() + status;
        Arquivos.CriarArquioX( nome: "logs_" + porta, caminho: "./Logs", log);
    }
```

Figura 6.

4.3. Impressoras

As impressoras já estão configuradas como Sockets servidores, aguardando mensgens encaminhadas para o endereço IP sdufms2017.ddns.net nas portas 4200 e 4300.

5. Testes e Resultados

Nesta seção será demonstrado os logs das impressoras e do servidor após a conexão de 40 clientes, com o servidor. Para realizar os testes foram utilizado um Raspberry Pi3 e uma Virtual Machine da Google Developers.

5.0.1. Distribuição de Recursos

1. Como servidor da pool de impressão ficou o Raspberry Pi3, demonstrando que a classe Servidor não precisa de um grande poder computacional para ser executada.
2. Como impressoras virtuais da pool de impressão, que se encontra no Raspberry Pi3, foi utilizado uma Virtual Machine da Google Developer, executando o código de impressoras virtuais relatado nesse artigo.

5.0.2. Passos

1. Primeiramente a requisição de algum cliente, se conecta ao pool de impressão, presente no Raspberry Pi3, por meio de um Socket.
2. Ao receber a requisição de impressão, a pool adiciona o documento ao Buffer, e acorda o escalonador de impressão que envia a impressão para, alguma impressora disponível na virtual machine da Google developers.
3. Ao receber o documento a impressora responde um ”OK”para o pool, porém ela pode perder o documento e então envia uma mensagem ”ERRO”, o que provocaria o reenvio da mesma, até que consiga realizar a impressão.
4. Durante todos esses passos mensagens como ”Adicionada à Fila”ou mensagens de erros, são encaminhadas para os clientes em tempo real.

Agora que já entendemos como funciona a comunicação, podemos visualizar os relatórios. Começaremos pelo do escalonador, que após a execução dos 40 clientes tem um log equivalente ao demonstrado na figura 7.

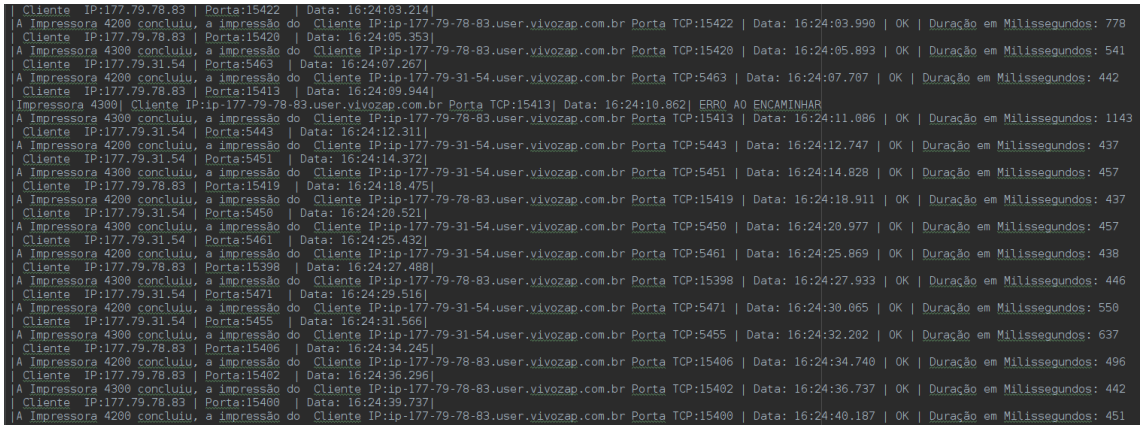
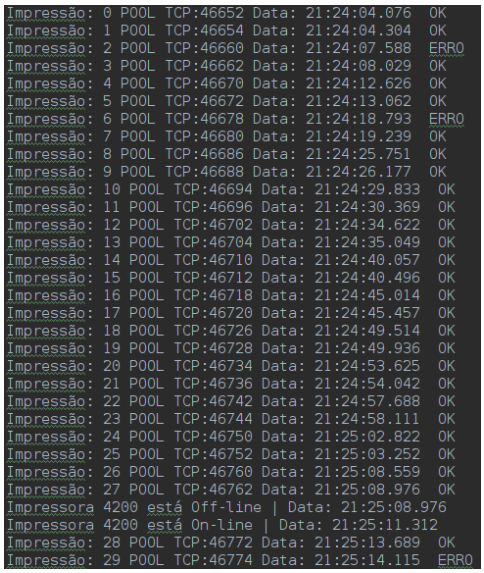
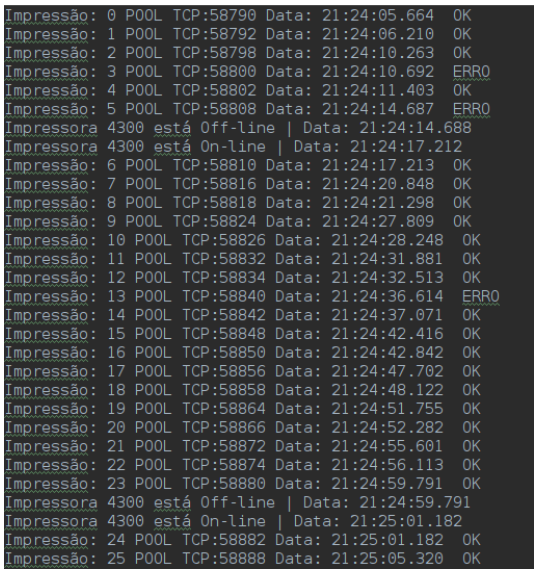


Figura 7. Relatório de impressões, registrado pelo escalonador presente no servidor.



(a) Impressora 4200



(b) Impressora 4300

Figura 8. Relatório parcial das impressoras.

Os relatórios das impressoras 4200 e 4300, pode ser observado na figura 8. O cliente após o envio do documento, aguarda a impressão do mesmo, enquanto isso recebe notificações a respeito de sua impressão em tempo real, podemos ver na figura 9, o resultado final de notificações do cliente.

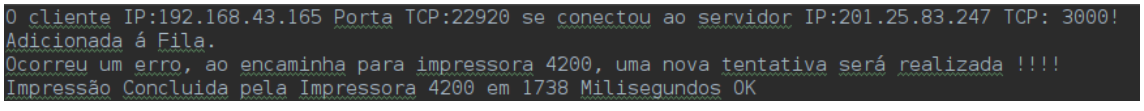


Figura 9. Notificações em tempo real de impressão para o Cliente.

O código completo, incluindo todas as classes, estão disponíveis no link https://github.com/rafaelgov95/SD/tree/master/PTJI/Projeto-PTJ

6. Conclusão

Neste relatório foi demonstrado o desenvolvimento de uma pool de impressão, enfrentando problemáticas como: região crítica de memória compartilhada entre Threads, comunicação via Sockets geograficamente distantes , espera ocupada do escalonadores, e apontando suas soluções utilizando o *synchronized*, *SocketJava* e *Wait()/Notify* respectivamente.

Referências

[1] E. Software, "Pool de impressão – você sabe sua finalidade?." http://www.devmedia.com.br/java-sockets-criando-comunicacoes-em-java/9465, 2017. [Online; acesso em 22-Outubro-2017].

[2] Wikipedia, "Threads." https://pt.wikipedia.org/wiki/Thread_(ci%C3%AAncia_da_computa%C3%A7%C3%A3o), 2017. [Online; acesso em 22-Outubro-2017].

[3] Jacques, "Sincronização de Threads." http://www.dsc.ufcg.edu.br/~jacques/cursos/map/html/threads/sincronizacao.html, 2017. [Online; acesso em 22-Outubro-2017].

[4] Caelum, "Apêndice - Sockets." https://www.caelum.com.br/apostila-java-orientacao-objetos/apendice-sockets/, 2017. [Online; acesso em 18-Outubro-2017].

[5] Caelum, "Apêndice - Problemas com concorrência." https://www.caelum.com.br/apostila-java-orientacao-objetos/apendice-problemas-com-concorrencia/, 2017. [Online; acesso em 20-Outubro-2017].

[6] MC514–Sistemas, "Produtores e Consumidores." http://www.ic.unicamp.br/~islene/mc514/prod-cons/prod-cons.pdf, 2017. [Online; acesso em 22-Outubro-2017].