

Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos

Exercício-Programa 1

Guilherme Moreno Silva

Matemática Aplicada
Instituto de Matemática e Estatística
Universidade de São Paulo

Abril de 2022

Proposta

O primeiro exercício-programa consistia na implementação de um servidor, nesse caso também chamado de *broker*, para o protocolo *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Entre as funcionalidades desse *broker*, deveriam constar:

- Capacidade de conectar clientes simultaneamente
- Inscrição de clientes em tópicos
- Publicação de mensagens em tópicos
- Desconexão de clientes

Implementação

A implementação foi feita na linguagem C, como especificado, consistindo dos seguintes arquivos:

- `broker.c`
 - Arquivo principal
 - Receber conexões de clientes
 - Gera processos filho para administrar os clientes
- `mqtt.c`
 - Contém funções relacionadas ao protocolo
 - Faz o *parse* dos pacotes e prepara as respostas
 - Gerencia os FIFOs de comunicação interprocessos
- `mqtt.h`

Implementação

Para cada cliente conectado é criado um *socket* de comunicação e um processo filho, que irá gerenciar a comunicação através do *socket*. Inicialmente, o novo processo aguarda por dados e, ao receber processa os seguintes tipos de pacotes MQTT:

- CONNECT
- PUBLISH
- SUBSCRIBE
- PINGREQ
- DISCONNECT

Dois tipos geram ações diferentes: SUBSCRIBE e PUBLISH.

Implementação

Para permitir que um subscriber receba mensagens do seu tópico de inscrição, são utilizados FIFOs. Ao receber um pacote SUBSCRIBE, o processo filho irá criar um novo FIFO localizado na pasta “/tmp/broker/{tópico}/{xxxxxx}”, onde “{tópico}” é o nome do tópico e “{xxxxxx}” é um conjunto de seis caracteres aleatórios. Em seguida, o processo passará a verificar simultaneamente o *socket* e o FIFO. As mensagens escritas no FIFO serão enviadas para o subscriber através do *socket*.

Caso receba um pacote PUBLISH, o processo irá abrir a pasta “/tmp/broker/{tópico}/” e em seguida irá abrir cada um dos arquivos da mesma, que serão os FIFOs dos clientes inscritos naquele tópico. Ao fim, é fechado o arquivo e, quando o cliente inscrito é fechado, o FIFO é excluído.

Desempenho

Conforme especificado, o desempenho em termos de uso de CPU pelo broker e uso de rede foi medido em três cenários diferentes: (I) apenas com o broker, sem nenhum cliente conectado; (II) com cem clientes publicando e recebendo mensagens simultaneamente e (III) mil clientes publicando e recebendo mensagens simultaneamente.

Devido a falta de computadores adicionais, os testes foram realizados entre um computador e uma máquina virtual, que rodava o *broker*, e consistiram no envio de 100 mensagens, coletando o uso de CPU e o total de dados enviados entre cada publicação. Foram utilizados dois tópicos: “t1” e “t2”; sendo metade dos clientes para cada. Todas as mensagens possuíam o mesmo conteúdo: “oi”.

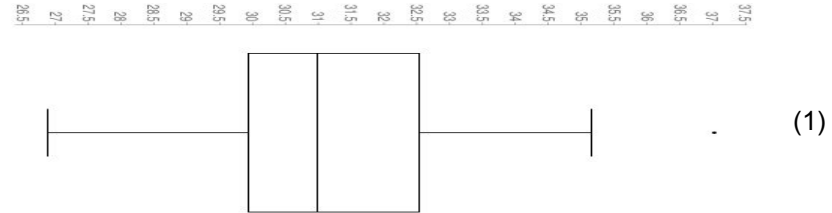
As configurações das máquinas eram:

| | Host | Máquina Virtual |
|------|----------------------------------|----------------------------------|
| S.O. | macOS 10.12 | Debian 9 |
| CPU | Core i5 1.6 GHz- I5-2467M (100%) | Core i5 1.6 GHz- I5-2467M (100%) |
| RAM | 4GB | 2GB |

Desempenho

Cenário I

- Uso de CPU (1)
 - Consistentemente abaixo de 0,0% (Mínimo)
- Uso de rede - Pacotes
 - Nenhum
- Uso de rede - kbytes transferidos
 - Nenhum



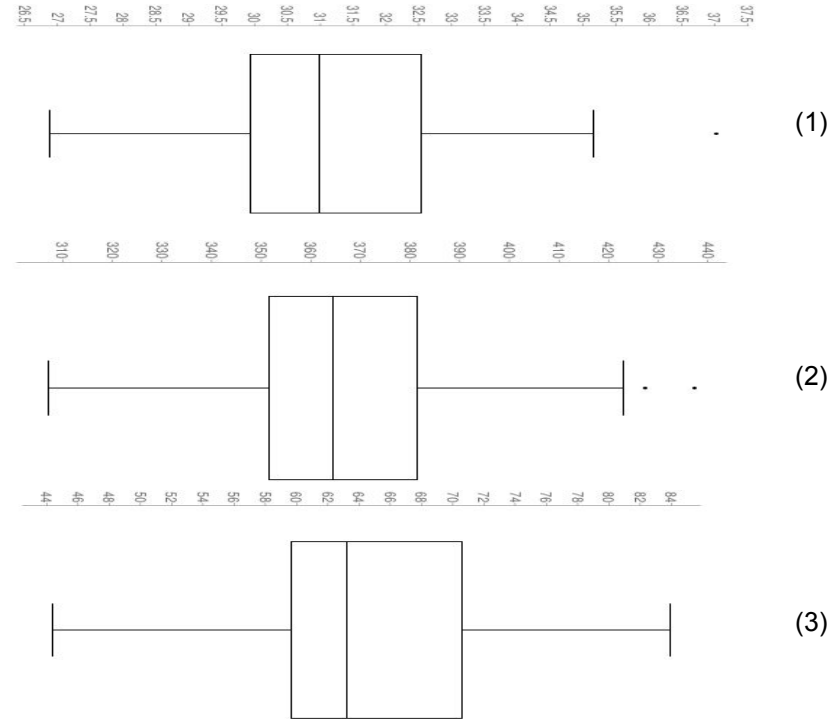
Desempenho

Cenário II

Número de amostras (mensagens): 100

*Amostra entre mensagens

- Uso de CPU (1)
 - Variando entre 30% e 32%
 - Média de 31,12% e D.P. 2,3%
 - Mínimo de 26,8% e pico de 37%
- Uso de rede - Pacotes (2)
 - Variando entre 350 e 380 pacotes por mensagem
 - Média de 365,2 e D.P. de 24,5
 - Mínimo de 307 e máximo de 438
- Uso de rede - kbytes transferidos (3)
 - Variando entre 58 e 71
 - Média de 63 e D.P. 8,2
 - Mínimo 44,4 de e máximo de 89,3



Desempenho

Cenário III

- Uso de CPU
 - Variando entre 70% e 100%
 - Máquina virtual fica inutilizável
- Uso de rede - Pacotes
 - Variando entre 909 e 1092
- Uso de rede - kbytes transferidos
 - Variando entre 61,2 e 73,5

Durante o teste no cenário III a máquina virtual simplesmente tornava-se inutilizável após a conexão de aproximadamente 360 clientes. Foram realizadas algumas tentativas e em todas a máquina virtual ficava sem recursos, com alto uso de CPU, e os clientes subsequentes retornavam erro.

Obrigado!