

Métricas e Critérios de Disparo para Instrumentar o Balanceamento de Réplicas no HDFS

Rhauani Weber Aita Fazul¹, Patrícia Pitthan Barcelos¹

¹Pós-Graduação em Ciência da Computação (PGCC)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Santa Maria – RS – Brasil

{rwfazul, pitthan}@inf.ufsm.br

Resumo. *O HDFS Balancer é a solução nativa do Apache Hadoop para o balanceamento de dados por meio de rearranjo de réplicas. Atualmente, é responsabilidade do administrador do sistema monitorar o estado do HDFS e, quando necessário, executar o balanceador. Este trabalho elenca um conjunto de métricas de interesse e critérios de disparo para que o processo de balanceamento de réplicas no HDFS se torne transparente. Por meio das definições apresentadas, as decisões do melhor momento para disparo do HDFS Balancer podem ser automatizadas, removendo a necessidade de intervenção manual.*

1. Introdução

Para prover alta confiabilidade e disponibilidade, a replicação dos blocos de dados é utilizada como o principal mecanismo de tolerância a falhas do *Hadoop Distributed File System* (HDFS). Com a replicação, o posicionamento das réplicas no *cluster* é um fator crítico para o funcionamento do HDFS. Uma distribuição desbalanceada afeta a localidade dos dados [White 2015] e pode fazer com que os recursos não sejam explorados de forma otimizada. O *HDFS Balancer* [Shvachko et al. 2010] é a solução oficial destinada ao balanceamento de réplicas. A operação da ferramenta consiste em reposicionar réplicas até que as utilizações dos nodos fiquem dentro de um intervalo controlado por um *threshold* de balanceamento. Embora seja eficiente para a redistribuição de dados, o *HDFS Balancer* possui limitações de uso, já que sua configuração e disparo devem ser feitos manualmente pelo administrador do sistema. Uma vez que diferentes fatores podem causar o desbalanceamento de réplicas, a dependência do balanceamento manual e sob demanda afeta a confiabilidade e pode resultar em gargalos de desempenho.

Uma possível estratégia para automatizar o uso do *HDFS Balancer* é por meio de estruturas de balanceamento que permitam observar o estado do sistema de arquivos [Fazul and Barcelos 2022]. Para tal, deve-se definir os parâmetros a serem monitorados e os critérios que devem acarretar no disparo da *daemon* do balanceador. Este trabalho apresenta um estudo de potenciais métricas e critérios de disparo de forma que diferentes situações que afetam o comportamento do HDFS possam ser observadas e utilizadas para a tomada de decisões adequadas ao contexto do sistema (*context-aware*).

2. Métricas e Critérios de Disparo

O objetivo da definição de métricas é fornecer meios para que o processo de balanceamento de réplicas no HDFS seja originado por critérios de disparo. Com isso, é possível evitar a intrusão inerente de um modelo de disparo periódico (i.e., *time-triggered*), que

pode resultar em operações de balanceamento desnecessárias e não otimizadas dada a dificuldade em definir momentos ideais. Para padronizar a forma de obtenção das métricas, foram utilizadas as interfaces fornecidas pelo Hadoop *Metrics* [White 2015]: informações estatísticas sobre eventos e medições coletadas e expostas por *daemons* do Hadoop.

No escopo deste trabalho, um critério de disparo é constituído por alterações em uma ou mais métricas de interesse. Quatro critérios, com alto potencial de influenciar o balanceamento de réplicas em *clusters* HDFS, foram considerados, conforme segue:

- Mudanças na configuração do *cluster*: o número de nodos ativos no sistema sofreu alterações, seja devido a adição ou a falhas. Em ambos os casos, os nodos podem passar a armazenar quantidades desproporcionais de dados;
- Escrita concluída e baixo tráfego de dados: após o armazenamento de novos arquivos, o HDFS encontra-se em um estado não sobrecarregado. Nessa situação, o balanceamento pode ser realizado de forma proativa para aproveitar intervalos com baixo tráfego de dados ou janelas ociosas no sistema de arquivos;
- Nova leitura e aumento no volume de dados: dados estão sendo recuperados e a utilização média do *cluster* cresceu desde a última observação. Tais métricas indicam que os clientes estão realizando operações sobre os blocos após uma carga de dados que, potencialmente, agravou o desequilíbrio de réplicas; e
- Desequilíbrio elevado e baixa carga computacional: o nível de desbalanceamento extrapola o *threshold* em um momento em que há uma baixa taxa de utilização dos recursos computacionais (RAM e CPU). Tal período pode ser aproveitado para retornar o *cluster* a um estado balanceado sem impacto demasiado nas aplicações.

Assim que um ou mais critérios de disparo forem observados no sistema, considera-se que o *cluster* esteja em um estado favorável para a execução do HDFS *Balancer*. Com isso, o processo de balanceamento de réplicas – agora transparente ao administrador – é instrumentado pelas métricas e os critérios de disparo considerados.

3. Considerações Finais

Este trabalho apresentou possíveis critérios de disparo para otimizar o balanceamento de réplicas no HDFS. Trabalhos futuros envolvem a incorporação e a validação experimental de tais critérios em uma estrutura ativa para automatização do uso do HDFS *Balancer*. Dessa forma, a decisão dos momentos mais adequados para conduzir o balanceamento de réplicas passa a ser realizada com base no contexto atual do sistema, com a possibilidade de realizar previsões com base nas informações históricas das operações realizadas.

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil.

Referências

- Fazul, R. W. A. and Barcelos, P. P. (2022). An event-driven strategy for reactive replica balancing on apache hadoop distributed file system. In *Proceedings of the 37th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. (no prelo).
- Shvachko, K., Kuang, H., Radia, S., and Chansler, R. (2010). The hadoop distributed file system. In *2010 IEEE 26th Symposium on Mass Storage Systems and Technologies (MSST)*, pages 1–10. IEEE.
- White, T. (2015). *Hadoop: The Definitive Guide*. O’Reilly Media, Inc., 4th edition.