



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
DE MADRID



ntic
master
School

HDFS

Dr. Pablo J. Villacorta
Septiembre de 2020



Objetivos del tema

- ▶ Conocer las características propias de HDFS
- ▶ Entender la arquitectura de HDFS
- ▶ Familiarizarse con los comandos más habituales de HDFS

1 Características y arquitectura de HDFS



Hadoop Distributed File System (HDFS)

Sistema de archivos distribuido para almacenar archivos muy grandes con patrones de acceso en streaming, pensado para clusters de ordenadores convencionales

- ▶ Sistema de archivos distribuido: almacenamiento en una red de máquinas.
 - ▶ Máquinas *commodity* (hardware convencional, que puede fallar).
 - ▶ Escalable (más capacidad: añadir más nodos, en lugar de nodos más grandes)
 - ▶ Incorpora mecanismos software de recuperación frente a fallo de un nodo
- ▶ Permite archivos mayores que la capacidad del disco de una máquina individual
 - ▶ Cientos de GB, varios TB, incluso PB
- ▶ Archivos con patrón de acceso write-once, read-many.
 - ▶ No es importante el tiempo de acceso a partes individuales sino que se suele utilizar el archivo completo en las aplicaciones (modo batch, no interactivo)
 - ▶ No soporta modificación de archivos existentes. Sólo lectura, escritura y borrado
- ▶ No funciona bien para:
 - ▶ Aplicaciones que requieran baja latencia para acceder a registros individuales
 - ▶ Muchos archivos pequeños (generan demasiados metadatos)
 - ▶ Archivos que se modifiquen con frecuencia

Recurso con la arquitectura detallada de HDFS: <http://www.aosabook.org/en/hdfs.html>



Hadoop Distributed File System (HDFS)

- ▶ Está escrito en lenguaje Java
- ▶ Se instala *encima* de los sistemas de ficheros nativos de máquinas Linux (ej: ext4)
 - ▶ Utiliza la API del Sistema Operativo para leer y escribir datos en los nodos.
 - ▶ No interactúa con los dispositivos físicos (discos duros)
- ▶ Su antecesor fue Google File System (GFS) en 2003
 - ▶ Ghemawat, S.; Gobioff, H.; Leung, S. T. (2003). "The Google File System". *Proceedings of the 19th ACM Symposium on Operating Systems Principles - SOSP '03*, 29 – 43.
- ▶ Un recurso **excelente** sobre la arquitectura de HDFS: <http://www.aosabook.org/en/hdfs.html>

Bloques en HDFS

- ▶ Bloque físico (sector) de disco: cantidad de información que se puede leer o escribir en una sola operación de disco. Habitualmente 512 bytes.
- ▶ Bloque de sistema de archivos: conjunto de sectores que se pueden reservar para leer o escribir un archivo. Suele ser configurable (ej: Linux ext4 permite 1KB, 2KB ...). Habitualmente 4 KB. Debe contener un número de sectores físicos potencia de 2.
- ▶ En sistemas de archivos convencionales (ext4, NTFS, FAT32...) los archivos menores que el bloque de sistema de archivos siguen ocupando un bloque completo.
- ▶ HDFS tiene su propio tamaño de bloque, configurable (por defecto 128 MB), pero **los archivos de menos de un bloque no desperdician espacio** (aunque siempre usan su propio bloque de datos; nunca se comparte un bloque de HDFS entre varios archivos)
- ▶ Implicaciones del tamaño de bloque de HDFS:
 - ▶ Un archivo se parte en bloques que pueden almacenarse en máquinas diferentes. Así se puede almacenar un archivo mayor que el disco de una sola máquina
 - ▶ Cada bloque requiere metadatos (que se almacenan en el *namenode*) para mantenerlo localizado. Bloques pequeños: demasiados metadatos. Bloques muy grandes: limitan el paralelismo de frameworks que operan a nivel de bloque
 - ▶ Bloques de datos replicados para alta disponibilidad y máximo paralelismo: cada bloque está en k máquinas (k : factor de replicación, por defecto 3, configurable individualmente para cada fichero: `hadoop dfs -setrep -w 3 /user/hdfs/file.txt`)

Namenode y datanodes

- ▶ Dos tipos de nodos diferentes: namenode (al menos uno) y datanodes
 - ▶ Namenode: almacena metadatos (estructura de directorios, ubicación bloques).
 - ▶ Datanodes: almacenan y sirven los bloques de datos que componen los ficheros
- ▶ Ejemplo 1: archivo flights1994.csv (500 MB) que se ha subido mediante copyFromLocal

```
[pvillacorta@meetupdsl ~]$ hdfs fsck /SparkMeetup/flights1994.csv -blocks -files
Connecting to namenode via http://meetupdsl:50070/fsck?ugi=pvillacorta&blocks=1&files=1&path=%2FSparkMeetup%2Fflights1994.csv
FSCK started by pvillacorta (auth:SIMPLE) from [REDACTED] for path /SparkMeetup/flights1994.csv at Thu Apr 18 21:43:27 CEST 2019
/SparkMeetup/flights1994.csv 501558665 bytes, 4 block(s): OK
0. BP-2126204769-[REDACTED]-1526901840376:blk_1073977383_236559 len=134217728 repl=3
1. BP-2126204769-[REDACTED]-1526901840376:blk_1073977384_236560 len=134217728 repl=3
2. BP-2126204769-[REDACTED]-1526901840376:blk_1073977385_236561 len=134217728 repl=3
3. BP-2126204769-[REDACTED]-1526901840376:blk_1073977386_236562 len=98905481 repl=3
```

```
Status: HEALTHY
Total size:      501558665 B
Total dirs:      0
Total files:     1
Total symlinks:   0
Total blocks (validated): 4 (avg. block size 125389666 B)
Minimally replicated blocks: 4 (100.0 %)
Over-replicated blocks: 0 (0.0 %)
Under-replicated blocks: 0 (0.0 %)
Mis-replicated blocks: 0 (0.0 %)
Default replication factor: 3
Average block replication: 3.0
Corrupt blocks: 0
Missing replicas: 0 (0.0 %)
Number of data-nodes: 3
Number of racks: 1
FSCK ended at Thu Apr 18 21:43:27 CEST 2019 in 1 milliseconds
```

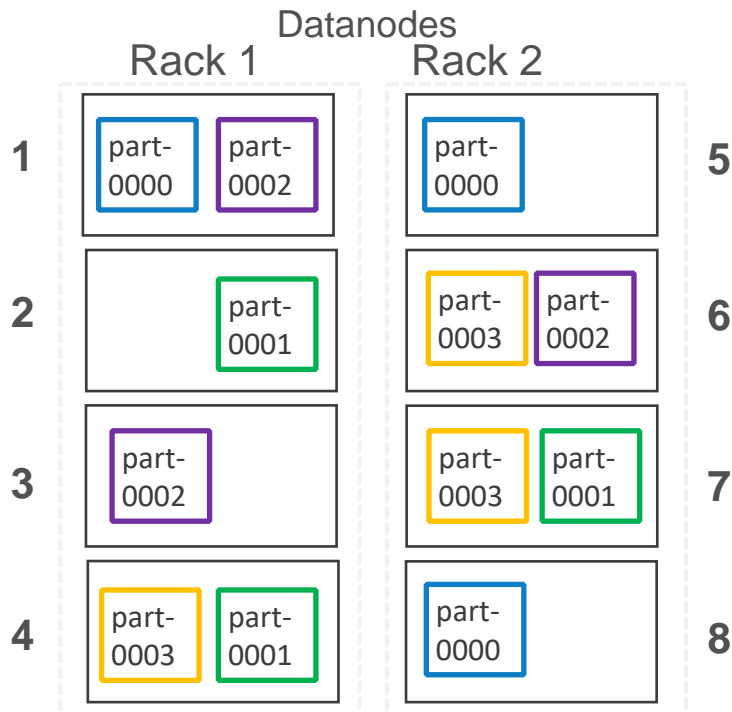
```
The filesystem under path '/SparkMeetup/flights1994.csv' is HEALTHY
```

HDFS lo ha dividido automáticamente en 4 bloques, el último más pequeño. Cada bloque está replicado 3 veces



Namenode y datanodes

- **Ejemplo 2:** archivo *predic*: es el resultado de un procesamiento batch con Spark, que genera un DataFrame distribuido en 4 particiones. Al salvarlo en HDFS, Spark crea 4 archivos separados (asumimos que son pequeños y cada uno ocupa menos de 1 bloque)



Namenode

```
/misdatos/predic/part-0000.snappy.parquet (40 MB) nodos 1,5,8  
/misdatos/predic/part-0001.snappy.parquet (40 MB) nodos 2,4,7  
/misdatos/predic/part-0002.snappy.parquet (35 MB) nodos 1,3,6  
/misdatos/predic/part-0003.snappy.parquet (40 MB) nodos 4,6,7
```

- **Rack - awareness:** distribución de bloques optimizada para la topología concreta del cluster.
- Minimiza pérdidas si cae (falla) un rack completo de nodos y minimiza tráfico de red.
- *No más de una réplica en un mismo nodo, y no más de dos réplicas en el mismo rack*

Namenode y datanodes

- ▶ El namenode mantiene la estructura de directorios y los metadatos. Esta información se guarda de manera persistente como (i) imagen del namespace, y (ii) log de edición
- ▶ Los datanodes almacenan bloques de datos. Los devuelven a petición del namenode o del programa cliente que está accediendo a HDFS.
- ▶ El namenode recibe periódicamente de los datanodes un *heartbeat* (cada 3 s, `dfs.heartbeat.interval`) y un listado de todos los bloques presentes en cada datanode (cada 6 h, configurable en `dfs.blockreport.*`).
- ▶ El namenode es punto único de fallo (SPOF). Sin él, no es posible utilizar HDFS.
- ▶ Respaldo de datos del namenode (copia de seguridad preventiva frente a fallos):
 - ▶ Copia de los archivos persistentes de metadatos a otros nodos o a NFS
 - ▶ Namenode secundario (no es realmente un namenode): en otra máquina física, va fusionando los cambios del log de edición a la imagen del namespace. Suele ir con retraso respecto al original. En caso de fallo, se transfieren a él si es posible metadatos que estén en NFS, y se empieza a usar como namenode activo. Proceso manual que puede tardar hasta 30 min o más: **no es alta disponibilidad**.
- ▶ Alta disponibilidad de HDFS: par de namenodes (activo / stand-by). Log de edición compartido. Los datanodes reportan a ambos. Requiere re-implementar los clientes.
- ▶ Escalando el namenode (memoria debido a metadatos): **federación** de namenodes
 - ▶ Varios namenodes se encargan de directorios distintos del sistema de archivos (sin solapamiento, ej.: /user vs /share). El fallo de uno no afecta al resto.
 - ▶ Los datanodes sí pueden almacenar bloques de archivos de varios namespaces



Configuración de HDFS

- Los ficheros de configuración se encuentran en etc/hadoop.

Filename	Format	Description
<i>hadoop-env.sh</i>	Bash script	Environment variables that are used in the scripts to run Hadoop.
<i>core-site.xml</i>	Hadoop configuration XML	Configuration settings for Hadoop Core, such as I/O settings that are common to HDFS and MapReduce.
<i>hdfs-site.xml</i>	Hadoop configuration XML	Configuration settings for HDFS daemons: the namenode, the secondary namenode, and the datanodes.
<i>mapred-site.xml</i>	Hadoop configuration XML	Configuration settings for MapReduce daemons: the jobtracker, and the tasktrackers.
<i>masters</i>	Plain text	A list of machines (one per line) that each run a secondary namenode.
<i>slaves</i>	Plain text	A list of machines (one per line) that each run a datanode and a tasktracker.
<i>hadoop-metrics.properties</i>	Java Properties	Properties for controlling how metrics are published in Hadoop ("Metrics" on page 306).
<i>log4j.properties</i>	Java Properties	Properties for system logfiles, the namenode audit log, and the task log for the tasktracker child process ("Hadoop Hadoop")

Configuración de HDFS

File Name	Parameter Name	Parameter value	Description
core-site.xml	fs.defaultFS/fs.default.name	hdfs://<namenode_ip>:8020	Namenode ip address or nameservice (HA config)
hdfs-site.xml	dfs.block.size, dfs.blocksize	128 MB	Block size at which files will be stored physically.
hdfs-site.xml	dfs.replication	3	Number of copies per block of a file for fault tolerance
hdfs-site.xml	dfs.namenode.http-address	0.0.0.0:50070	Namenode Web UI. By default it might use ip address of namenode.
hdfs-site.xml	dfs.datanode.http.address	0.0.0.0:50075	Datanode Web UI
hdfs-site.xml	dfs.name.dir, dfs.namenode.name.dir	<directory_location>	Directory location for FS Image and edit logs on name node
hdfs-site.xml	dfs.data.dir, dfs.datanode.data.dir	<directory_location>	Directory location for storing blocks on data nodes
hdfs-site.xml	fs.checkpoint.dir, dfs.namenode.checkpoint.dir	<directory_location>	Directory location which will be used by secondary namenode for checkpoint.
hdfs-site.xml	fs.checkpoint.period, dfs.namenode.checkpoint.period	1 hour	Checkpoint (merging edit logs with current fs image to create new fs image) interval.
hdfs-site.xml	dfs.namenode.checkpoint.txns	1000000	Checkpoint (merging edit logs with current fs image to create new fs image) transactions.

Fuente: <https://slideplayer.com/slide/12131503/>



Configuración de HDFS

Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License. See accompanying LICENSE file.

-->

<!-- Put site-specific property overrides in this file. -->

<configuration>

<property>

<name>dfs.replication</name>

<value>1</value>

</property>

<property>

<name>dfs.namenode.name.dir</name>

<value>file:/usr/local/hadoop_store/hdfs/namenode</value>

</property>

<property>

<name>dfs.datanode.data.dir</name>

<value>file:/usr/local/hadoop_store/hdfs/datanode</value>

</property>

</configuration>

2 Comandos de HDFS más habituales



Listar comandos existentes

```
[root@sandbox ~]# hadoop fs
Usage: hadoop fs [generic options]
    [-appendToFile <localsrc> ... <dst>]
    [-cat [-ignoreCrc] <src> ...]
    [-checksum <src> ...]
    [-chgrp [-R] GROUP PATH...]
    [-chmod [-R] <MODE[,MODE]... | OCTALMODE> PATH...]
    [-chown [-R] [OWNER][:[GROUP]] PATH...]
    [-copyFromLocal [-f] [-p] [-l] <localsrc> ... <dst>]
    [-copyToLocal [-p] [-ignoreCrc] [-crc] <src> ... <localdst>]
    [-count [-q] [-h] [-v] [-t [<storage type>]] <path> ...]
    [-cp [-f] [-p | -p[topax]] <src> ... <dst>]
    [-createSnapshot <snapshotDir> [<snapshotName>]]
    [-deleteSnapshot <snapshotDir> <snapshotName>]
    [-df [-h] [<path> ...]]
    [-du [-s] [-h] <path> ...]
    [-expunge]
    [-find <path> ... <expression> ...]
    [-get [-p] [-ignoreCrc] [-crc] <src> ... <localdst>]
    [-getfacl [-R] <path>]
    [-getfattr [-R] {-n name | -d} [-e en] <path>]
    [-getmerge [-nl] <src> <localdst>]
    [-help [cmd ...]]
    [-ls [-C] [-d] [-h] [-q] [-R] [-t] [-S] [-r] [-u] [<path> ...]]
```

Mostrar archivos

```
[root@sandbox ~]# hadoop fs -ls /
Found 12 items
drwxrwxrwx   - yarn    hadoop          0 2016-10-25 08:10 /app-logs
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs            0 2016-10-25 07:54 /apps
drwxr-xr-x   - yarn    hadoop          0 2016-10-25 07:48 /ats
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs            0 2016-10-25 08:01 /demo
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs            0 2016-10-25 07:48 /hdp
drwxr-xr-x   - mapred  hdfs            0 2016-10-25 07:48 /mapred
drwxrwxrwx   - mapred  hadoop          0 2016-10-25 07:48 /mr-history
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs            0 2016-10-25 07:47 /ranger
drwxrwxrwx   - spark   hadoop          0 2017-02-02 11:46 /spark-history
drwxrwxrwx   - spark   hadoop          0 2016-10-25 08:14 /spark2-history
drwxrwxrwx   - hdfs    hdfs            0 2016-10-25 08:11 /tmp
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs            0 2016-10-25 08:11 /user
[root@sandbox ~]#
```

Crear directorios

```
[root@sandbox ~]# hadoop fs -mkdir /raul
[root@sandbox ~]# hadoop fs -ls /
Found 13 items
drwxrwxrwx   - yarn    hadoop           0 2016-10-25 08:10 /app-logs
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs             0 2016-10-25 07:54 /apps
drwxr-xr-x   - yarn    hadoop           0 2016-10-25 07:48 /ats
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs             0 2016-10-25 08:01 /demo
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs             0 2016-10-25 07:48 /hdp
drwxr-xr-x   - mapred  hdfs             0 2016-10-25 07:48 /mapred
drwxrwxrwx   - mapred  hadoop           0 2016-10-25 07:48 /mr-history
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs             0 2016-10-25 07:47 /ranger
drwxr-xr-x   - root    hdfs             0 2017-02-02 11:48 /raul
drwxrwxrwx   - spark   hadoop           0 2017-02-02 11:48 /spark-history
drwxrwxrwx   - spark   hadoop           0 2016-10-25 08:14 /spark2-history
drwxrwxrwx   - hdfs    hdfs             0 2016-10-25 08:11 /tmp
drwxr-xr-x   - hdfs    hdfs             0 2016-10-25 08:11 /user
```


Copiar desde el disco local a HDFS y viceversa

```
[root@sandbox raul]# ls -la
total 12
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Feb  2 11:50 .
dr-xr-x--- 1 root root 4096 Feb  2 11:49 ..
-rw-r--r-- 1 root root   16 Feb  2 11:50 MyBigFile.txt
[root@sandbox raul]# hadoop fs -copyFromLocal MyBigFile.txt /raul/MyBigFileinHDFS.txt
[root@sandbox raul]# hadoop fs -ls /raul/
Found 1 items
-rw-r--r-- 1 root hdfs      16 2017-02-02 11:51 /raul/MyBigFileinHDFS.txt
[root@sandbox raul]#
```

`hadoop fs -copyFromLocal <localsrc> <dst>`

`hadoop fs -copyToLocal <src> <localdst>`

```
[root@sandbox raul]# hadoop fs -ls /demo/data/CDR/
Found 2 items
-rwx----- 1 hdfs hdfs      710436 2016-10-25 08:01 /demo/data/CDR/cdrs.txt
-rwx----- 1 hdfs hdfs       68095 2016-10-25 08:01 /demo/data/CDR/recharges.txt
[root@sandbox raul]# hadoop fs -copyToLocal /demo/data/CDR/cdrs.txt myCdrs.txt
[root@sandbox raul]# ls -la
total 708
drwxr-xr-x 2 root root  4096 Feb  2 11:55 .
dr-xr-x--- 1 root root  4096 Feb  2 11:49 ..
-rw-r--r-- 1 root root    16 Feb  2 11:50 MyBigFile.txt
-rw-r--r-- 1 root root 710436 Feb  2 11:55 myCdrs.txt
[root@sandbox raul]#
```

Inspeccionando ficheros

```
[root@sandbox raul]# hadoop fs -tail /demo/data/CDR/recharges.txt
00
6641609561|20130209|094637|3|100
6650359180|20130209|125420|3|100
6638378345|20130209|121231|3|300
6659538250|20130209|191504|3|100
6662032971|20130209|211136|3|500
8333654388|20130209|100458|3|100
6623568405|20130209|121240|3|100
```

```
[root@sandbox raul]# hadoop fs -cat /demo/data/CDR/recharges.txt | more
PHONE|DATE|CHANNEL|PLAN|AMOUNT
7852121521|20130209|090721|3|100
7642140929|20130209|181648|3|100
7552204414|20130209|224815|3|100
7785846460|20130209|173731|3|100
7972930496|20130209|003527|3|100
7782957598|20130209|200016|3|100
7352795440|20130209|000429|3|100
```

Copiar, mover y borrar

```
[root@sandbox raul]# hadoop fs -ls /demo/data/CDR/
Found 2 items
-rwx----- 1 hdfs hdfs      710436 2016-10-25 08:01 /demo/data/CDR/cdrs.txt
-rwx----- 1 hdfs hdfs       68095 2016-10-25 08:01 /demo/data/CDR/recharges.txt
[root@sandbox raul]# hadoop fs -cp /demo/data/CDR/cdrs.txt /demo/data/CDR/cdrs2.txt
[root@sandbox raul]# hadoop fs -ls /demo/data/CDR/
Found 3 items
-rwx----- 1 hdfs hdfs      710436 2016-10-25 08:01 /demo/data/CDR/cdrs.txt
-rw-r--r-- 1 root hdfs      710436 2017-02-02 12:01 /demo/data/CDR/cdrs2.txt
-rwx----- 1 hdfs hdfs       68095 2016-10-25 08:01 /demo/data/CDR/recharges.txt
[root@sandbox raul]# hadoop fs -rm /demo/data/CDR/cdrs2.txt
17/02/02 12:01:52 INFO fs.TrashPolicyDefault: Moved: 'hdfs://sandbox.hortonworks.com:8020/user/root/.Trash/Current/demo/data/CDR/cdrs2.txt' to hdfs://sandbox.hortonworks.com:8020/user/root/.Trash/Current/demo/data/CDR/cdrs2.txt
[root@sandbox raul]# hadoop fs -ls /demo/data/CDR/
Found 2 items
-rwx----- 1 hdfs hdfs      710436 2016-10-25 08:01 /demo/data/CDR/cdrs.txt
-rwx----- 1 hdfs hdfs       68095 2016-10-25 08:01 /demo/data/CDR/recharges.txt
[root@sandbox raul]#
```

`hadoop fs -cp <src> <dst>`

`hadoop fs -mv <src> <dst>`

`hadoop fs -rm [-r] <path> ...`



Otros comandos

```
[root@sandbox raul]# hadoop fs -help | more
Usage: hadoop fs [generic options]
    [-appendToFile <localsrc> ... <dst>]
    [-cat [-ignoreCrc] <src> ...]
    [-checksum <src> ...]
    [-chgrp [-R] GROUP PATH...]
    [-chmod [-R] <MODE[,MODE]... | OCTALMODE> PATH...]
    [-chown [-R] [OWNER][:[GROUP]] PATH...]
    [-copyFromLocal [-f] [-p] [-l] <localsrc> ... <dst>]
    [-copyToLocal [-p] [-ignoreCrc] [-crc] <src> ... <localdst>]
    [-count [-q] [-h] [-v] [-t <storage type>]] <path> ...]
    [-cp [-f] [-p | -p[topax]] <src> ... <dst>]
    [-createSnapshot <snapshotDir> [<snapshotName>]]
    [-deleteSnapshot <snapshotDir> <snapshotName>]
    [-df [-h] [<path> ...]]
    [-du [-s] [-h] <path> ...]
    [-expunge]
    [-find <path> ... <expression> ...]
```

Otros comandos

`-chown [-R] [OWNER][:[GROUP]] PATH... :`
Changes owner and group of a file. This is similar to the shell's `chown` command with a few exceptions.

`-R` modifies the files recursively. This is the only option currently supported.

If only the owner or group is specified, then only the owner or group is modified. The owner and group names may only consist of digits, alphabet, and any of `[-_./@a-zA-Z0-9]`. The names are case sensitive.

WARNING: Avoid using `.'` to separate user name and group though Linux allows it. If user names have dots in them and you are using local file system, you might see surprising results since the shell command `'chown'` is used for local files.

`-copyFromLocal [-f] [-p] [-l] <localsrc> ... <dst> :`
Identical to the `-put` command.

`-copyToLocal [-p] [-ignoreCrc] [-crc] <src> ... <localdst> :`
Identical to the `-get` command.

`-count [-q] [-h] [-v] [-t [<storage type>]] <path> ... :`
Count the number of directories, files and bytes under the paths that match the specified file pattern. The output columns are:
DIR COUNT FILE COUNT CONTENT SIZE PATHNAME

Otros comandos

```
[root@sandbox raul]# hadoop fs -count /demo/data/CDR/
      1      2      778531 /demo/data/CDR
[root@sandbox raul]# hadoop fs -count /demo/data/
      8     10     881591 /demo/data
[root@sandbox raul]# hadoop fs -count /demo/
      9     10     881591 /demo
[root@sandbox raul]#
```

```
-test -[defsz] <path> :
  Answer various questions about <path>, with result via exit status.
  -d  return 0 if <path> is a directory.
  -e  return 0 if <path> exists.
  -f  return 0 if <path> is a file.
  -s  return 0 if file <path> is greater      than zero bytes in size.
  -w  return 0 if file <path> exists          and write permission is granted.
  -r  return 0 if file <path> exists          and read permission is granted.
  -z  return 0 if file <path> is              zero bytes in size, else return 1.
```

3 Formatos de archivo frecuentes en HDFS



- ▶ Apache Parquet (2013): formato columnar, comprimido (binario). Utiliza record-shredding para almacenar tipos de datos complejos y anidados (un CSV no es capaz)
- ▶ Almacena el esquema junto a los datos. También máx/mín por columna (resúmenes)
- ▶ Los valores de cada columna se guardan físicamente juntos (almacenamiento columnar).
Beneficios:
 - ▶ Compresión de datos por cada columna para ahorrar espacio
 - ▶ Se pueden aplicar técnicas de compresión diferentes, específicas según el tipo de dato que almacena cada columna
 - ▶ Las consultas con filtrados sobre columnas concretas no necesitan leer toda la fila, mejorando el rendimiento
- ▶ Preparado para añadir más esquemas de codificación que se desarrollen en el futuro
- ▶ No requiere especificar separador de columnas, ni si se incluyen o no nombres de columna (siempre se incluyen por defecto)
- ▶ Es con diferencia el formato más ampliamente utilizado para procesamiento en batch, tanto para datos de entrada como para guardar resultados, con datos estructurados.

Archivos ORC



- ▶ ORC: Optimized Row Columnar
- ▶ Similar a Parquet: binario, columnar, con compresión y con índices, además de almacenar estadísticas simples sobre los valores por grupos de filas
- ▶ Almacena el esquema junto a los datos.
- ▶ Como HDFS está pensado para accesos donde se escribe una sola vez (inmutables) y se lee muchas veces, los propios formatos Parquet y ORC no soportan modificaciones.
- ▶ Parquet y ORC optimizan las lecturas a costa de escrituras más costosas en tiempo

Archivos Avro



- ▶ Formato binario orientado a filas, con compresión. Típico para serialización
- ▶ El esquema se almacena en un fichero separado: AVRO schema file (.avsc)
- ▶ Finalidad principal: datos cuyo el esquema evoluciona

4 Practicando con Dataproc

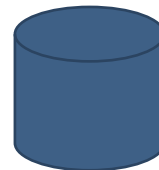




Archivo flights-jan-apr-2018.csv
en vuestro portátil



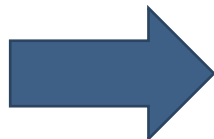
Interfaz gráfica de GCS
(Browser)



Google Cloud
Storage



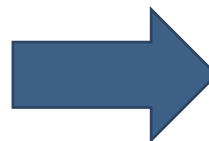
Internet:
flights_jan08.csv
en github



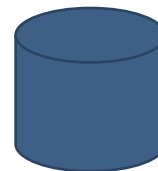
Descarga mediante
wget



Archivo flights_jan08.csv en el
sistema de ficheros Linux de la
máquina donde corre JupyterLab



```
hdfs dfs -mkdir /datos  
hdfs dfs -copyFromLocal
```



HDFS

- ▶ Una vez que tenemos el fichero subido a GCS, simplemente podemos lanzar comandos de HDFS que también funcionan contra Google Cloud (gracias a Google) a pesar de que GCS no tiene nada que ver con HDFS:

```
hdfs dfs -ls gs://nombrebucket/data
```

- ▶ Como el fichero ya lo habíamos subido a GCS con la interfaz gráfica, ya hay poco que hacer aquí. Para practicar un poco más, vamos a manejar HDFS como tal, y para ello, vamos primero a descargar de internet un fichero pequeño a la máquina en la que tenemos abierta la terminal (es decir, la máquina donde está corriendo JupyterLab).
- ▶ Al abrir la terminal de Linux en JupyterLab, estamos situados por defecto en / . Además, es una terminal poco práctica por lo que primero vamos a abrir la terminal llamada *bash* escribiendo *bash*.
- ▶ La terminal *bash* sí nos permite ir viendo comandos ejecutados antes pulsando las teclas arriba y abajo.
- ▶ Una vez estamos en *bash*, descargamos el fichero a la "ubicación actual" del sistema de ficheros local:

```
wget https://github.com/olbapjose/xapi-clojure/blob/master/flights_jan08.csv
```

- ▶ Esto lo descarga al sistema de ficheros local de dicha máquina. Recordemos: por defecto estábamos situados en /
- ▶ Vamos a crear en HDFS una nueva carpeta llamada *datos* que cuelga del raíz, y vamos a subir ahí nuestro fichero

```
hdfs dfs -mkdir /datos
```

```
hdfs dfs -copyFromLocal flights_jan08.csv /datos
```

```
hdfs dfs -ls /datos
```

(comprobamos que efectivamente está ahí)



¿Preguntas?

UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
DE MADRID

