

# Модели распределенной обработки графовых и потоковых данных на кластерах

Константин Абакумов

ИСП РАН

# Эволюция задач интеллектуального труда

1. Механизация ручного труда, переход к интеллектуальному труду
2. Появление компьютеров, упрощение интеллектуального труда за счёт автоматизации трудоёмких алгоритмов
3. Появление больших данных (информационный взрыв)
  - внедрение IT во все отрасли науки и промышленности
  - переход к цифровому представлению знаний и событий
  - развитие социальных Интернет-сервисов

Теперь нужно выполнять трудоёмкие алгоритмы на таких объёмах данных, которые человек не в состоянии обработать:

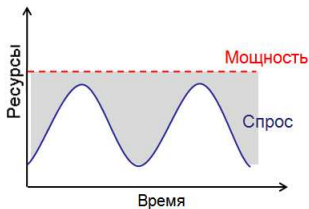
- **New York Stock Exchange** 1.5 ТБ в день, архив 8 ПБ
- **Large Hadron Collider** 41 ТБ в день, архив 15 ПБ
- **Large Synoptic Survey Telescope** 13 ТБ в день
- **Google** Архив 12 ПБ

## Требования

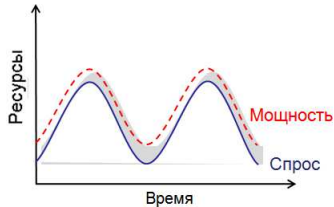
- Обработка больших объёмов данных
  - Перемещение кода к данным
  - Большая совокупная пропускная способность
- Устойчивая работа на ненадёжном оборудовании
  - Репликация данных
  - Восстановление после сбоев
- Хорошая масштабируемость
- Эффективный произвольный доступ к данным

## Преимущества кластерных SPMD-архитектур

- Дешёвое оборудование
- Простота развёртывания
  - Развитый стек свободного ПО
- Простота разработки алгоритмов и приложений
  - Абстракции высокого уровня
  - Интуитивно понятные парадигмы программирования
- Оптимальное использование ресурсов



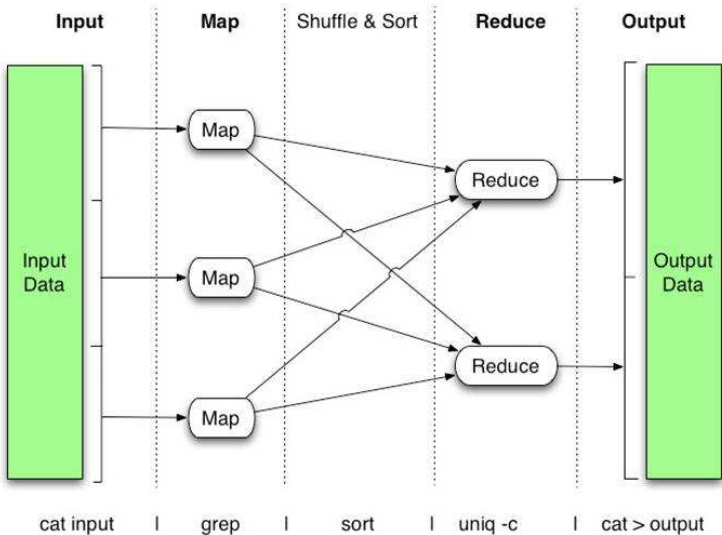
Обычный вычислительный центр



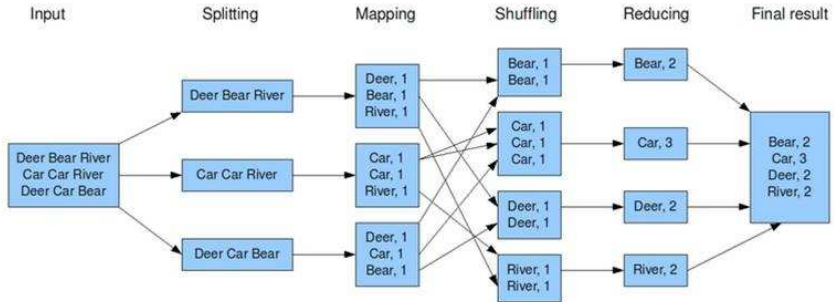
Облачный ЦОД

- **Хранение** HDFS, HBase, Cassandra, FlockDB
- **Обработка** MapReduce, Giraph, Spark, Storm, Pig
- **Аналитика** Mahout, GraphLab
- **Инфраструктура** ZooKeeper, Mesos, Avro, Chukwa
- **Интеграция** Sqoop

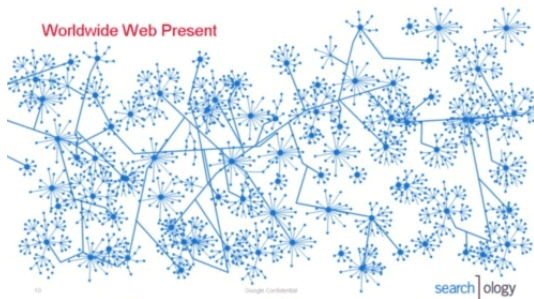
# Парадигма MapReduce



# MapReduce: подсчёт слов в документах



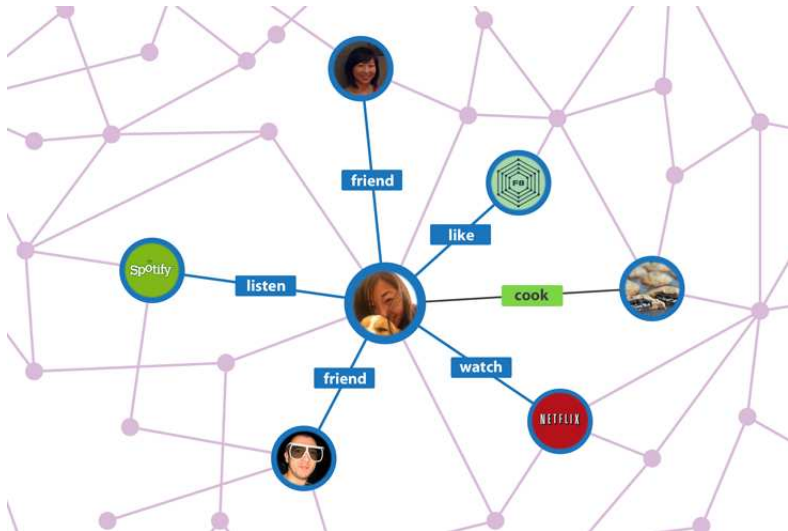
## Примеры масштабных графов



- Веб-графы
- Социальные графы: Facebook, Twitter, ВКонтакте
- Графы потока управления
- Графы взаимодействия белков



# Facebook OpenGraph

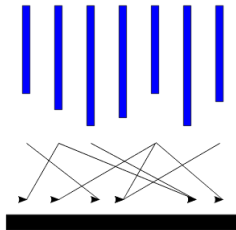


## Модель **Bulk Synchronous Parallel (BSP)**

**Вход** Список вершин с атрибутами + список рёбер с атрибутами

**Алгоритм** Последовательность супершагов (итераций)

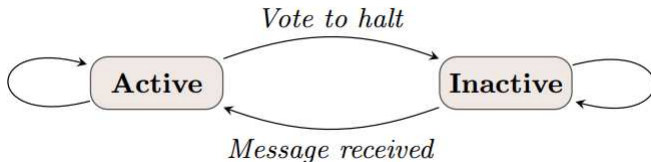
**Выход** Изменённый граф или рассчитанные статистики



**Супершаг** - предопределённая функция, исполняемая всеми вершинами:

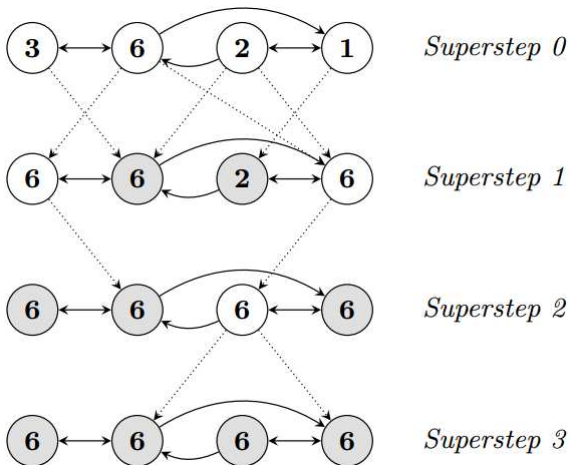
- приём сообщений с предыдущего супершага
- отправка сообщений (обычно соседним вершинам)
- изменение состояния вершины и/или соседей
- изменение структуры графа (добавление/удаление/изменение вершин/ребёр)

## Модель вычислений



- На супершаге 0 все вершины активны
- Только активные вершины участвуют в очередном супершаге
  - Вершина становится неактивной путём голосования за завершение процесса вычислений
  - Реактивация возможна при получении сообщения
- Процесс останавливается единогласным решением всех вершин

# Google Pregel: обработка графовых данных на кластере



## Google Pregel: открытые аналоги

- Apache Giraph
- Bagel
- GoldenOrb
- Apache HAMA
- Phoebus
- ...

# Потоки данных и события

**iPhoneSpecs** After months of speculation, rumors related to the iPhone 5 are finally starting to take shape. It's a fairly "safe" bet that the iPhone 5 will be a redesign of the iPhone 4S.

**iPhoneSpecs** "Cupertino is reportedly planning" to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

**iPhoneSpecs** Rumor: Apple is reportedly planning to use a new 1.5GHz processor for the iPhone 5. This processor is expected to be used for the iPhone 5.

twitter Home Profile And People Settings Help Sign out

We may have to recall the new iPhone. This, I did not expect.

Retweeted by 10 users for iPhone

Retweeted by 10 users for iPhone

ceoSteveJobs Steve Jobs

© 2010 Twitter About Us Contact Blog Status Advertise API Business Help Jobs Terms Privacy



**New Truck Route Opens This Week**

A new truck route is set to open this week, providing a new path for trucks traveling between the West Coast and the Midwest. The route is expected to significantly reduce travel time and fuel costs for many trucking companies.

The new route, which is being operated by a consortium of trucking companies, will provide a direct path from the West Coast to the Midwest, bypassing the traditional routes through the Northeast and the South. This is expected to be a major development for the trucking industry, as it will allow for faster and more efficient transport of goods.

The route is expected to be operational by the end of the week, and it is expected to be a major development for the trucking industry, as it will allow for faster and more efficient transport of goods.

## Области применения

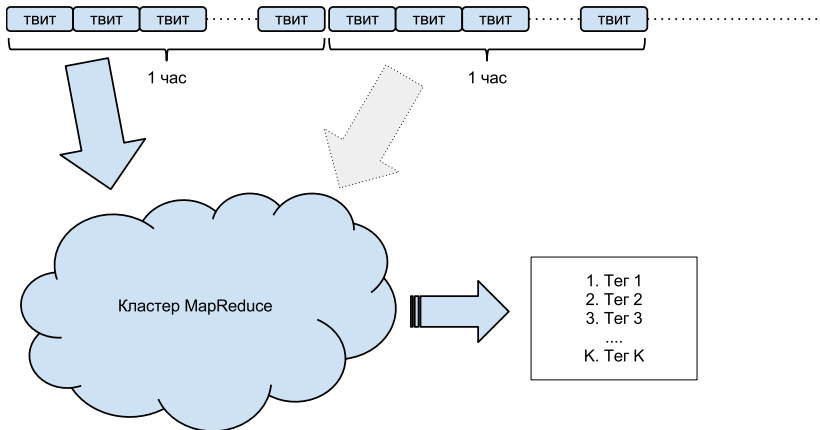
- **Фондовые рынки**  
Прогнозирование наиболее выгодных стратегий для трейдеров
- **Телекоммуникационные системы**  
Выявление и блокировка подозрительной активности
- **Социальные сервисы**  
Аналитика по размещенному контенту. Количество просмотров, статистика по различным критериям

# Поиск популярных хештегов в твитах

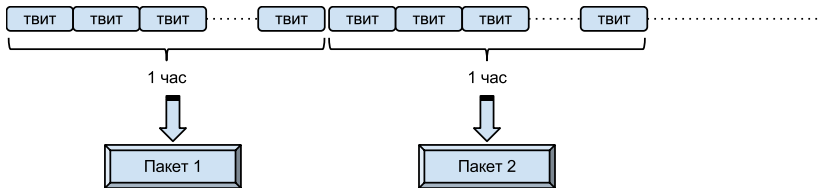




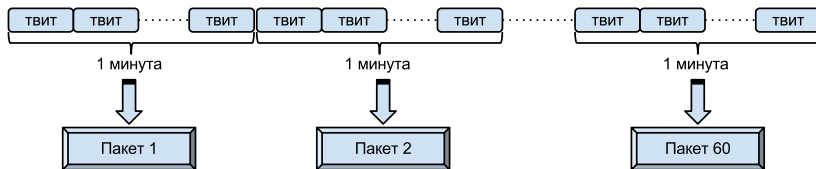
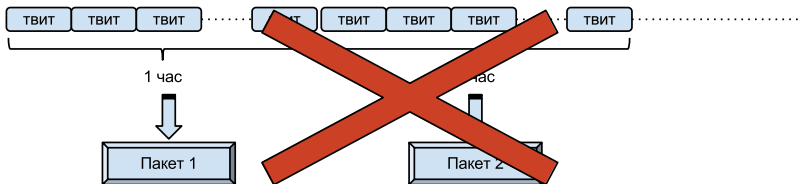
# Распределенная пакетная обработка



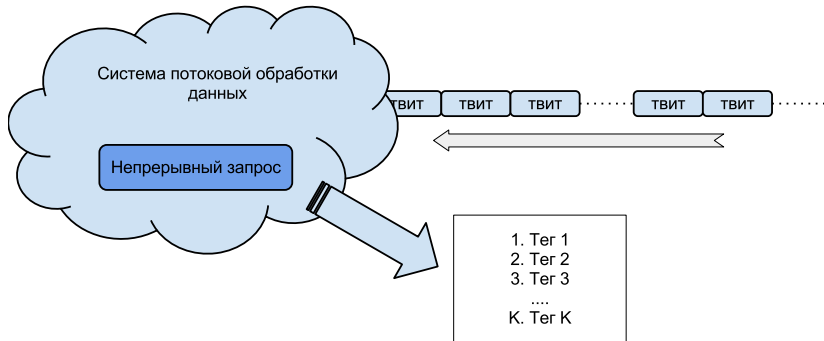
# Распределенная пакетная обработка



# Распределенная пакетная обработка



# Распределенная потоковая обработка



- S4
- Storm
  
- StreamBase
- PAF (PatternBuilders Analytic Framework)
- Microsoft StreamInsight
- ...

- **Источники**

Отвечают за получение данных из потока

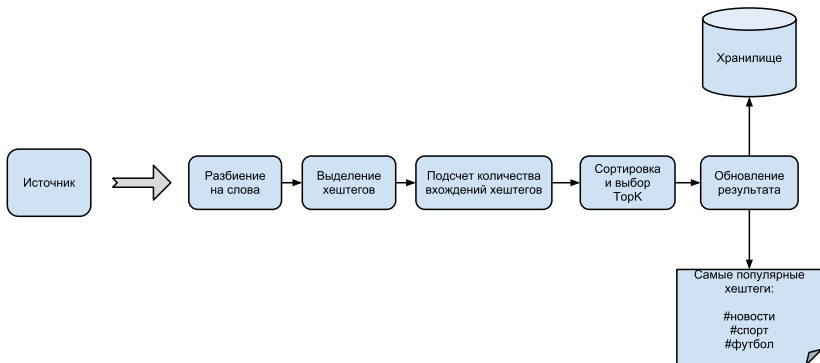
- **Обрабатывающий элемент**

Процесс, выполняющий некоторую обработку событий

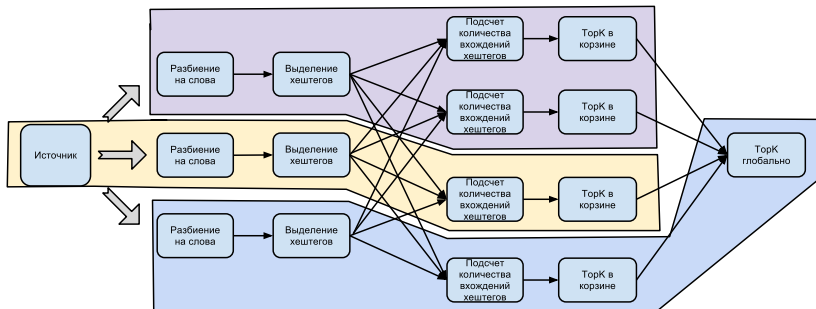
- **Топология**

Граф связей между источниками и обрабатывающими элементами.  
Полностью описывает решение задачи

# Пример топологии для поиска популярных хештегов



# Выполнение топологии в распределенной среде





Вопросы?

