

MAP REDUCE

Entwurfsmuster

Lars Briem

(briem.lars@googlemail.com)

Duale Hochschule Baden Württemberg - Standort Karlsruhe

Gliederung

Motivation

Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

Metamuster

Ausblick

Literatur / Quellen

Gliederung

Motivation

Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

Metamuster

Ausblick

Literatur / Quellen

Warum Entwurfsmuster?

- ▶ Vergleichbar mit Entwurfsmuster von „Gang of Four“
- ▶ Allgemeine Lösung für wiederkehrende Probleme
- ▶ Vokabular für Entwickler
- ▶ Geeignete Abstraktion zur Kommunikation

Bestandteile eines Entwurfsmusters

- ▶ Beschreibung
- ▶ Ziel / Problem
- ▶ Anwendbarkeit / Voraussetzungen
- ▶ Ergebnis
- ▶ Verwendungen

⇒ Nicht jedes Entwurfsmuster ist für jedes Problem geeignet

Gliederung

Motivation

Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

Metamuster

Ausblick

Literatur / Quellen

Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

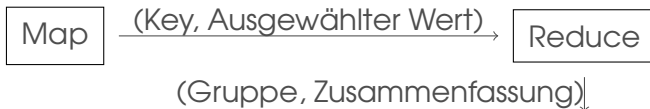
Metamuster

Summationsmuster

- ▶ Zusammenfassung der Daten
- ▶ Gruppierung der Daten
- ▶ Aussagen über einzelne Gruppen
- ▶ Beispiele
 - ▶ Numerische Summation
 - ▶ Invertierter Index

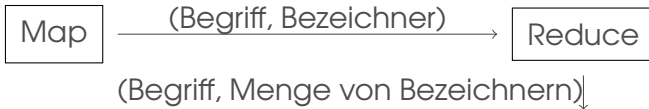
Numerische Summation

- ▶ Berechnung statistischer Merkmale einer Menge
 - ▶ Anzahl
 - ▶ Minimum / Maximum
 - ▶ Durchschnitt / Median / Standardabweichung
- ▶ Voraussetzung
 - ▶ Numerischen Daten oder Anzahl von Elementen
 - ▶ Gruppierung von Daten nach Key
- ▶ Verwendung
 - ▶ Statistik



Invertierter Index

- ▶ Zuordnung eines Begriffs zu einer Liste von Bezeichnern
 - ▶ Suchbegriff zu URL
- ▶ Verwendung
 - ▶ Suche / Suchmaschine



Einfügen von Stackoverflow Links in Wikipedia

Map

- ▶ Durchsuchen aller Posts nach Wikipedia Links
- ▶ Ausgabe: (Wikipedia Link, Post ID)

Reduce

- ▶ Einfügen von Stackoverflow Links auf Wikipedia Seiten

Live Demo

Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

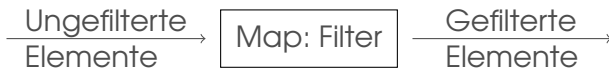
Daten Organisationsmuster

Metamuster

- ▶ Keine Änderung von Daten
- ▶ Nur „Filterung“
 - ▶ Nur Teil der Daten relevant
 - ▶ Kleinerer Datensatz für Entwicklung
- ▶ Beispiele
 - ▶ Filterung
 - ▶ Top Ten
 - ▶ Eindeutig / Einzigartig (Distinct)

Filterung

- ▶ Verarbeitung einzelner Key-Value Paare
- ▶ Entscheidung ob Key-Value Paar verwendet wird oder nicht
- ▶ Map Phase ausreichend
- ▶ Verwendung
 - ▶ Überall



Erweiterung - Bloom Filter

- ▶ Filterkriterium zu groß
 - ▶ Liste von Personen
- ▶ Verringert den Aufwand
- ▶ Voraussetzungen
 - ▶ Liste von Elementen als Kriterium
 - ▶ Falsch Positive erlaubt

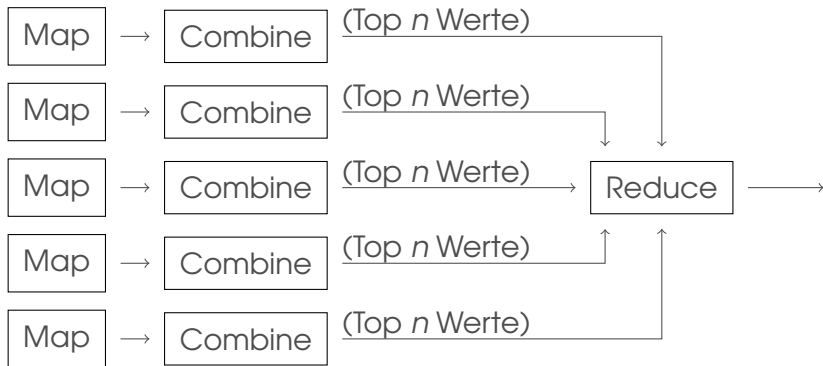


Top Ten

- ▶ Finden der besten n Elemente
- ▶ 1 Reducer
- ▶ Voraussetzungen
 - ▶ Vergleichbare Daten
- ▶ Verwendung
 - ▶ Suche von Ausreißern



Top Ten - Combiner



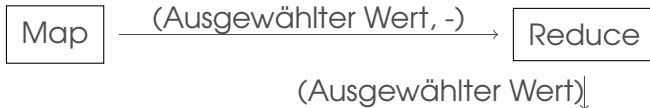
⇒ Combiner reduziert Netzwerklast

⇒ Gleicher Code in Combine und Reduce

Live Demo

Eindeutig / Einzigartig (Distinct)

- ▶ Reduzierung einer Datenmenge auf einzigartige Werte
- ▶ Entfernen von Duplikaten
- ▶ Ohne Duplikate nutzlos



Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

Metamuster

Vereinigungsmuster (Join)

- ▶ Verknüpfung mehrerer Datenquellen
- ▶ Aufwendige Berechnung
- ▶ Viel Last im Netzwerk

Beispiele

- ▶ Reduce Side Join
- ▶ Replicated Join
- ▶ Composite Join
- ▶ Kartesisches Produkt / Kreuzprodukt

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Inner Join

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Inner Join

Benutzer ID	Name	Ort
0	Lars	Karlsruhe
2	Linus	Freiburg

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Outer Join

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Outer Join

Benutzer ID	Name	Ort
0	Lars	Karlsruhe
1	Lena	null
2	Linus	Freiburg
3	null	Karlsruhe

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Left Outer Join

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Left Outer Join

Benutzer ID	Name	Ort
0	Lars	Karlsruhe
1	Lena	null
2	Linus	Freiburg

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Right Outer Join

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Right Outer Join

Benutzer ID	Name	Ort
0	Lars	Karlsruhe
2	Linus	Freiburg
3	null	Karlsruhe

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Anti Join

Join Typen

Benutzer ID	Name
0	Lars
1	Lena
2	Linus

Tabelle: Benutzer

Benutzer ID	Ort
0	Karlsruhe
2	Freiburg
3	Karlsruhe

Tabelle: Ort

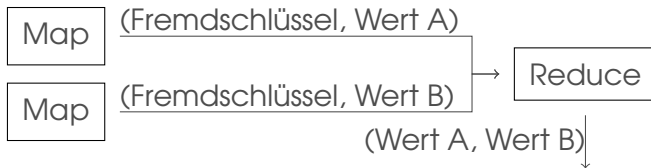
Join: Benutzer + Ort über Benutzer ID

Anti Join

Benutzer ID	Name	Ort
1	Lena	null
3	null	Karlsruhe

Reduce Side Join

- ▶ Einfachste Art
- ▶ Viel Last auf Netzwerk
- ▶ Alle Join Typen möglich
- ▶ Verwendung
 - ▶ Beliebig viele Datenquellen
 - ▶ Beliebig große Datenquellen



Live Demo

Reduce Side Join - Erweiterung Bloom Filter

- ▶ Viel Last im Netzwerk durch Reduce Side Join
- ▶ Bloom Filter kann Last verringern
- ▶ Voraussetzung
 - ▶ Inner Join

Weitere Joins

- ▶ Replicated Join
 - ▶ Ein großer Datensatz
 - ▶ Mehrere kleine Datensätze (im Speicher)
 - ▶ Nur Map Phase
- ▶ Composite Join
 - ▶ Sortiert und Partitioniert nach Fremdschlüssel
 - ▶ Vorsortierung / -partitionierung notwendig
 - ▶ Nur Map Phase
- ▶ Kartesisches Produkt / Kreuzprodukt
 - ▶ Kombination aller Datensätze miteinander
 - ▶ Berechnungsaufwand $O(n^k)$ bei k Datensätzen

Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

Metamuster

Daten Organisationsmuster

- ▶ Umwandlung der Datenorganisation
- ▶ Effizientere Verarbeitung

Beispiele

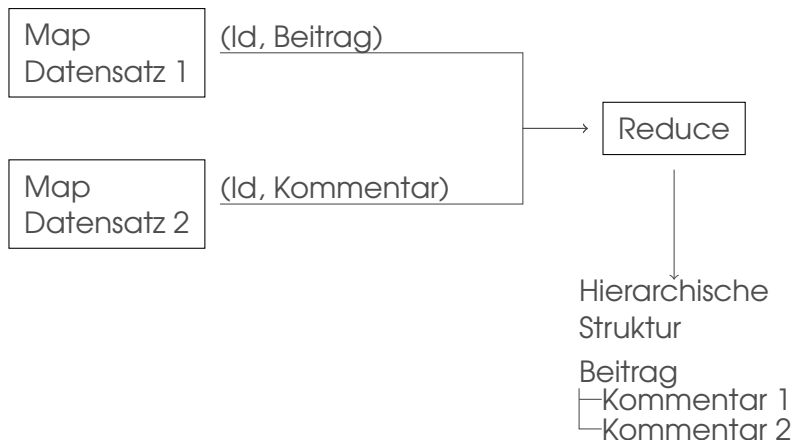
- ▶ Strukturiert zu Hierarchisch
- ▶ Partitionierung / Klasseneinteilung
- ▶ Sortierung

Strukturiert zu Hierarchisch

- ▶ Umwandlung von Daten aus RDBMS
- ▶ Vermeidung von Joins in späteren Berechnungen
- ▶ Voraussetzungen
 - ▶ Daten über Fremdschlüssel verknüpft
- ▶ Verwendung
 - ▶ Vorbereitung für NoSQL

⇒ Verwendet Reduce Side Join

Strukturiert zu Hierarchisch



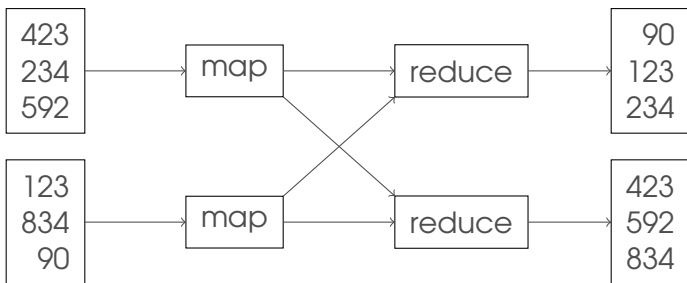
Partitionierung / Klasseneinteilung

- ▶ Unterteilung der Daten
- ▶ Gruppierung von ähnlichen Daten
- ▶ Verwendet Partitioner
- ▶ Voraussetzung
 - ▶ Anzahl Partitionen bekannt
- ▶ Verwendung
 - ▶ Gruppierung von kontinuierlichen Werten (z.B. Zeit)
 - ▶ Gruppierung von Klassen (z.B. Länder)

Live Demo

- ▶ Abspeichern in verschiedenen Dateien
- ▶ Sortierte Liste bei aufeinanderfolgenden Dateien
- ▶ Voraussetzung
 - ▶ Sortierbare Daten
- ▶ Verwendung
 - ▶ Parallele Sortierung

Sortierung - Beispiel



Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

Metamuster

Metamuster

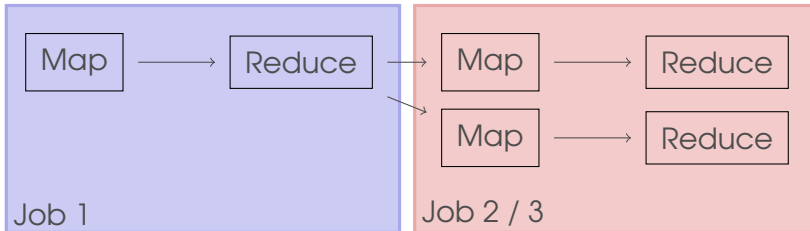
- ▶ Geschickte Kombination verschiedener Entwurfsmuster
- ▶ Steigerung der Effizienz
- ▶ Reduzierung der Rechenzeit

Beispiele

- ▶ Verkettung von Jobs
- ▶ Zusammenlegen von Jobs
- ▶ Mischen von Jobs

Verkettung von Jobs

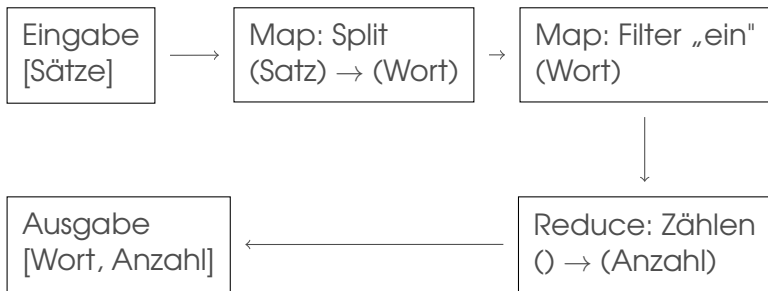
- ▶ Kombination mehrerer MapReduce Jobs
- ▶ Zwischenspeichern der Daten
- ▶ Zwischenergebnisse Löschen
- ▶ Fehlerbehandlung notwendig



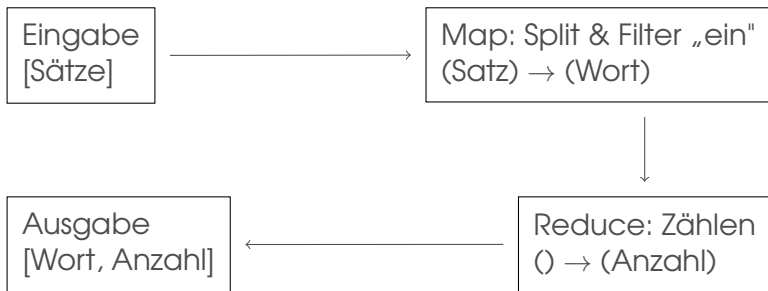
Zusammenlegen von Jobs

- ▶ Zusammenlegung von Map / Reduce Phasen
- ▶ Weniger Schreiboperationen
- ▶ Arten
 - ▶ Kombination mehrerer Map Phasen
 - ▶ Kombination einer Reduce und Map Phase

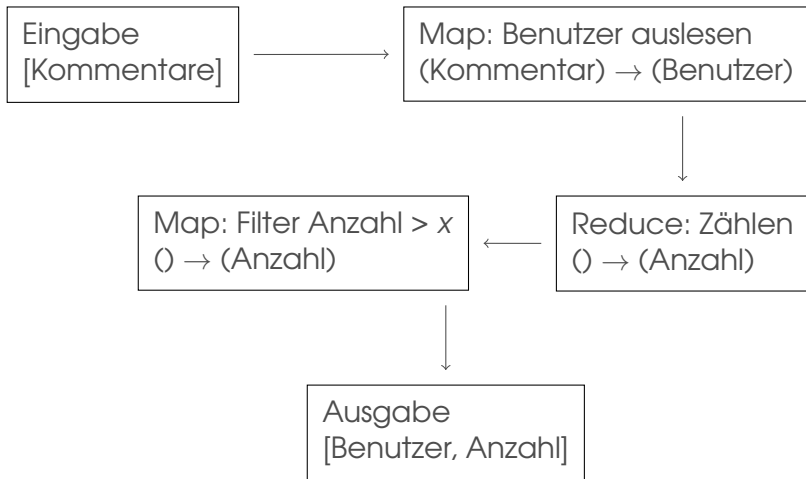
Zusammenlegen von Jobs - Beispiel: Kombination von Map Phase



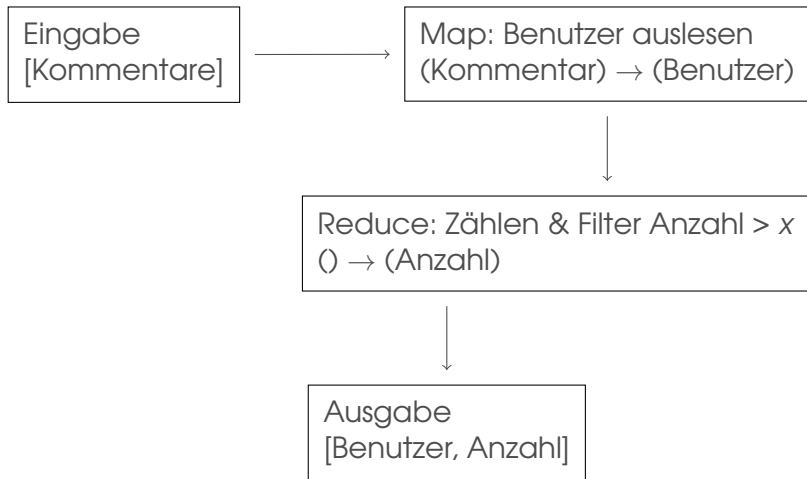
Zusammenlegen von Jobs - Beispiel: Kombination von Map Phase



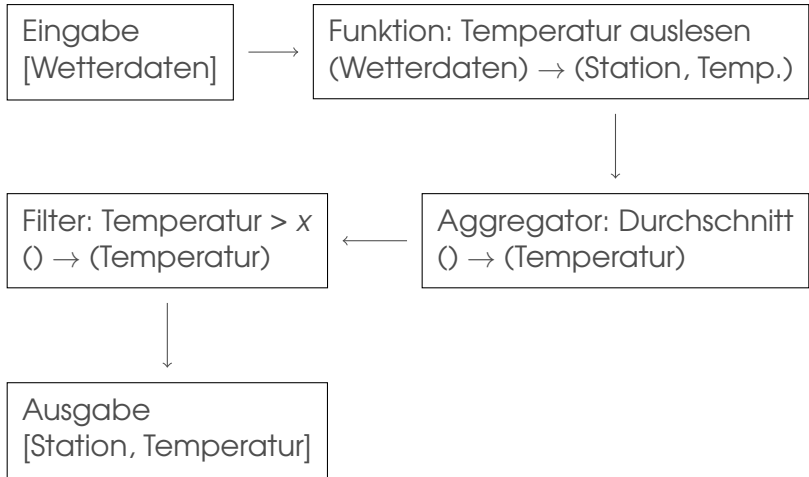
Zusammenlegen von Jobs - Beispiel: Reduce & Map zu Reduce



Zusammenlegen von Jobs - Beispiel: Reduce & Map zu Reduce



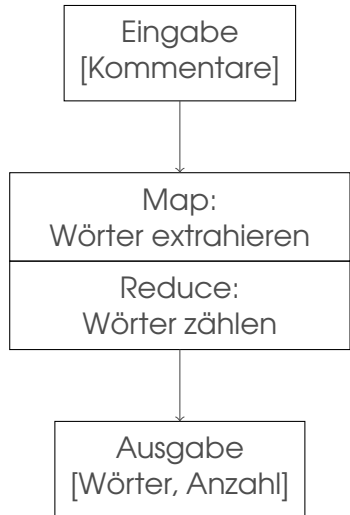
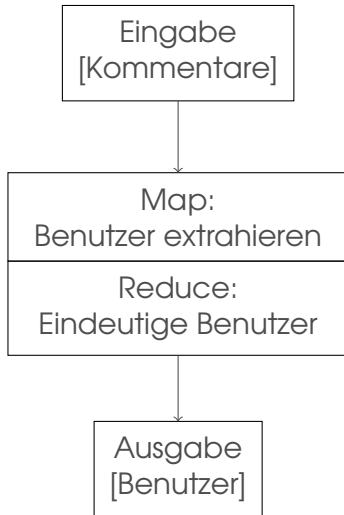
Zusammenlegen von Jobs - Hands-on



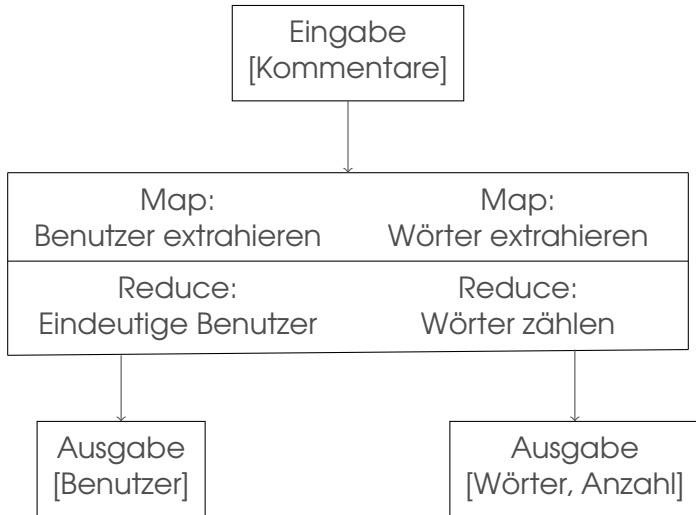
Mischen von Jobs

- ▶ Gleichzeitige Ausführung mehrerer MapReduce Jobs
 - ▶ Einmal Einlesen
 - ▶ Mehrere Mapper ausführen
- ▶ Weniger Aufwand zum Lesen / Parsen
- ▶ Ungünstig während Entwicklung
- ▶ Große Effizienzsteigerung bei langsamen Laufwerken (Bandlaufwerk, HDD)
- ▶ Reduktion von Last bei Datenbanken

Mischen von Jobs - Beispiel



Mischen von Jobs - Beispiel



Live Demo

Gliederung

Motivation

Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

Metamuster

Ausblick

Literatur / Quellen

- ▶ Nur kleine Auswahl gängiger Probleme
- ▶ Eingabe / Ausgabe
 - ▶ Weitere Datentypen (Bild, Video, Audio, ...)
 - ▶ Weitere Quellen (SQL Datenbank)
- ▶ Programmiersprachen haben MapReduce Paradigma eingebaut
 - ▶ Java Streams
 - ▶ C# Pipelines

Gliederung

Motivation

Arten

Summationsmuster

Filterungsmuster

Vereinigungsmuster

Daten Organisationsmuster

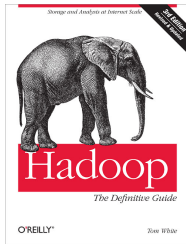
Metamuster

Ausblick

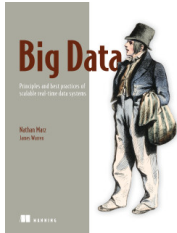
Literatur / Quellen



- ▶ MapReduce Design Patterns
 - ▶ Donald Miner, Adam Shook
 - ▶ O'Reilly
 - ▶ ISBN: 978-1449327170



- ▶ Hadoop: The Definitive Guide
 - ▶ Tom White
 - ▶ O'Reilly
 - ▶ ISBN: 978-1449311520



- ▶ Big Data
 - ▶ Nathan Marz, James Warren
 - ▶ Manning
 - ▶ ISBN: 978-1617290343

- ▶ Inhalt

- ▶ MapReduce: simplified data processing on large clusters - Jeffrey Dean, Sanjay Ghemawat
- ▶ manning.com
- ▶ oreilly.com

- ▶ Daten

- ▶ stackoverflow.com
- ▶ dwd.de