

Paradigmas de Sistemas Distribuídos

Sistemas Distribuídos em Grande Escala

“Serviço distribuído de conversação”

Trabalho Prático

2024/2025

Informações gerais

- Cada grupo deve ser constituído por até 4 elementos, de ambas ou de uma das UCs. Os grupos que não frequentem ambas as UCs devem contactar imediatamente os docentes para adaptar o enunciado.
- Deve ser entregue o código fonte e um relatório de até 6 páginas (A4, 11pt) no formato PDF.
- O trabalho deve ser entregue até às 23:59 do dia 18 de maio de 2025 no *eLearning* de qualquer das UCs.
- A apresentação do trabalho ocorrerá em data a anunciar.
- O trabalho será classificado separadamente para cada uma das UCs, de acordo com os objetivos de cada uma delas.

Resumo

Pretende-se um sistema distribuído de conversação (chat) com armazenamento do histórico (logs) das conversas. O serviço deve ser completamente descentralizado, sem nenhum componente central. Deverão ser escritos 4 programas: cliente, servidor de procura (SP), servidor de agregação (SA), servidor de chat (SC). Os SA e SC são sempre instanciados em pares, em cada máquina com esse fim, e.g., em portos diferentes, de modo que sabendo o endereço de um SA está determinado o endereço do SC correspondente. Por exemplo, sempre que é adicionado um SA num par IP x porto (i, p) , é também adicionado um SC em $(i, p + 1)$.

Os servidores de chat (SC) intermediam a propagação das mensagens entre os clientes a eles ligados, por tópico, e guardam o log dos chats de todos os tópicos que servem. Os servidores de agregação (SA) formam uma rede sobreposta (overlay) para permitir fazer agregação distribuída via gossip, no sentido de encontrar máquinas disponíveis para alocar como SC de um novo tópico de chat. Os servidores de pesquisa (SP) guardam os tópicos de chat existentes, formando uma DHT (distributed hash table), para permitir pesquisa por tópico. Para cada tópico guardam os endereços dos SC atribuídos ao tópico.

Funcionalidade

Cliente

A aplicação cliente deve permitir pesquisar se já existe algum grupo de chat, ou pedir para ser criado um grupo de chat, caso o tópico não exista. Para tal deve usar o serviço de pesquisa via DHT. Deve então permitir o cliente ligar-se a um servidor de chat encarregue do grupo escolhido. Caso esse SC fique incontactável (por partição de rede ou por falha do servidor), o cliente deve migrar para outro SC desse grupo. O cliente deve ainda poder obter do SC a que está ligado: o conjunto de nomes dos utilizadores presentes no grupo; o log das mensagens do grupo; as mensagens do grupo enviadas por determinado utilizador.

Servidor de chat

Cada grupo de chat tem um tópico associado, devendo ser suportado por um conjunto de C servidores de chat (SC), para tolerar falhas/saídas e escalabilidade na entrega de mensagens a um elevado número de clientes. Cada SC pode servir vários tópicos de chat. Para cada tópico, cada SC deve conhecer todos os outros SC do grupo, e comunicar com todos eles, para propagar as mensagens vindas dos clientes a ele ligados, e para enviar para estes as mensagens provenientes dos outros SC do grupo. Deve ser garantida entrega causal das mensagens do grupo, do ponto de vista dos clientes.

Os SC devem guardar o log de cada tópico de chat que servem, devendo permitir serem acrescentadas novas mensagens ao log, e ser possível obter o log total ou parcial do grupo. Diferentes réplicas do log de cada chat devem, se não imediatamente, convergir para um mesmo valor. (De notar que existe apenas ordem parcial entre mensagens, devido à entrega causal.) Cada SC, para cada tópico que serve, deve ainda manter o conjunto dos nomes dos utilizadores presentes no grupo, devendo esse conjunto ir sendo sincronizado entre SC.

Servidor de agregação

Quando é criado um novo grupo de chat, é necessário obter os endereços de C SC que vão servir o grupo e guardar o log replicado do grupo. O objetivo do servidor de agregação (SA) é encontrar C máquinas para atribuir como SC, fazendo uma pesquisa via agregação.

O conjunto das máquinas existentes do tipo SA deve ser gerido de modo distribuído, formando estas uma rede sobreposta (overlay), em que cada SA conhece um pequeno número de outros SA, de modo a permitir propagação para todos os SA através de gossip. Deve ser possível acrescentar novas máquinas como pares SA x SC, e o overlay deve ir sendo atualizado, para suportar entradas e saídas, de modo a ter propriedades parecidas com um grafo aleatório. Assuma que o endereço de pelo menos um SA é guardado num local conhecido para ser usado como ponto de contacto.

Um cliente que pretende criar um grupo contacta um SA, que inicia uma agregação distribuída via gossip, para encontrar C SC entre os que no momento têm o menor número de clientes ligado e, em caso de empate, o menor número de tópicos servidos. O conjunto de SC obtido, como resultado da agregação, deve então ser guardado no serviço de pesquisa, associado ao tópico do grupo de chat, e cada um dos C SC informado que passa a servir o grupo. Assuma que a criação de um novo grupo de chat é algo raro de acontecer.

Servidor de pesquisa

A pesquisa de tópicos de chat existentes deve ser suportada por um serviço distribuído, constituído por um conjunto de servidores de pesquisa (SP). Estes devem formar uma DHT que permita pesquisa por tópico. Cada entrada deve guardar o conjunto de endereços dos SC do grupo, e deve estar replicada em

P máquinas. Tal como para os servidores de chat, devem poder ser acrescentadas máquinas com o papel de SP, devendo a DHT ser atualizada adequadamente. Suponha que apenas são adicionadas máquinas, nunca removidas, não se preocupe com falhas/saídas não anunciadas de máquinas, e assuma que nunca há mais do que um processo de adição de máquina em curso.

Objetivos

PSD O trabalho deve ser efetuado utilizando Java (cliente, servidor de agregação, servidor de chat), Erlang (servidor de pesquisa), ZeroMQ (todos os componentes, onde conveniente), sockets TCP (entre cliente e servidor de pesquisa), e reactive-grpc (entre cliente e servidor de chat, para transferência de logs).

SDGE O sistema deve fazer uma gestão distribuída da informação relativa aos tópicos existentes, usando uma DHT, com informação replicada; uma gestão distribuída das máquinas a usar para agregar e servir chat, usando uma rede sobreposta de SA, e fazendo agregação via gossip para encontrar máquinas a atribuir como SC; deve garantir entrega causal das mensagens em cada grupo de chat, gerido por um conjunto de SC, que também devem manter de forma distribuída o conjunto de utilizadores presentes, através de CRDTs.