

Análise Experimental dos Modos de Balanceamento de Réplicas para o HDFS Balancer

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 ferramenta nativa para o balanceamento de réplicas no HDFS. Ao disparar a daemon do balanceador, o administrador do sistema deve definir as configurações a serem utilizadas. De forma a auxiliar a tomada de decisão, este trabalho avalia a aplicabilidade do HDFS Balancer com as configurações recomendadas para três modos de balanceamento: default, background e fast. Os resultados demonstram a efetividade de cada modo.*

1. Introdução

O *Hadoop Distributed File System* (HDFS), motor de armazenamento do Apache Hadoop, é um sistema de arquivos escalável e altamente confiável. Quando um arquivo é inserido no HDFS, esse é segmentado em blocos de dados de tamanho fixo, que são replicados e armazenados em múltiplos *DataNodes*. O posicionamento das réplicas através do *cluster* é essencial para o funcionamento adequado do HDFS, já que uma distribuição desequilibrada afeta a localidade dos dados e o desempenho do sistema.

Dentre as principais causas do desbalanceamento estão [Hortonworks 2019]: (i) a Política de Posicionamento de Réplicas empregada pelo HDFS; (ii) o comportamento da aplicação do cliente; (iii) o processo de re-replicação; e (iv) a adição de novos *DataNodes* ao sistema. A solução oficial, integrada na distribuição do Hadoop, para mitigar os problemas inerentes do desbalanceamento de réplicas é o *HDFS Balancer* [White 2015].

Este trabalho analisa a aplicabilidade de diferentes configurações para o *HDFS Balancer*, considerando a execução da ferramenta baseada em diferentes modos de balanceamento. Uma investigação experimental foi conduzida a fim de evidenciar o comportamento de cada modo e seus impactos na operação de balanceamento de réplicas.

O trabalho está organizado em quatro seções. A Seção 2 apresenta o *HDFS Balancer* e descreve os modos de balanceamento. A Seção 3 exibe os resultados obtidos na experimentação. Por fim, a Seção 4 conclui o artigo e direciona os trabalhos futuros.

2. HDFS Balancer

O *HDFS Balancer* é uma ferramenta destinada ao balanceamento de réplicas entre dispositivos de armazenamento no HDFS [White 2015]. A partir da análise do posicionamento dos blocos, o balanceador toma decisões referentes à redistribuição dos dados, fazendo com que a utilização dos *DataNodes* fique dentro de um intervalo controlado.

Além de disparar a execução do *HDFS Balancer*, o administrador do sistema deve definir as configurações do balanceador. Pensando nos diferentes contextos em que

a operação é realizada, [Hortonworks 2019] detalha três modos de balanceamento com valores recomendados para as propriedades de configuração do HDFS *Balancer*, sendo esses: (i) *default*, no qual a ferramenta executa com as configurações padrão; (ii) *background*, em que o balanceador opera como um processo em segundo plano, visando reduzir o impacto nos demais *jobs* e aplicações no *cluster*; e (iii) *fast*, no qual o HDFS *Balancer* atua para que o processo de balanceamento seja concluído o mais rápido possível.

3. Experimentação

A experimentação foi realizada na plataforma GRID’5000¹ com o Hadoop (versão 2.9.2) operando em um ambiente com 10 nodos, cada um com 2 CPUs Intel Xeon E5-2630 v3 (8 cores/CPU), 128GB RAM, 558GB HDD e 4 conexões Ethernet de 10Gb. O *benchmark TestDFSIO* [White 2015] foi utilizado para escrever 30 arquivos de 30GB com um fator de replicação padrão de 3, totalizando um volume de 2,66TB. A Tabela 1 exibe os resultados considerando os valores médios de 20 operações do HDFS *Balancer* após a carga dos dados com cada um dos modos de balanceamento e um *threshold* padrão de 10%.

Tabela 1. Uso do balanceador com os diferentes modos de balanceamento.

Métrica	<i>Default</i>	<i>Background</i>	<i>Fast</i>
Volume de dados movimentado	204,75GB	211,88GB	215,50GB
Iterações de balanceamento	14	82	7
Tempo de execução	2h44m27s	3h11m18s	14m29s
Consumo de largura de banda	20,75MB/s	18,46MB/s	247,99MB/s

Percebe-se como os modos de balanceamento causam diferenças significativas na operação do balanceador. A variação percentual do tempo de execução do modo *background* em relação ao *default*, foi de 16,33%, indicando o aumento ocasionado. Com o modo *fast*, por sua vez, a variação foi de -91,19%, indicando a redução. Todavia, enquanto os modos *background* e *default* limitam de forma rigorosa a utilização dos recursos, o modo *fast* opera sem preocupação em causar sobrecarga, com mais *threads* para a movimentação dos blocos e consumindo uma maior largura de banda do *cluster*.

4. Considerações Finais

Este trabalho analisou o uso dos modos de balanceamento *default*, *background* e *fast* para o HDFS *Balancer*. Os experimentos evidenciam o *trade-off* entre a rapidez e o custo da operação de cada modo. Baseado nisso, espera-se auxiliar a tomada de decisão de administradores de *clusters* HDFS para a configuração ideal do balanceador. Trabalhos futuros envolvem uma investigação aprofundada do comportamento do HDFS *Balancer* sob diferentes configurações, considerando diferentes cargas de trabalho e os custos envolvidos no processo de balanceamento. Além disso, pretende-se avaliar o impacto das diferentes Políticas de Posicionamento de Réplicas do HDFS durante a redistribuição dos dados.

Referências

Hortonworks (2019). “Balancing data across an HDFS cluster”. https://docs.cloudera.com/HDPDocuments/HDP3/HDP-3.1.4/data-storage/content/balancing_data_across_hdfs_cluster.html. Dezembro.

White, T. (2015). *Hadoop: The Definitive Guide*. O’Reilly Media, Inc., 4 edition.

¹<https://www.grid5000.fr>