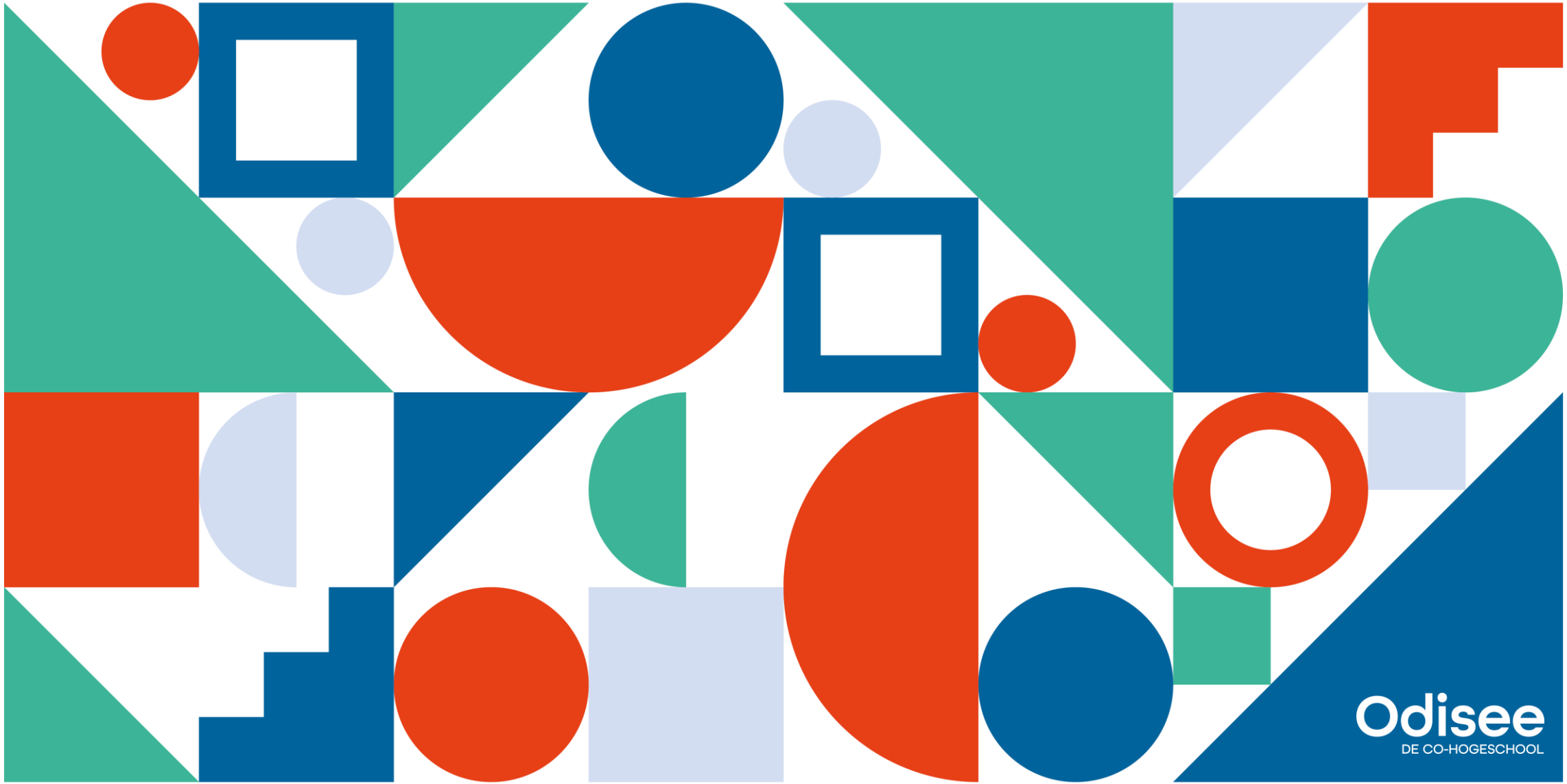
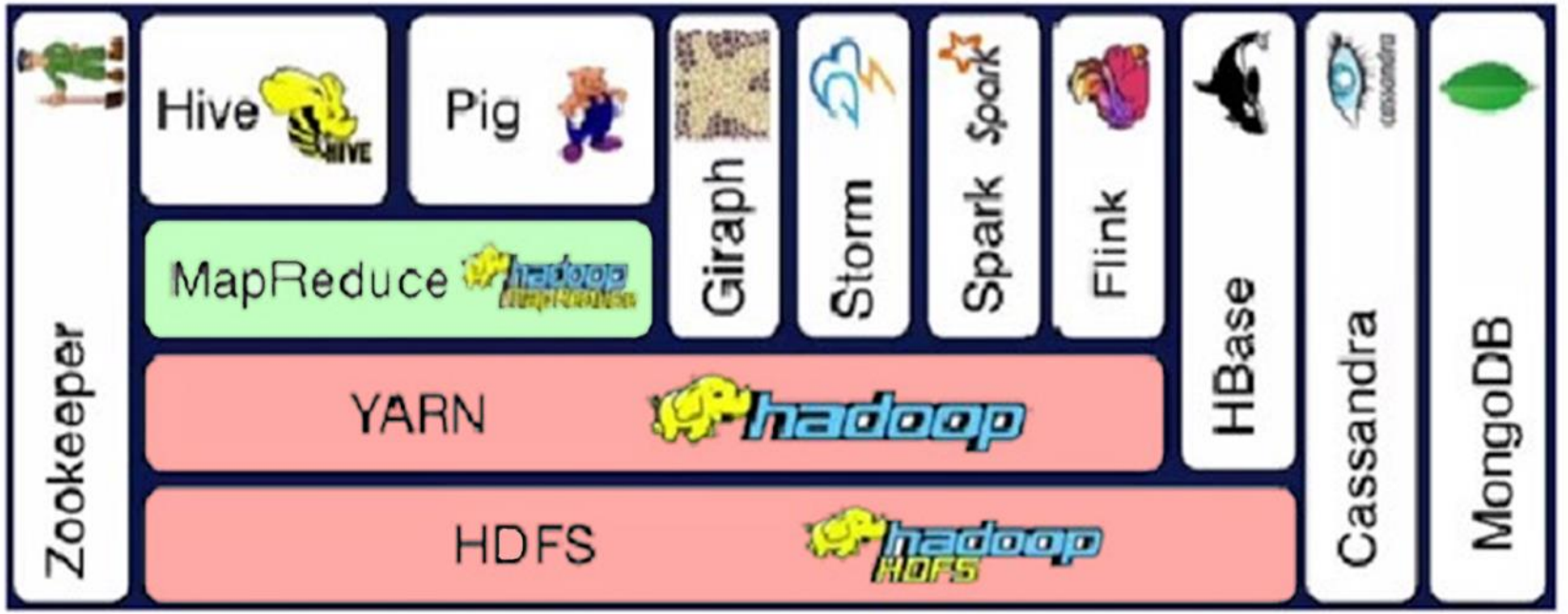

Odisee
DE CO-HOGESCHOOL

Big Data - MapReduce

Jens Baetens

Hadoop Ecosystem



Wat is map reduce?

Geschiedenis

- 2004: Jeffery Dean and Sanjay Ghemawat (Google) introduceerden het begrip in de paper: MAPREDUCE: SIMPLIFIED DATA PROCESSING ON LARGE CLUSTERS
- Essentieel onderdeel van Google Search en heeft Google groot gemaakt
  - Gebruikt tot 2014
- Originele data-processing layer van het Hadoop Ecosysteem
- Heel schaalbaar door big data te verdelen in kleinere delen
- Basis-idee van heel veel distributed toepassingen

- Programmeermodel
  - Map Reduce van functioneel programmeren
  - Split-Apply-Combine Data analysis

Voordelen

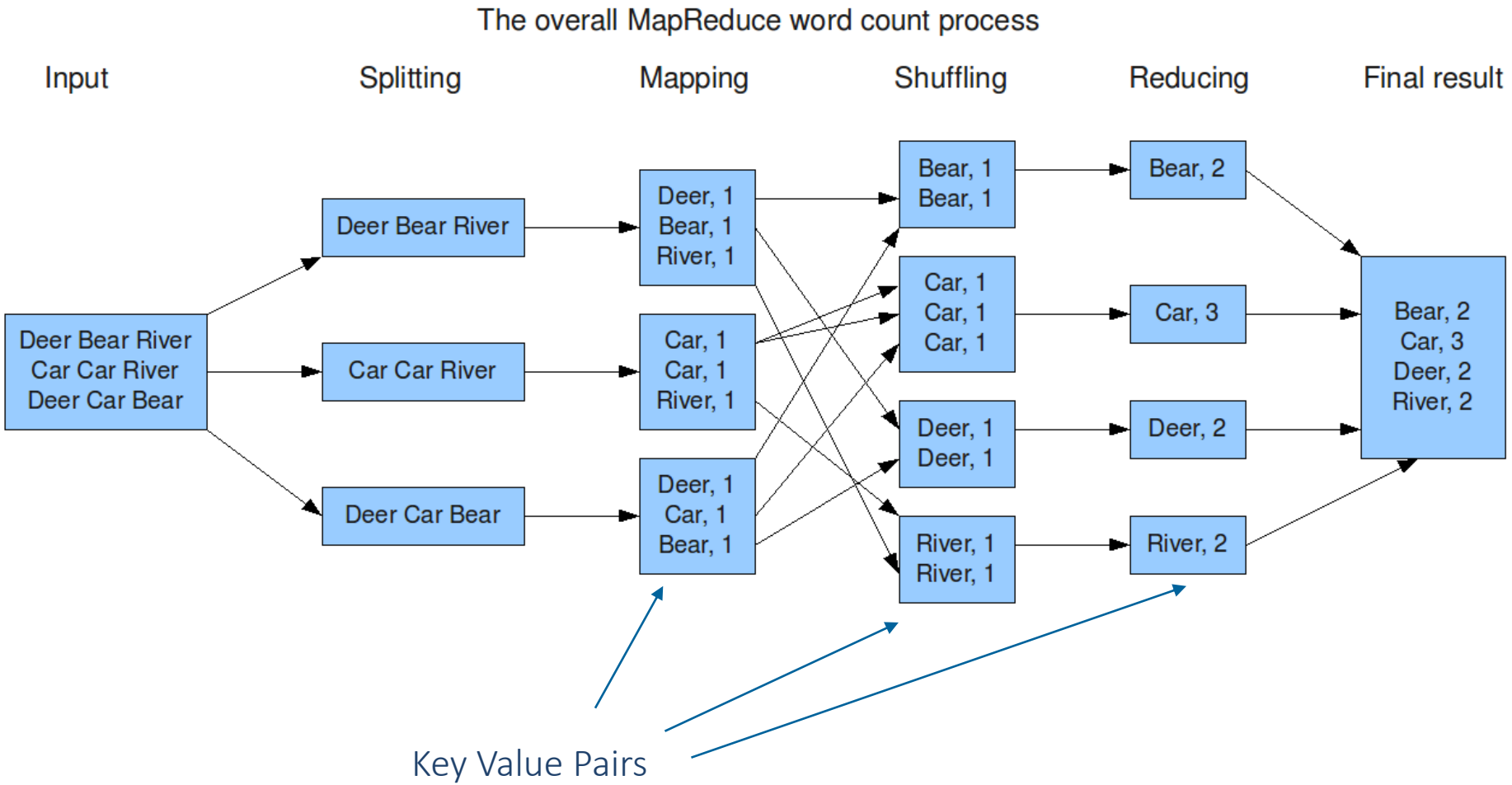
- Eenvoudig model
  - Geen zorgen om parallellisatie, data passing, race conditions, …
- Scalable
- Structured en unstructured data
- Fault Tolerance
  - Master/Slave architectuur maakt het mogelijk om crashes te omzeilen (Automatic recovery)

Nadelen/kritieken

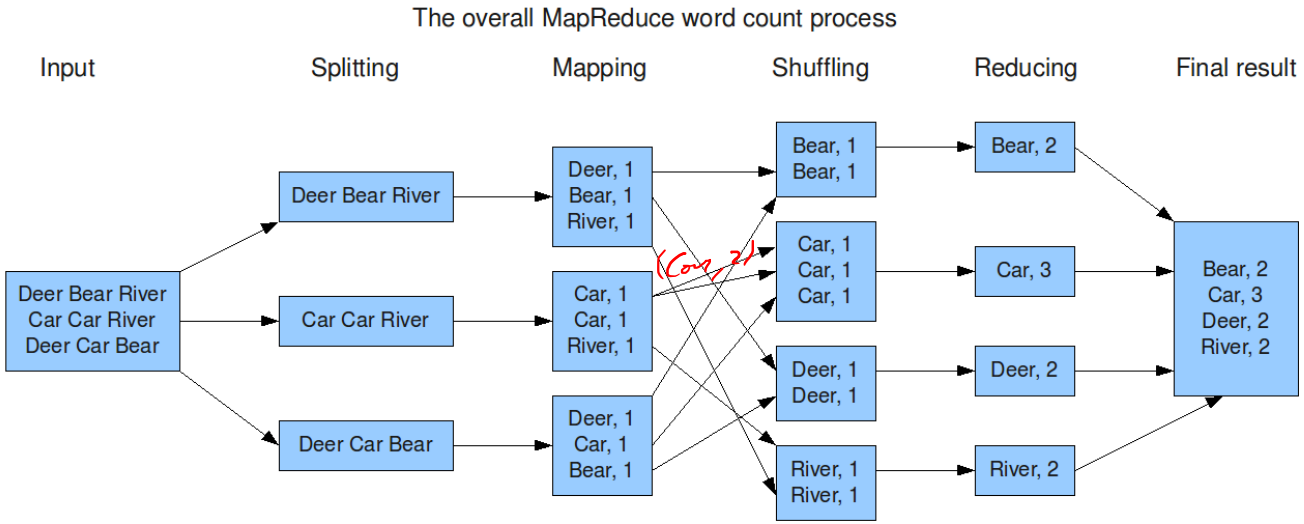
- Performance
  - Niet het snelste door steeds alles van disk te lezen (HDFS)
  - Wel heel schaalbaar
- Low-level programmeermodel
- Restricted framework
  - Acyclic dataflow program zonder state
  - Herhaaldelijk opvragen van dezelfde datasets is traag (nadelig voor ML)

Onderdelen

Flow van mapreduce



3 Operaties



- Map
  - Elke node voert dit uit op zijn data
  - Master node vermijdt replica's
  - Schrijven naar tijdelijke opslag
- Shuffle
  - Groepeer alle waarden met dezelfde key op 1 node
- Reduce
  - Verwerk elke key in parallel

5 stappen

- Prepare the input (YARN)
- Run the Map() code (Zelf gecodeerd)
- Shuffle Map to Reduce (Doet MapReduce)
- Run the Reduce() code (Zelf gecodeerd)
- Produce final output (Doet MapReduce)

Performance

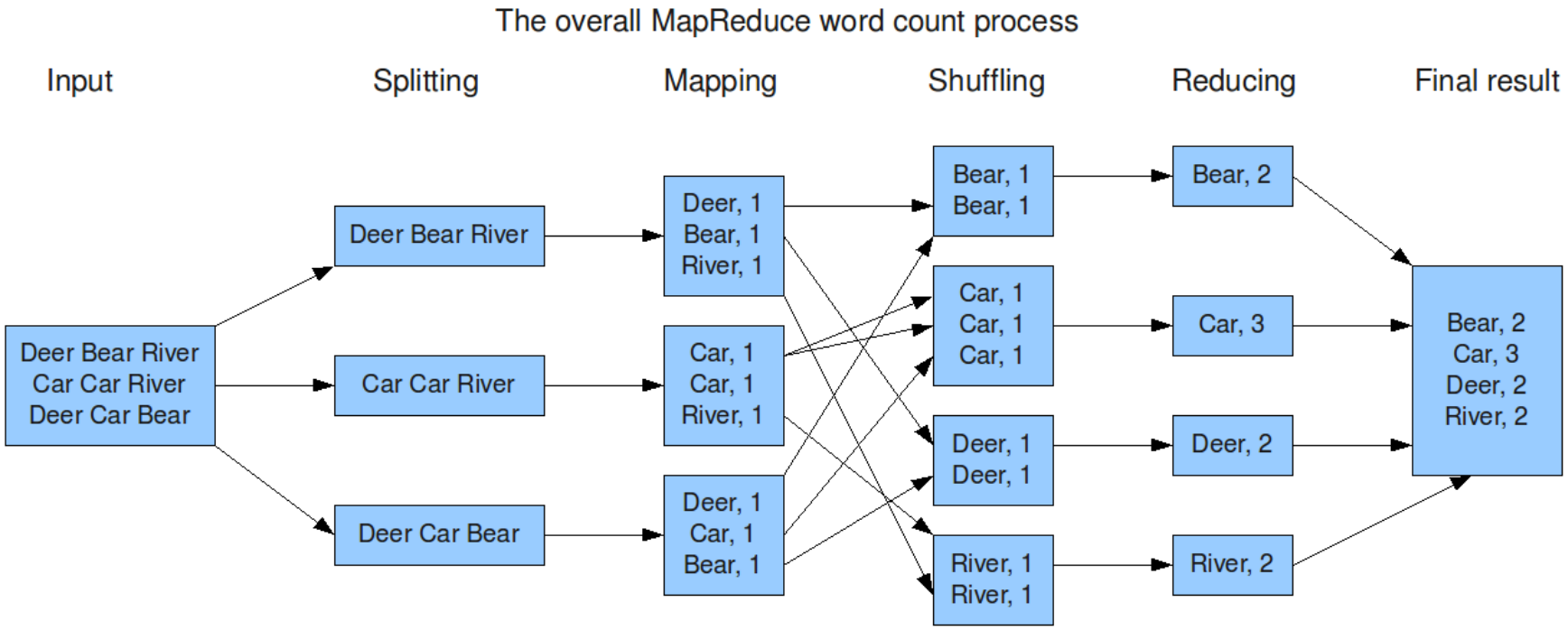
- Niet gegarandeerd snel maar wel in staat om heel veel data te verwerken
- Output of Map() wordt naar disk geschreven
- Enkel Map() en Reduce() worden parallel uitgevoerd
- Keys worden gesorteerd (kan lang duren)
- Communicatie tussen nodes zorgt ook voor delay

↳ Combiner ≈ Reduce stap op node niveau

Fault Tolerance

- Voor taken die snel uitgevoerd worden
  - Herstarten van een enkele map() of reduce() is mogelijk
- Voor taken die langer duren kunnen tussentijdse resultaten gebruikt worden
  - Deze worden standaard opgeslagen

Typisch voorbeeld: Word Count



Inputs - Outputs

- Alles geinterpreteerd als key-value pairs

Applicaties

Voorbeeld - wordcount

File information - input.txt

Download Head the file (first 32K) Tail the file (last 32K)

Block information -- Block 0

Block ID: 1073741912

Block Pool ID: BP-1244815758-127.0.1.1-1636028879278

Generation Stamp: 1088

Size: 111

Availability:

- bigdata-VirtualBox

File contents

```
Hello World,
hello world,
hello world,

Dit is een voorbeeld file om het Wordcount voorbeeld te testen !
```

Close

```
Dit   1
Hello   1
Wordcount   1
World,   1
een   1
file   1
hello   2
het   1
is   1
om   1
te   1
testen.   1
voorbeeld   2
world,   2
```

Wordcount

- Standaard geincludeerd bij installatie met Hadoop.

```
!hadoop jar ~/hadoop/share/hadoop/mapreduce/hadoop-mapreduce-examples-3.3.0.jar wordcount 05_MapReduce/input.txt 05_MapReduce/output
```

Use hadoop

Execute jar

Jar containing all the examples

Which example

Input op HDFS

Output op HDFS

- Andere applicaties die reeds bestaan:

```
!hadoop jar ~/hadoop/share/hadoop/mapreduce/hadoop-mapreduce-examples-3.3.0.jar
```

WordCount zelf implementeren - JAVA

- Mapper

```java
// Mapper de classes na extends Mapper<> zijn input-key, input-value, output-key, output-value
public static class TokenizerMapper extends Mapper<Object, String, String, Integer>{

    public void map(Object key, String value, Context context) throws IOException, InterruptedException {
        // value bevat de tekst in de huidige blok
        // de StringTokenizer maakt het mogelijk om over elk woord te lopen
        StringTokenizer itr = new StringTokenizer(value);
        // while-loop over alle woorden in de blocks op elke node
        while (itr.hasMoreTokens()) {
            // voeg een entry toe voor elk woord dat gezien wordt (deze worden in de reduce opgeteld)
            context.write(itr.nextToken(), 1);
        }
    }
}
```

WordCount zelf implementeren - JAVA

- Reducer

```java
// Reducer: de classes na extends Reducer<> zijn input-key, input-value, output-key, output-value
public static class IntSumReducer extends Reducer<String,Integer,String,Integer> {

    public void reduce(String key, Iterable<Integer> values, Context context) throws IOException, InterruptedException {
        int sum = 0;
        for (int val : values) {
            sum += val;
        }
        context.write(key, sum);
    }
}
```

WordCount zelf implementeren - JAVA

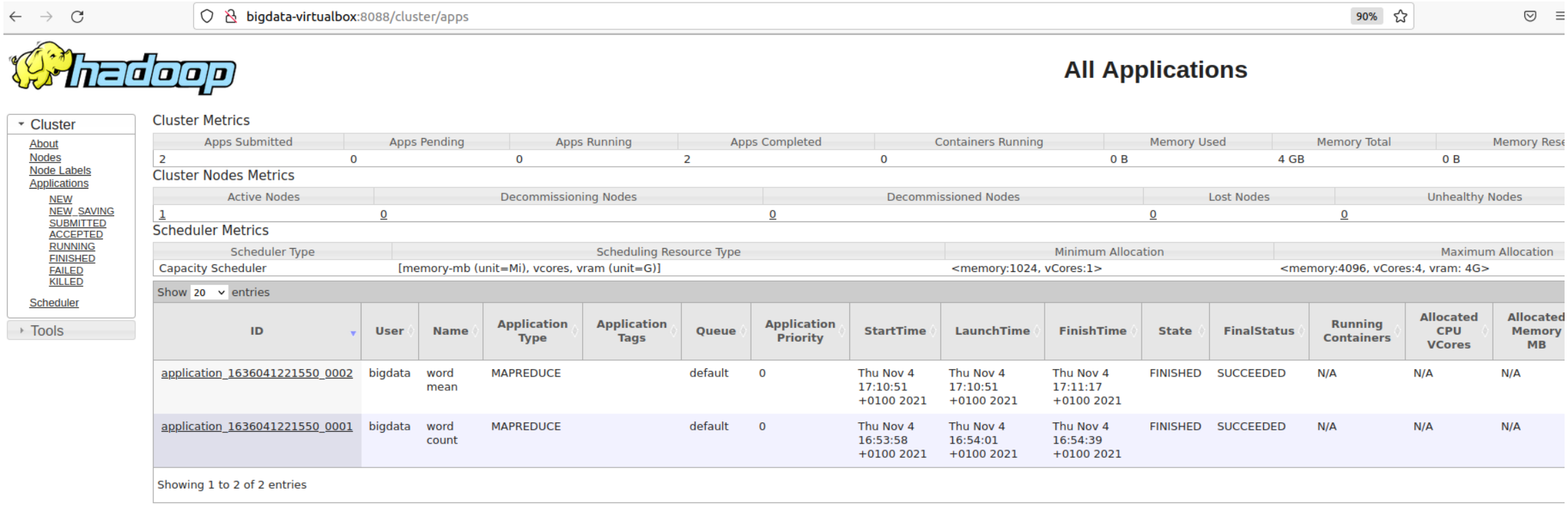
- Configuration

```java
// configure the MapReduce program
public static void main(String[] args) throws Exception {
    Configuration conf = new Configuration();
    Job job = Job.getInstance(conf, "word count java");
    job.setJarByClass(WordCount.class);
    // configure mapper
    job.setMapperClass(TokenizerMapper.class);
    // configure combiner (combiner is een reducer die op de mapping-node draait voor performantie te verbeteren)
    job.setCombinerClass(IntSumReducer.class);
    // configure reducer
    job.setReducerClass(IntSumReducer.class);
    // set output key-value classes
    job.setOutputKeyClass(Text.class);
    job.setOutputValueClass(IntWritable.class);
    // set input file (first argument passed to the program)
    FileInputFormat.addInputPath(job, new Path(args[0]));
    // set output file  (second argument passed to the program)
    FileOutputFormat.setOutputPath(job, new Path(args[1]));
    // In this case, we wait for completion to get the output/logs and not stop the program to early.
    System.exit(job.waitForCompletion(true) ? 0 : 1);
}
```

- Voor het maken van deze applicaties heb je de volledige java programmeertaal tot je beschikking.
- Meer informatie over de specifieke Mapper/Reduce/ Combiner klassen vind je hier: https://hadoop.apache.org/docs/stable/api/org/apache/hadoop/mapred/package-summary.html

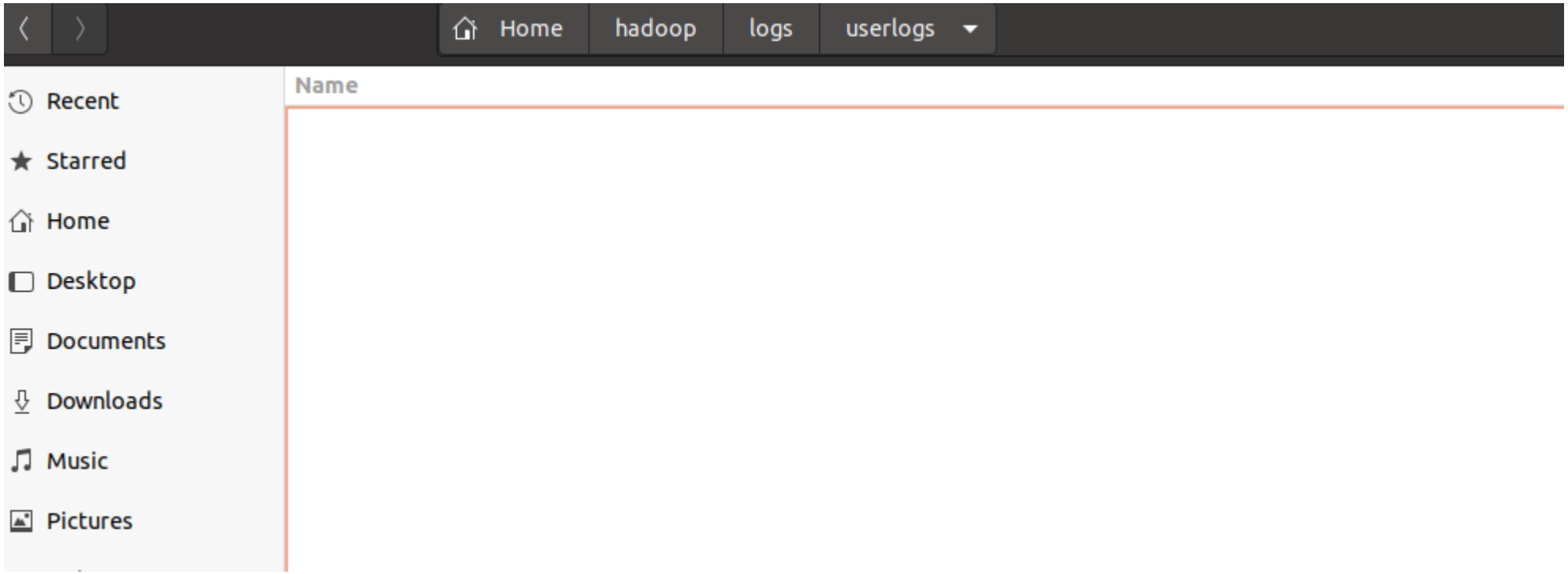
Track application state

- Yarn tracked de uitgevoerde applicaties en houdt hun logs bij.



Logs

- Of je kan ze ook in je Hadoop – folder vinden onder logs/userlogs



Mapreduce coderen in Java

- Maximale flexibiliteit
- Snelste uitvoering
- Beste integratie met Hadoop

API’s voor andere programmeertalen

- Hadoop Streaming API
  - Door gebruik te maken van stdin en stdout om te communiceren
  - MrJob, dumbo, hadoopy
- Hadoop Pipes
  - C++ interface voor MapReduce, communicatie via sockets
  - pydoop
- Non-Hadoop
  - Disco, octopy

Mrjob (Hadoop Streaming)

- Voordelen
  - Uitgebreidde documentatie
  - Code kan lokaal uitgevoerd worden
  - Veel management automatisch
  - Werkt met cloud toepassingen
    - Google Dataproc
    - Amazon Elastic
- Maar beschikt niet over de volledige Hadoop API

Mrjob (Hadoop Streaming)

```python
from mrjob.job import MRJob

class MRWordCount(MRJob):
    def mapper(self, _, line):
        for word in line.split():
            yield (word, 1)

    def reducer(self, word, counts):
        yield (word, sum(counts))

if __name__ == '__main__':
    MRWordCount.run()
```

```
!python wordcount_mrjob.py -r hadoop hdfs:///user/bigdata/05_MapReduce/input.txt > output.txt
```

Pydoop

- Meer informatie / API / Examples: https://crs4.github.io/pydoop/index.html
- Beschikt in tegenstelling tot Mrjob wel over de volledige Hadoop Interface.
- Kan ook aanpassen hoe de bestanden ingelezen worden (bvb niet lijn per lijn)
- Pydoop script om python code uit te voeren

Pydoop script

```
def mapper(_, text, writer):
    for word in text.split():
        writer.emit(word, 1)

def reducer(word, icounts, writer):
    writer.emit(word, sum(icounts))
```

```
!pydoop script wordcount_script.py 05_MapReduce/input.txt 05_MapReduce/output_python_script
```