

Algoritmo de Paxos

Introdução ao Paxos

- O que é o Paxos?
 - Um algoritmo de consenso para sistemas distribuídos.
 - Permite que um grupo de processos chegue a um acordo sobre um único valor, mesmo na presença de falhas (como falhas de nós ou perda de mensagens).
 - Projetado para garantir a consistência dos dados em ambientes distribuídos.
- Objetivo: Garantir que todos os processos concordem com o mesmo valor, e que esse valor seja válido e único.

Papéis do Paxos

- **Proposer:**
 - Propõe um valor a ser acordado.
 - Inicia o processo de consenso.
- **Acceptor:**
 - Responde às propostas dos Proposers.
 - Armazena os valores aceitos.
 - Um quórum de Acceptors é necessário para aceitar um valor.
- **Learner:**
 - Descobre o valor final que foi acordado.
 - Não participa ativamente do consenso, apenas observa.
- **Client:**
 - Inicia uma solicitação para que um valor seja acordado.

Pontos Fortes do Paxos

- **Tolerância a Falhas:**
 - Garante o consenso mesmo com falhas de até $(N-1)/2$ nós, onde N é o número total de nós.
 - Resiliente a perdas de mensagens, atrasos e falhas de nós.
- **Segurança:**
 - Garante que o valor acordado seja único e nunca mudará (uma vez escolhido).
 - Todos os processos que aprendem um valor aprendem o *mesmo* valor.
- **Liveness:**
 - Eventualmente, um valor será escolhido, assumindo que a maioria dos nós esteja operacional e as mensagens não se percam infinitamente.
- **Consistência Forte:** Essencial para sistemas que exigem alta integridade de dados.

Pontos Fracos do Paxos

- **Complexidade:**
 - Difícil de entender e implementar corretamente.
 - Muitos casos de falha e interações entre papéis.
 - É notoriamente complicado para desenvolvedores e, por isso, geralmente são usadas bibliotecas ou frameworks que o implementam.
- **Desempenho (na prática):**
 - Pode ter um custo alto em termos de latência e tráfego de rede devido às múltiplas rodadas de comunicação.
 - A performance pode ser impactada em redes com alta latência ou baixo throughput.
- **Dificuldade de Debugging:**
 - Diagnosticar problemas em implementações de Paxos é desafiador devido à sua natureza distribuída e assíncrona.
- **Requer Quórum:** A operação depende da maioria dos nós estar disponível. Se muitos nós falham, o sistema pode parar de progredir.

Paxos na Vida Real

- **Google Chubby:** Um serviço de bloqueio distribuído e de alta disponibilidade, fundamental para muitos sistemas internos do Google, que usa um algoritmo tipo Paxos.
- **Apache ZooKeeper:** Embora não use Paxos diretamente, implementa um algoritmo de consenso chamado ZAB (ZooKeeper Atomic Broadcast) que é inspirado em Paxos e Raft.
- **Microsoft Azure Cosmos DB:** Utiliza variantes de algoritmos de consenso para garantir consistência em escala global.
- **Etcd:** Um armazenamento de valores-chave distribuído que usa o algoritmo Raft (um algoritmo mais compreensível, mas com princípios semelhantes ao Paxos).
- **Cloud Spanner (Google):** Usa TrueTime e um protocolo de consenso para garantir consistência externa em escala global.