

Sistemi e Architetture per Big Data - A.A. 2023/24

Progetto 1: Analisi di dati di monitoraggio con Apache Spark

Docenti: Valeria Cardellini, Matteo Nardelli
Dipartimento di Ingegneria Civile e Ingegneria Informatica
Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Requisiti del progetto

Lo scopo del progetto è usare il framework di data processing Apache Spark per rispondere ad alcune query su dati di telemetria di circa 200k hard disk nei data center gestiti da Backblaze [1]. Per gli scopi di questo progetto, viene fornita una versione ridotta del dataset indicato nel Grand Challenge della conferenza ACM DEBS 2024 [2], che è disponibile all'URL¹:

http://www.ce.uniroma2.it/courses/sabd2324/project/hdd-smart-data_medium-utv.tar.gz.

Il dataset riporta i dati di monitoraggio S.M.A.R.T.², esteso con alcuni attributi catturati da Backblaze. Il dataset contiene eventi riguardanti circa 200k hard disk, dove ogni evento riporta lo stato S.M.A.R.T. di un particolare hard disk in uno specifico giorno. Il dataset ridotto contiene circa 3 milioni di eventi (a fronte dei 5 milioni del dataset originario). La Tabella 1 descrive i campi di ogni evento. Gli attributi rilevanti per questo progetto sono evidenziati nella tabella.

Il progetto è dimensionato per un gruppo composto da **2 studenti**; per gruppi composti da 1 oppure 3 studenti, si vedano le indicazioni specifiche.

Considerando il dataset indicato, le query a cui rispondere sono:

Q1 Per ogni giorno, per ogni vault (si faccia riferimento al campo `vault_id`), calcolare il numero totale di fallimenti. Determinare la lista di vault che hanno subito esattamente 4, 3 e 2 fallimenti.

Esempio di output:

```
# DD-MM-YYYY, vault_id, failures_count
```

```
11-04-2023, 1090, 4
```

```
...
```

```
19-04-2023, 1120, 3
```

```
...
```

```
01-04-2023, 1055, 2
```

```
...
```

¹sha1sum di raw_data_medium-utv_sorted.csv: f5667bf30be58fbf83016f83924b29e65e6246f3; sha1sum del file compresso in TAR GZ: b7d026fdf9b2d14f57400fe206dee9c6f87c7e59

²https://en.wikipedia.org/wiki/Self-Monitoring,_Analysis_and_Reporting_Technology

Tabella 1: Formato dei dati forniti da Backblaze

Campo	Informazioni	Rilevante
date	format: 2023-04-01T00:00:00.000000	✓
serial_number	string	✓
model	string	✓
failure	(bool)	✓
vault_id	group of storage servers (int64)	✓
s1_read_error_rate	(int64)	
s2_throughput_performance	(int64)	
s3_spin_up_time	(int64)	
s4_start_stop_count	(int64)	
s5_reallocated_sector_count	(int64)	
s7_seek_error_rate	(int64)	
s8_seek_time_performance	(int64)	
s9_power_on_hours	(int64)	✓
s10_spin_retry_count	(int64)	
s12_power_cycle_count	(int64)	
s173_wear_leveling_count	(int64)	
s174_unexpected_power_loss_count	(int64)	
s183_sata_downshift_count	(int64)	
s187_reported_uncorrectable_errors	(int64)	
s188_command_timeout	(int64)	
s189_high_fly_writes	(int64)	
s190_airflow_temperature_cel	(int64)	
s191_g_sense_error_rate	(int64)	
s192_power_off_retract_count	(int64)	
s193_load_unload_cycle_count	(int64)	
s194_temperature_celsius	(int64)	
s195_hardware_ecc_recovered	(int64)	
s196_reallocated_event_count	(int64)	
s197_current_pending_sector	(int64)	
s198_offline_uncorrectable	(int64)	
s199_udma_crc_error_count	(int64)	
s200_multi_zone_error_rate	(int64)	
s220_disk_shift	(int64)	
s222_loaded_hours	(int64)	
s223_load_retry_count	(int64)	
s226_load_in_time	(int64)	
s240_head_flying_hours	(int64)	
s241_total_lbas_written	(int64)	
s242_total_lbas_read	(int64)	

Q2 Calcolare la classifica dei 10 modelli di hard disk che hanno subito il maggior numero di fallimenti. La classifica deve riportare il modello di hard disk e il numero totale di fallimenti subiti dagli hard disk di quello specifico modello.

In seguito, calcolare una seconda classifica dei 10 vault che hanno registrato il maggior numero di fallimenti. Per ogni vault, riportare il numero di fallimenti e la lista (senza ripetizioni) di modelli di hark disk soggetti ad almeno un fallimento.

Esempio di output (*i valori indicati sono solo a titolo esemplificativo*):

```
# model, failures_count
```

```
HGST HUH721212ALN604, 47
```

```
ST8000NM0055, 45
```

```
ST4000DM000, 28
```

```
...
```

```
# vault_id, failures_count, list_of_models
```

```
1113, 16, HGST HUH721212ALN604
```

```
1093, 9, ST10000NM0086
```

```
1090, 9, ST8000NM0055, TOSHIBA MQ01ABF050, WDC WD5000LPVX
```

```
...
```

Q3 Calcolare il minimo, 25-esimo, 50-esimo, 75-esimo percentile e massimo delle ore di funzionamento (campo `s9_power_on_hours`) degli hard disk che hanno subito fallimenti e degli hard disk che non hanno subito fallimenti. Si presti attenzione, il campo `s9_power_on_hours` riporta un valore cumulativo, pertanto le statistiche richieste dalla query devono far riferimento all'ultimo giorno utile di rilevazione per ogni specifico hard disk (si consideri l'uso del campo `serial_number`). Nell'output indicare anche il numero totale di eventi utilizzati per il calcolo delle statistiche.

Esempio di output (*i valori indicati sono solo a titolo esemplificativo*):

```
# failure, min, 25th percentile, 50th percentile, 75th percentile, max, count
```

```
0, 0, 15082, 22490, 47118, 87726, 243336
```

```
1, 2306, 24505, 38603, 53079, 71491, 267
```

Il risultato di ciascuna query deve essere consegnato in formato CSV.

Inoltre, si chiede di valutare sperimentalmente i tempi di processamento delle query sulla piattaforma di riferimento usata per la realizzazione del progetto e di riportare tali tempi nella relazione e nella presentazione del progetto. Tale piattaforma può essere un nodo standalone, oppure è possibile utilizzare un servizio cloud per il processamento di Big Data (e.g., Amazon EMR) avvalendosi del grant a disposizione.

Infine, si chiede di realizzare la fase di data ingestion per:

- importare i dati di input in HDFS, eventualmente gestendo la conversione del formato dei dati, usando un framework di data ingestion a scelta (e.g., Apache Flume, Apache NiFi, Apache Kafka, Apache Pulsar);
- esportare i risultati di output da HDFS ad un sistema di storage a scelta (e.g., HBase, Redis).

Per gruppi composti da 1 studente: si richiede di rispondere alle query 1 e 2; inoltre, la gestione del data ingestion è opzionale, ma il dataset deve comunque essere letto da HDFS ed i risultati di output scritti su HDFS.

Per gruppi composti da 3 studenti: in aggiunta ai requisiti sopra elencati, si richiede di utilizzare Spark SQL per rispondere alle tre query utilizzando SQL. Si chiede inoltre di valutare sperimentalmente i tempi di processamento delle 3 query ottenuti con Spark SQL e di confrontarli con quelli ottenuti usando il solo framework Spark, riportando l'analisi del confronto nella relazione e nella presentazione.

Opzionale: Fornire una rappresentazione grafica dei risultati delle query utilizzando un framework di visualizzazione (e.g., Grafana [3]).

Svolgimento e consegna del progetto

Comunicare la composizione del gruppo ai docenti entro **venerdì 24 maggio 2024**.

Per ogni comunicazione via email è necessario specificare *[SABD]* nell'oggetto (subject) dell'email. Il progetto è valido **solo** per l'A.A. 2023/24 ed il codice deve essere consegnato **entro lunedì 10 giugno 2024**.

La consegna del progetto consiste in:

1. link a spazio di Cloud storage o repository contenente il codice del progetto da comunicare via email ai docenti **entro lunedì 10 giugno 2024**; inserire i risultati delle query in formato CSV in una cartella denominata `Results`.
2. relazione di lunghezza compresa tra le 3 e le 6 pagine, da inserire all'interno della cartella denominata `Report`; per la relazione si consiglia di usare il formato ACM proceedings (<https://www.acm.org>) oppure il formato IEEE proceedings (<https://www.ieee.org>);
3. slide della presentazione orale, da inviare via email ai docenti **dopo** lo svolgimento della presentazione.

La presentazione si terrà **giovedì 13 giugno 2024**; ciascun gruppo avrà a disposizione **massimo 15 minuti** per presentare la propria soluzione.

Valutazione del progetto

I principali criteri di valutazione del progetto saranno:

1. rispondenza ai requisiti;
2. originalità;
3. architettura del sistema e deployment;
4. organizzazione del codice;
5. efficienza;
6. organizzazione, chiarezza e rispetto dei tempi della presentazione orale.

Riferimenti bibliografici

[1] Backblaze. <https://www.backblaze.com/>, 2024.

[2] DEBS 2024. Call for Grand Challenge Solutions. <https://2024.debs.org/call-for-grand-challenge-solutions/>, 2024.

[3] Grafana. <https://grafana.com/>.