



# Elasticsearch在vivo互联网的最佳实践

杨振涛

# SPEAKER

## 杨振涛

vivo互联网搜索团队负责人

2014年加入vivo互联网，带领搜索引擎技术团队。

- 负责搜索引擎及NLP相关的技术与产品开发。
- 负责互联网研发团队的软件过程改进，持续提升交付效率和质量。

之前曾先后任职于 华大基因、TCL，并参与过B2C、IM等创业项目。

- 专注于数据的存储、检索和可视化，及软件过程改进。
- 开源社区支持者，发起Elasticsearch、Redis及Jenkins（国内首次）技术沙龙。
- 技术翻译爱好者，InfoQ中文社区编辑，TED Translator。



# CONTENTS

01 vivo 的搜索需求

02 不只是 Lucene : Elasticsearch 从入门到普及

03 案例分析 : 典型问题

干货

04 关于数据的存储、索引、检索与可视化

05 也谈 AI: LTR 与 NLP 应用现状及未来方向

务虚

# vivo 的搜索需求

- 垂直搜索/综合搜索
- Android本地搜索
- 企业级搜索
- 基于搜索的实时数据分析

# 1



# vivo的搜索需求

- 互联网产品中的垂直搜索
  - 应用商店
  - 游戏中心
  - 主题/壁纸/铃声/字体
  - 商城
  - 社区
  - 官网
  - 音乐
  - 阅读 ... ..



# vivo的搜索需求

- 综合搜索
  - 浏览器入口
  - 系统全局搜索入口
  - 其他入口



# vivo的搜索需求

- 企业级搜索
  - 各种企业级业务系统产生的各种数据，  
需要一个统一的搜索入口
  - 知识管理
  - 客服QA
  - 系统日志搜索



# vivo的搜索需求

- 基于搜索的实时数据分析
- 轻量灵活的BI



# 搜索团队建设

Since 2014 ~

- 技术团队：工程、算法（Rank、NLP）、数据、商业策略
- 产品、运营、品质评测

# 不只是Lucene : Elasticsearch从入门到普及

- 搜索引擎的技术选型
- Java技术栈
- Elasticsearch





# 搜索引擎的技术选型

开源方案 vs 自研

C/C++ vs Java /Python /Go...

sphinx

Xapian

# Java技术栈

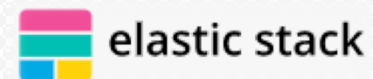
- Lucene
- Solr/SolrCloud
- Elasticsearch

Zoie

Nutch

sensei

bobo



# Elasticsearch应用场景划分

2

索引/请求	小请求	大请求
小索引	Lucene ? Solr ? Elasticsearch ?	Elasticsearch
大索引	Elasticsearch	Elasticsearch

# Elasticsearch入门

- 基本数据类型
- 数据写入
- 常用查询
- 常用聚合
- 集群拓扑与容量规划
- 最佳实践
- 使用指导

默认不使用别名，  
不算入门ES！



<https://www.elastic.co/guide/cn/index.html>

# Elasticsearch普及

除了搜索产品外，诸多项目中都使用了Elasticsearch：

- 推荐系统
- 广告系统
- DMP
- PUSH
- 云诊断
- 智能客服
- 智能问答
- 企业内部应用

存储三剑客

MySQL

Redis

Elasticsearch



# 案例分析

一个优化案例

# 3

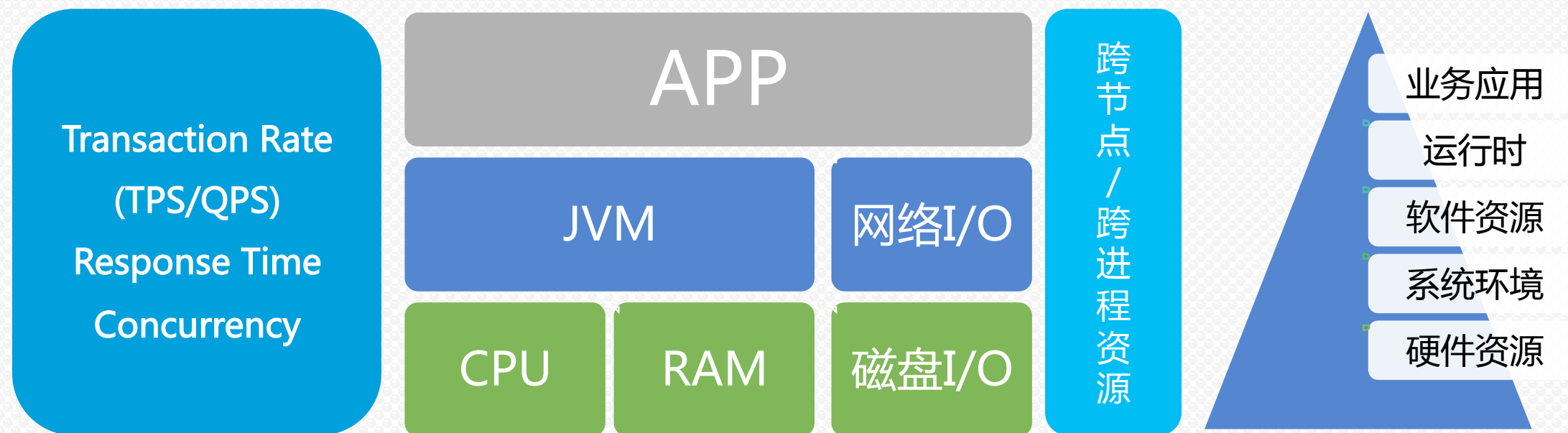


# 基础功能

- 爬虫与采集
- 索引数据
  - 写入速度
  - 批量写入
- 检索
  - 查询
  - 聚合
  - 排序
  - Scroll ID与翻页
- 可视化
  - Kibana



# 性能分析模型



# 优化案例：问题描述与优化目标

- 某业务的ES集群，初始默认3个节点，5 shards 0 replicas，版本 2.x, JDK7, CentOS 6
- 节点配置 物理机 64G 32核 SATA盘
- 一个索引库，业务上线后持续增长，目前存储1.6亿+的用户标签数据，大小1T
- 采用scroll方式每次根据业务条件检索数万到数千万用户ID

当前QPS  
5k/s

优化目标  
4w~5w/s

# 分析优化过程

- 基准数据
  - 抽样一个典型的业务查询，Scroll + filter 测试QPS 5k/s
- 排除缓存
  - ES缓存和操作系统缓存，同一个查询第二次可以达到2w+/s
- 主观判断优化点
  - 单分片数据量过大，可以尝试调大分片数，减少单分片数据量
  - 集群拓扑结构不合理，可以尝试新增节点，分配不同角色

# 分析优化过程

- 建立观测指标
  - CPU负载
  - 内存消耗
  - 本地磁盘I/O，网络I/O
  - JVM CPU消耗，堆与GC，栈与线程，类对象
  - ES的各个线程池与队列负荷

# 分析优化过程

- 疑似瓶颈：磁盘I/O，且从bigdesk看到大部分耗时在fetch阶段
- 针对措施：
  - 每个节点有6块硬盘，共3个节点
  - 先设置索引库分片为18个，暂不设置副本
  - 配置 path.data，保证一块硬盘一个分片
- 基本效果：
  - 检索速度由5k/s提升到2.8w/s，5倍+

```
29 # ----- Paths -----
30 #
31 # Path to directory where to store the data (separate multiple locations by comma):
32 #
33 path.data: /data/sd2/es,/data/sd3/es,/data/sd4/es,/data/sd5/es,/data/sd6/es,/data/sd7/es
34 #
35 # Path to log files:
36 #
37 path.logs: /path/to/logs
38 #
```



# 分析优化过程

- 从代码层面梳理业务逻辑，寻找优化点
  - 检查mapping，默认将所有字段写入 `_all` 字段，实际业务并不需要，设置 `_all` 为 `false`；存储空间占用从1T下降到892G，QPS从2.8w/s提升到3w+/s，约10%
  - 根据业务条件查询标签数据时，只需要知道用户ID，而无需其他字段，所以不返回 `_source`；QPS从3w/s提升到3.4w/s，约11%

# 分析优化过程

- 再次检查磁盘负载，使用率较高

Device:	rrqm/s	wrqm/s	r/s	w/s	rMB/s	wMB/s	avgrq-sz	avgqu-sz	await	r_await	w_await	svctm	%util
sdm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sdj	3.50	0.00	1411.50	0.00	35.69	0.00	51.79	3.18	2.29	2.29	0.00	0.62	87.45
sdc	2.00	0.00	1380.00	0.00	32.89	0.00	48.81	2.93	2.12	2.12	0.00	0.56	76.90
sde	3.00	0.00	1429.00	0.00	35.85	0.00	51.38	3.88	2.72	2.72	0.00	0.65	93.15
sdd	2.00	0.00	1353.00	0.00	35.65	0.00	53.96	2.06	1.52	1.52	0.00	0.54	73.65
sdf	2.00	0.00	1440.00	0.00	38.15	0.00	54.26	3.11	2.35	2.35	0.00	0.56	81.05
sdg	1.00	0.00	1426.00	0.00	35.74	0.00	51.32	2.56	1.79	1.79	0.00	0.53	75.85
sdh	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sdj	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sdh	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sdb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sdk	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

# 最终结果

- 在review代码时发现的其他优化点：
  - TransportClient 连接方式改为 NodeClient方式，可减少一次网络连接开销，QPS提升至4.02w/s，约18%
  - 排序优化：默认scroll排序优化为使用 \_doc排序，依赖于Lucene内部id排序，QPS提升至4.81w/s，约20%

# 继续优化的空间

- Elasticsearch 版本升级到5.x或6.x ，同步升级JDK到8或9 ，升级Lucene 6
  - 可以使用 Sliced Scroll 增加并发；可以使用 profile API；可以使用 shrink API 收缩shard数
  - 可以使用 reindex 命令；原生的RestClient ；Ingest Node & Pipeline ；String -> text & keyword
  - 无缝滚动升级，提供迁移助手，支持序列ID，支持排序索引
- 资源允许时升级为SSD盘
- 期间的无效尝试
  - 调大es的search线程数和队列数，无显著差别
  - 对于and条件检索，分别对比TermQuery或BoolQuery，无显著差别
  - 每次检索返回数据量500,1000,2000,5000，速度无显著差别
  - 添加副本数，无显著差别（本案例中每个主分片独占一块磁盘，所以只能提升可靠性，无法提高读取性能，而且会降低写入速度）

# 性能问题参考 Qbox官博系列文章

## How to Maximize Elasticsearch Indexing Performance

- <https://qbox.io/blog/maximize-guide-elasticsearch-indexing-performance-part-1>
- <https://qbox.io/blog/maximize-guide-elasticsearch-indexing-performance-part-2>
- <https://qbox.io/blog/maximize-guide-elasticsearch-indexing-performance-part-3>

## The Authoritative Guide to Elasticsearch Performance Tuning

- <https://qbox.io/blog/authoritative-guide-elasticsearch-performance-tuning-part-1>
- <https://qbox.io/blog/elasticsearch-performance-tuning-part-2-zen>
- <https://qbox.io/blog/maximize-guide-elasticsearch-indexing-performance-part-3>

## The Authoritative Guide to Elasticsearch Search Tuning

- <https://qbox.io/blog/elasticsearch-search-tuning-5-0-ultimate-guide>
- <https://qbox.io/blog/elasticsearch-search-tuning-part-2>
- <https://qbox.io/blog/authoritative-elasticsearch-search-tuning-part-3>



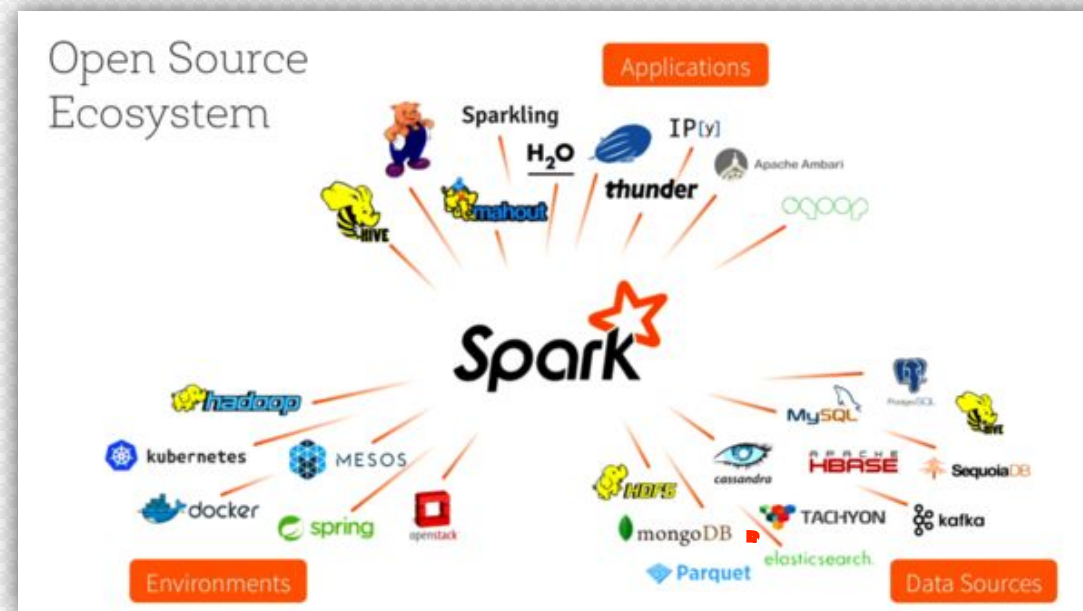
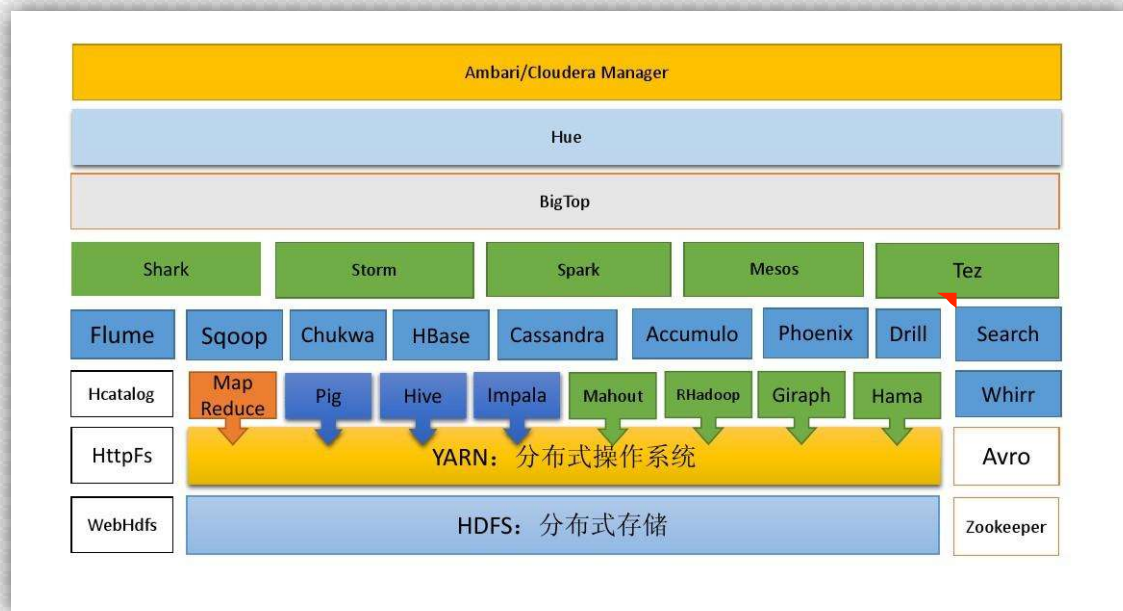
# 关于数据的存储、索引、检索与可视化

- 存储
- 索引
- 检索
- 可视化
  
- 与大数据、人工智能的关系？

# 4



# 大数据Hadoop生态圈



# BIG DATA LANDSCAPE 2017



elastic  
中文社区

IT大咖说  
知识共享平台

### INFRASTRUCTURE

**HADOOP ON-PREMISE**  
cloudera Hortonworks  
MAPR Pivotal  
IBM InfoSphere  
bluedata jethro

**HADOOP IN THE CLOUD**  
amazon AWS Microsoft Azure  
Google Cloud Platform  
IBM InfoSphere  
treasure DATA  
Duoble altiscale  
CAZENA CenturyLink

**STREAMING**  
amazon AWS databricks  
confluent  
METAMARKETS  
GridGain  
dataArtisans  
DATATORRENT

**NOSQL DATABASES**  
Google Cloud Platform  
ORACLE  
Microsoft Azure MarkLogic  
mongoDB DATASTRX  
CEROSPIKE Couchbase  
redislabs Influxdata

**NEWSQL DATABASES**  
SAP HANA Clustrix  
Pivotal nuodb  
Cockroach LABS  
mемsqL splice  
MariaDB VOLTDB  
citusdata Trafion  
despodb paradigm4

**GRAPH DBS**  
neo4j  
IBM ORACLE  
InfraGraph  
Objectivity

**MPP DBS**  
TERADATA  
VERTICA  
NETEZZA  
CUBION  
kognitio  
EXASOL  
dremio

**CLOUD EDW**  
amazon AWS  
Google Cloud Platform  
Microsoft Azure  
Pivotal  
snowflake  
Infoworks

**DATA TRANSFORMATION**  
talend pentaho  
alteryx TRIFACTA  
tamt PAXATA  
StreamSets

**DATA INTEGRATION**  
informatica  
MuleSoft  
segment TEALiUM  
podium data  
xplenty import  
Stitch

**DATA GOVERNANCE**  
informatica  
IBM  
skyhigh  
collibra  
Alation

**MGMT / MONITORING**  
amazon AWS New Relic  
APPDYNAMICS actifio  
WAVEFRONT  
datadog unravel  
splunk  
Anodot  
Trocana Numentary

**STORAGE**  
amazon AWS  
Google Cloud Platform  
ALLUXIO  
nimblestorage  
COHO  
panasas

**CLUSTER SERVICES**  
amazon AWS  
kubernetes  
docker  
MESOSPHERE  
Core OS  
pepperdata  
CASK

**APP DEV**  
Lightbend  
KADO  
rainforest  
CASK

**CROWDSOURCING**  
amazon AWS  
upwork  
WorkFusion  
CrowdPower

**HARDWARE**  
Google TPU ARM  
nervana SYSTEMS Graphcore  
MYTHIC  
nVIDIA  
Movidius  
SCORTEX

### ANALYTICS

**DATA ANALYST PLATFORMS**  
Microsoft pentaho alteryx  
Digital Reasoning  
guAVUUS AYASDI  
WATTIVO Datameer Quid  
ClearStory OrigamiLogic inter|ana  
Bottlenose ARIMO ENDOR MODE

**DATA SCIENCE PLATFORMS**  
IBM KNIME dataiku  
DOMINO yhat  
CONTINUUM ANALYTICS  
Alpine  
ANGOSS

**BI PLATFORMS**  
Microsoft  
amazon AWS  
DOMO  
Wave Analytics  
ARCADA DATA  
atScale  
GoodData  
SIBSENSE

**VISUALIZATION**  
+bleeu  
Google Cloud Platform  
Qlik looker  
CELONIS  
Periscope  
CHARTIO  
ZEPH  
plotly

**VERTICAL ANALYTICS**  
PREDEX  
CAPE  
UPTAKE  
Orbit Insight  
TACHYUS  
datorama

**STATISTICAL COMPUTING**  
sas  
SPSS  
MATLAB

**DATA SERVICES**  
Palantir  
DATA SCIENCE  
kaggle  
DataKind  
EXL  
ff

**MACHINE LEARNING**  
amazon AWS  
Google Cloud Platform  
H2O  
DataRobot  
context relevant  
VIZENZ SKYFREE  
bonsai  
deepense  
Lionian

**HORIZONTAL AI**  
IBM Watson Cortana  
Face++ 乐视 sentient  
Voyager  
clarifai  
Affectiva  
CogniSense  
PETUUM  
OSARO  
CURIOUS AI  
BLUE VISION

**SPEECH & NLP**  
Google Cloud Platform  
amazon AWS  
NarrativeScience  
semantic machines  
Wolfram Alpha  
MindMeid  
ARRIA  
IDIBON  
mulluho snips  
Gridspace  
ysep

**SEARCH**  
elastic  
Autonomy  
EXALEND  
ORACLE  
ENDECA  
ThoughtSpot  
Lucidworks  
swiftype MAANA  
alphasense  
Searchkick SINEOIA

**LOG ANALYTICS**  
splunk  
sumologic  
loggly  
kibana  
logz.io

**SOCIAL ANALYTICS**  
Hootsuite  
NETBASE  
DATASIFT  
synthesi  
simplereach  
bitly predata

**WEB / MOBILE / COMMERCE ANALYTICS**  
Google Analytics  
mixpanel  
sumall  
retention  
SIGOPT  
granify custora

### APPLICATIONS - EN

**SALES**  
einstein CHORUS  
INSIDESALES.COM  
conversica  
clari AVISO TACT  
fuse|machines TROOPS

**MARKETING - B2B**  
RADIUS App Annie  
EVERSTRING Lattice  
infer MINTIGO  
sense tubular  
DataFox ENGAGIO

**MAI**  
Zeta bloomreach  
blueyonder persado  
kahuna ACTIONIQ  
SAILTHRU BLUECORE  
mparticle Ampero

**SECURITY**  
TANIUM  
CYLANCE StackPath  
DARKTRACE  
illumio CODE42  
DataGravity  
VECTRA  
CyberCloud  
Guardian  
cyberason  
ANOMALI  
sift science  
SINIFYD  
SentinelOne  
Recorded Future  
SecurityScorecard  
BlueTalon  
Clara talla  
Recorded Future  
feedzai  
agril  
secure AREA1  
FORTSALES  
Keybase  
sparkognition

### APPLICATIONS - INDUSTRY

**ADVERTISING**  
AppNexus  
criteo  
xAd  
rocketfuel  
theTradeDesk  
OpenX  
MOAT  
dstillery  
drawbridge  
Livelihood  
TAPPAD  
DataXu  
gumgum  
Oppier  
DYNAMIC YIELD  
databerries

**EDUCATION**  
KNEWTON  
Clever  
Clarora  
kidaptive  
PANORAMA  
EN  
FiscalNote  
OpenDataSoft

**GOVERNMENT**  
Socrata  
OPENGOV  
mark43  
enigma  
FNI  
FiscalNote  
OpenDataSoft

**FINANCE - LENDING**  
Affirm  
Kreditech  
AVANT  
INSIKT  
TALA  
MoneyLion  
TrueAccord  
trooly  
aire  
ActLive.AI

**FINANCE - INVESTING**  
Dataminr  
KENSHC  
Quantopian  
NUMERA  
ISENTIUM  
claritymoney  
ALGORIZ

**REAL ESTATE**  
Opendoor  
VTS  
CREDITFI  
reonomy  
COMPSTAK

**INSURANCE**  
Metromile  
Jetonade  
CYENCE  
Shift Technology  
TractableT

**HEALTHCARE**  
FLATIRON  
HealthTap  
Gingerio  
Glow  
COTA  
AICure  
imago  
Kang Health  
KRYUUS  
METABIOTA  
ZEPHYR  
HEALTHTECH  
CLEAR PATH  
pilot.ai  
PTIMUS  
nEXAR  
comm.a.ai  
Civil Maps

**LIFE SCIENCES**  
23andMe  
color  
zymergen  
BenevolentAI  
ZEPHYR  
HEALTHTECH  
CLEAR PATH  
pilot.ai  
PTIMUS  
nEXAR  
comm.a.ai  
Civil Maps

**TRANSPORTATION**  
UBER  
TESLA  
CLEARPATH  
drive.ai  
PTIMUS  
nEXAR  
comm.a.ai  
Civil Maps

**AGRICULTURE**  
FARMERS EDGE  
FarmLogs  
BLUE RIVER  
mavrx  
terrova  
prospera

**COMMERCE**  
instacart  
STITCH FIX  
RetailNext  
HowGood

**OTHER**  
eHarmony  
stern  
rethink  
robotics  
BRIGHT MACHINE  
happen  
BOXEVER  
select  
VERIGRIS  
duetto  
Unbabel  
Second Spectrum  
skeddeck

### CROSS-INFRASTRUCTURE/ANALYTICS

amazon AWS Google Cloud Platform Microsoft IBM SAP Hewlett Packard Enterprise SAS data vmware TIBCO TERADATA ORACLE NetApp

### OPEN SOURCE

**FRAMEWORK**  
Hadoop HIRTS  
Hadoop HIRTS  
Flink  
YARN  
Spark  
MESOS  
CDAP

**QUERY / DATA FLOW**  
Spark SQL  
presto  
SLAMDATA  
APACHE DRILL  
Google Cloud Dataflow

**DATA ACCESS**  
nifi mongoDB  
cassandra  
CouchDB  
OPEN TOOLS  
riak  
HBASE  
Spanner  
accumulo

**COORDINATION**  
talend  
Apache Zookeeper  
Apache Ambari

**STREAMING**  
Spark  
Flink  
kafka  
druid  
STORM

**STAT TOOLS**  
Scalalab  
Numpy  
SciPy

**AI / MACHINE LEARNING / DEEP LEARNING**  
theano  
Caffe  
TensorFlow  
Apache SINGA  
OpenFl  
neon  
FeatureFu  
DSSTNE  
mlib  
DL4J  
DEEPLARNING4J

**SEARCH**  
elasticsearch  
Solr  
Lucene

**LOG ANALYSIS**  
elasticsearch  
kibana  
logstash

**VISUALIZATION**  
BEAKER  
Rodeo

**COLLABORATION**  
jupyter  
Zeppelin  
ANACONDA

**SECURITY**  
Apache Ranger  
KNOX  
Sentry

### DATA SOURCES & APIS

**HEALTH**  
JAWBONE  
VALIDIC  
practicefusion  
fitbit GARMIN  
Human API  
kinsa

**IOT**  
GE Digital  
UPTAKE  
ThingWorx  
helium  
samsara  
augury  
estimo

**FINANCIAL & ECONOMIC DATA**  
Bloomberg THOMSON REUTERS  
DOW JONES  
S&P CAPITAL IQ  
CBNSIGHTS  
xignite  
quandl  
YODLEE  
PREMISE  
estimote  
SECOND MEASURE  
Eagle Alpha  
StockTwits  
PLAID  
mattermark

**AIR / SPACE / SEA**  
PLANET Labs  
Airware  
SKYCATCH  
AEROBOTICS  
spire  
Descartes Labs  
WINWARD  
TELLUSLABS  
DroneDeploy  
Mapbox

**PEOPLE / ENTITIES**  
axiom  
Experian  
EPSILON  
InsideView  
Crimson Hexagon  
SAFEGRAPH  
BASIS

**LOCATION INTELLIGENCE**  
foursquare  
Mapyng  
Sense360  
PlaceIQ  
esri  
factual  
CARTO  
Mapillary  
STREETLINE  
MAPBOX

**OTHER**  
qualtrics  
DATA.GOV  
data.world  
panjiva

### DATA RESOURCES

**INCUBATORS & SCHOOLS**  
PLURALSIGHT  
DataCamp  
DataElite  
INSIGHT  
The Data Incubator  
METIS

**RESEARCH**  
facebook research  
OpenAI  
MIRI  
CSAIL  
MIT  
AI2  
ALLEN INSTITUTE  
for ARTIFICIAL INTELLIGENCE



Flink	Open Source	Streaming
Kafka	Open Source	Streaming
Spark	Open Source	Streaming
Storm	Open Source	Streaming
NumPy	Open Source	Stat Tools
R	Open Source	Stat Tools
ScalaLab	Open Source	Stat Tools
SciPy	Open Source	Stat Tools
Knox	Open Source	Security
Ranger	Open Source	Security
Sentry	Open Source	Security
ElasticSearch	Open Source	Search
Lucene	Open Source	Search
Solr	Open Source	Search
Drill	Open Source	Query/Data Flow
Google Cloud DataFlow	Open Source	Query/Data Flow
HIVE	Open Source	Query/Data Flow
PIG	Open Source	Query/Data Flow
Presto	Open Source	Query/Data Flow
SlamData	Open Source	Query/Data Flow
Spark SQL	Open Source	Query/Data Flow
Elasticsearch	Open Source	Log Analysis
Kibana	Open Source	Log Analysis
Logstash	Open Source	Log Analysis
CDAP	Open Source	Framework
Flink	Open Source	Framework
HDFS	Open Source	Framework

# 存储

- RDBMS
  - MySQL、PostgreSQL
- NoSQL
  - Key-Value : Riak、Redis、Memcached、Amazon DynamoDB
  - Document Oriented : MongoDB、CouchDB、RavenDB
  - Wide Column Store : Cassandra、HBase
  - Graph Oriented : Neo4J、Infinite Graph、OrientDB
- NewSQL
  - Clustrix、GenieDB、ScalArc、Schooner、VoltDB、RethinkDB、ScaleDB、Akiban、CodeFutures、ScaleBase、Translattice、NimbusDB、Drizzle

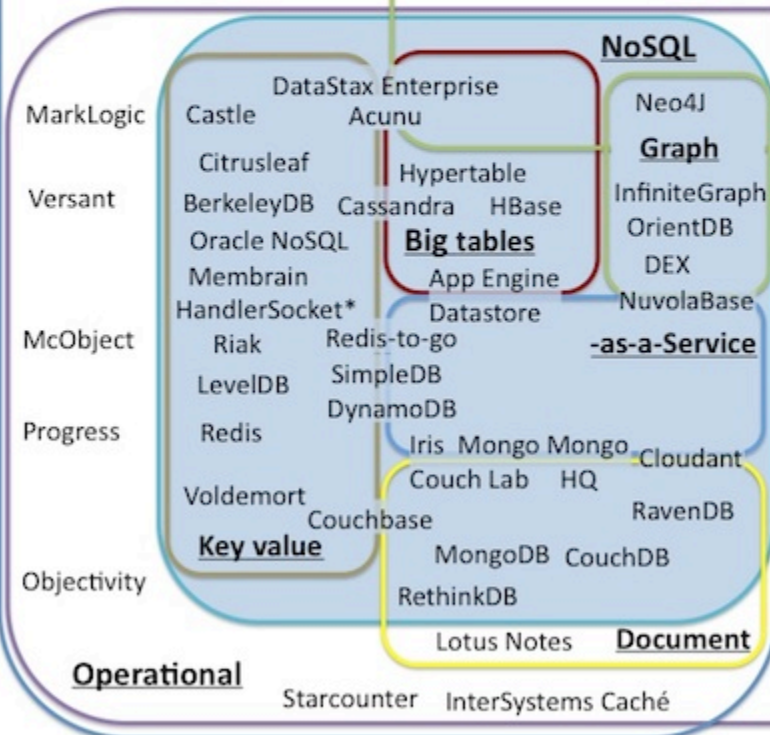




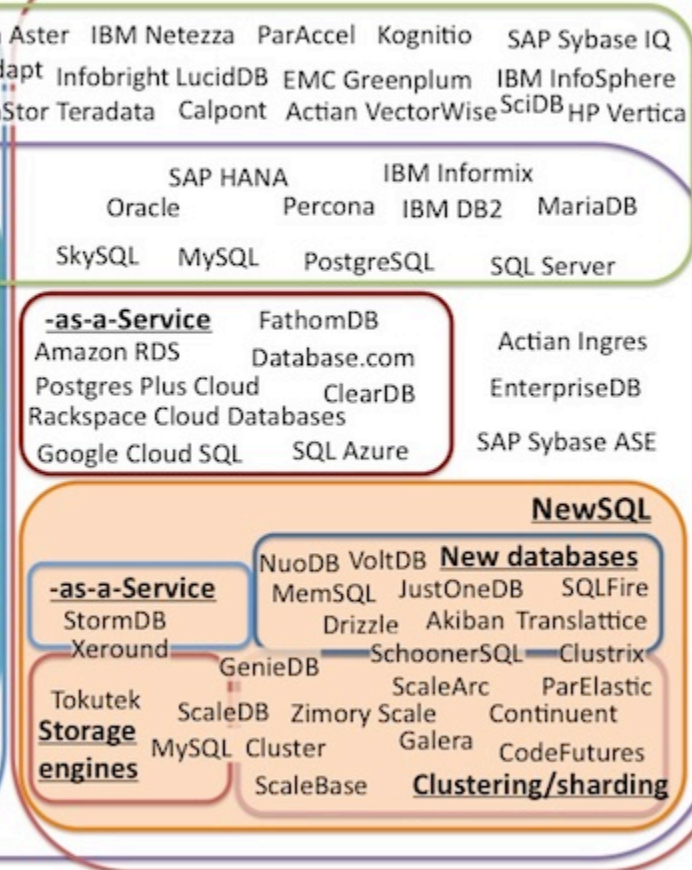
# The evolving database landscape

451 Research

## Non-relational



## Relational



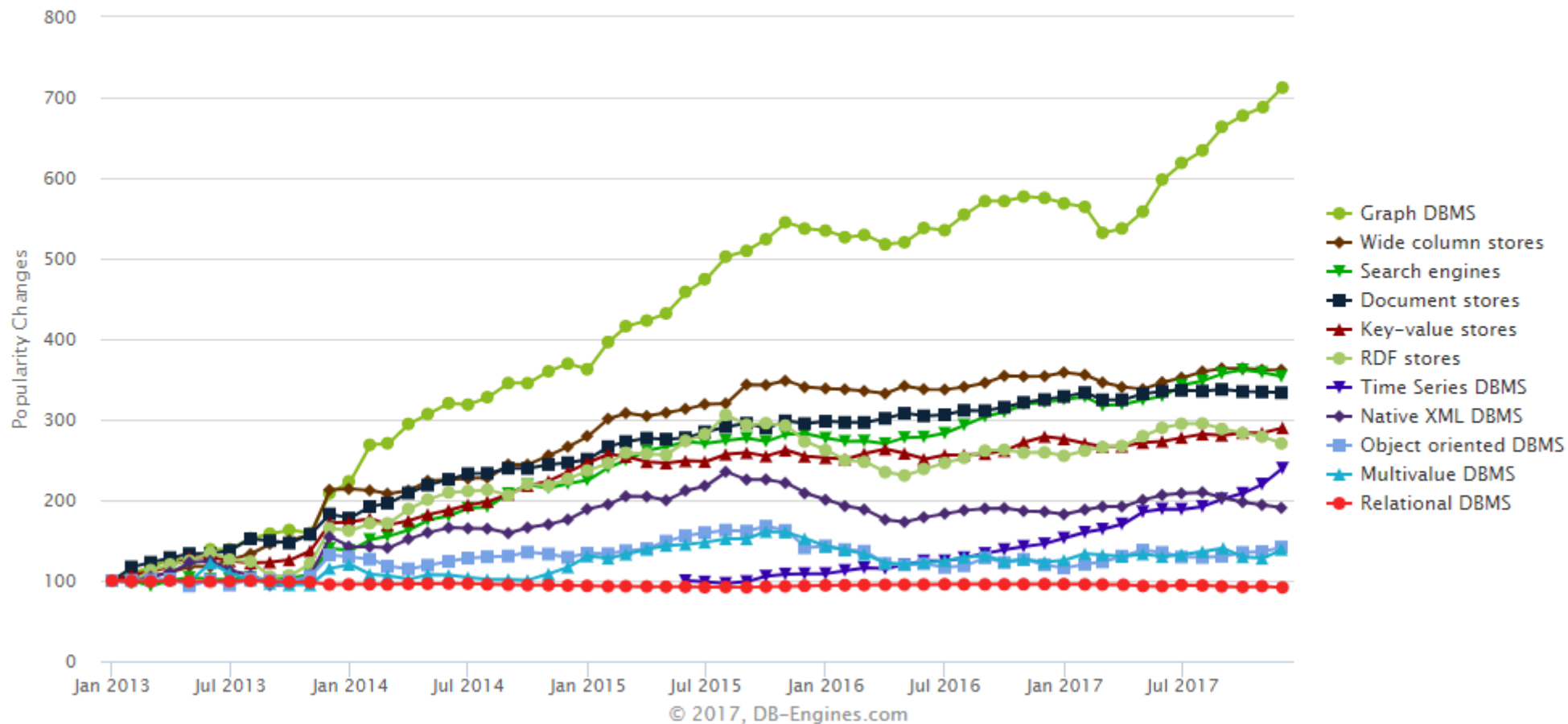
© 2012 by The 451 Group. All rights reserved



Rank			DBMS	Database Model	Score		
Dec 2017	Nov 2017	Dec 2016			Dec 2017	Nov 2017	Dec 2016
1.	1.	1.	Oracle	Relational DBMS	1341.54	-18.51	-62.00
2.	2.	2.	MySQL	Relational DBMS	1318.07	-3.96	-56.34
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server	Relational DBMS	1172.48	-42.59	-54.17
4.	4.	4.	PostgreSQL	Relational DBMS	385.43	+5.51	+55.41
5.	5.	5.	MongoDB	Document store	330.77	+0.29	+2.09
6.	6.	6.	DB2	Relational DBMS	189.58	-4.48	+5.24
7.	7.	8.	Microsoft Access	Relational DBMS	125.88	-7.43	+1.18
8.	9.	9.	Redis	Key-value store	123.24	+2.05	+3.34
9.	8.	7.	Cassandra	Wide column store	123.21	-1.00	-11.07
10.	10.	11.	Elasticsearch	Search engine	119.78	+0.37	+16.51
11.	11.	10.	SQLite	Relational DBMS	115.19	+2.44	+4.36
12.	12.	12.	Teradata	Relational DBMS	74.74	-3.49	+1.37
13.	13.	14.	Solr	Search engine	66.30	-2.86	-2.70
14.	14.	13.	SAP Adaptive Server	Relational DBMS	65.68	-1.35	-4.74
15.	15.	16.	Splunk	Search engine	63.79	-1.08	+8.87
16.	16.	15.	HBase	Wide column store	63.41	-0.15	+4.79
17.	18.	20.	MariaDB	Relational DBMS	56.73	+1.44	+12.64
18.	17.	17.	FileMaker	Relational DBMS	55.20	-3.64	+1.08
19.	19.	19.	Hive	Relational DBMS	54.67	+1.42	+5.27
20.	20.	18.	SAP HANA	Relational DBMS	46.49	-2.69	-5.28
21.	21.	21.	Neo4j	Graph DBMS	38.73	+0.28	+1.90
22.	22.	22.	Amazon DynamoDB	Document store	36.71	-0.41	+6.70
23.	23.	23.	Couchbase	Document store	31.31	-1.01	+1.58
24.	24.	24.	Memcached	Key-value store	28.43	+0.45	-0.34
25.	25.	25.	Informix	Relational DBMS	27.45	-0.26	+0.38
26.	26.	28.	Microsoft Azure SQL Database	Relational DBMS	21.85	-0.26	+1.02
27.	27.	27.	Vertica	Relational DBMS	20.81	-0.84	-0.28
28.	28.	26.	CouchDB	Document store	20.66	+0.16	-1.69
29.	30.	30.	Firebird	Relational DBMS	17.25	-0.02	+1.57
30.	29.	29.	Netezza	Relational DBMS	17.24	-1.29	-2.19
31.	31.	34.	Impala	Relational DBMS	14.46	+0.61	+4.77
32.	32.	59.	Microsoft Azure Cosmos DB	Multi-model	14.13	+1.10	+10.71

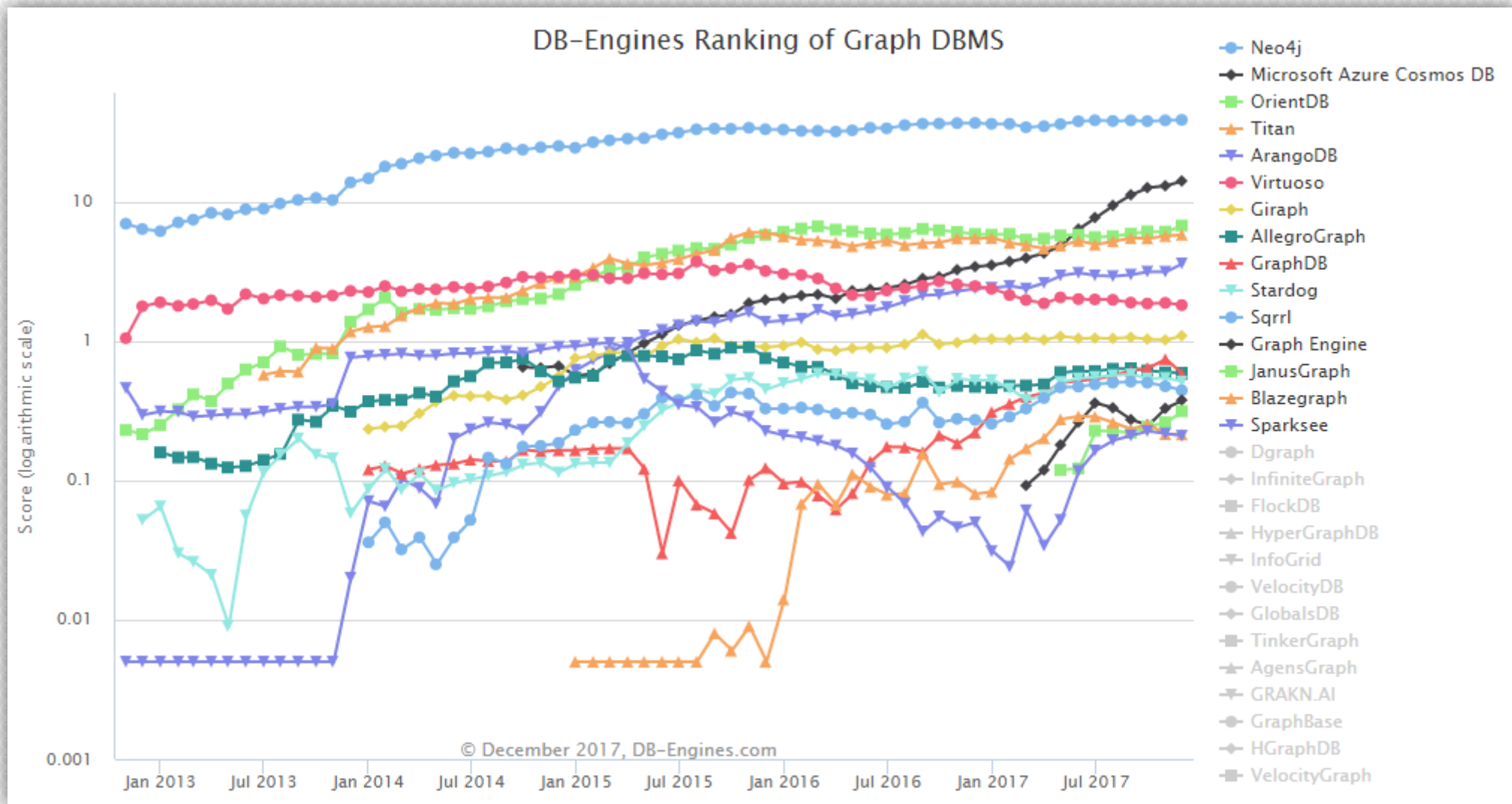
# GraphDB

### Complete trend, starting with January 2013



[https://db-engines.com/en/ranking\\_categories](https://db-engines.com/en/ranking_categories)

# Neo4j



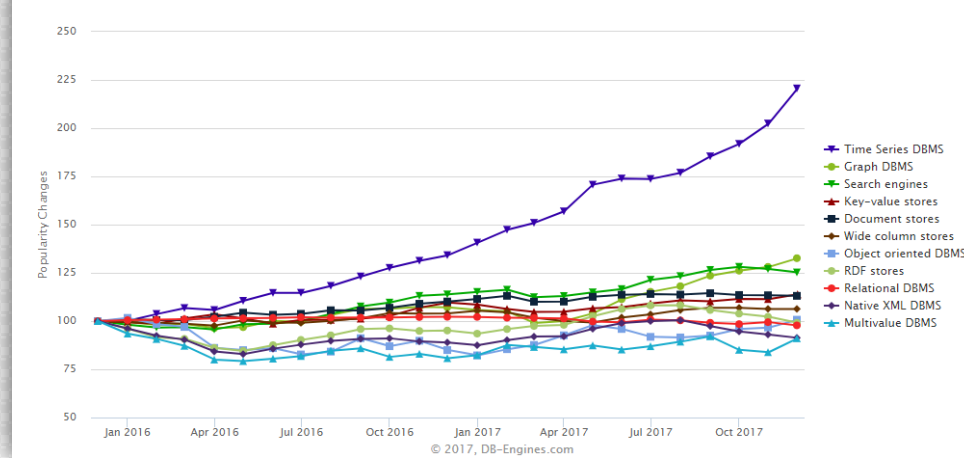


# TSDB

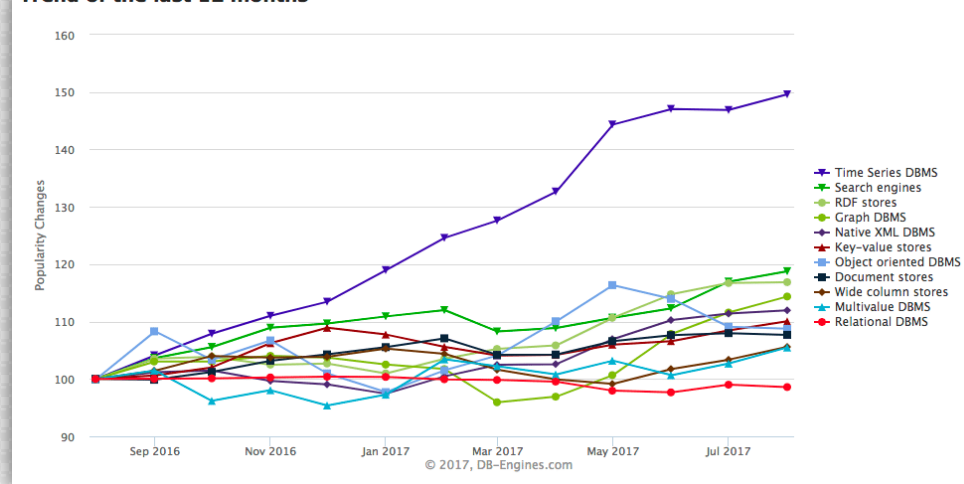
23 systems in ranking, December 2017

Rank			DBMS	Database Model	Score		
Dec 2017	Nov 2017	Dec 2016			Dec 2017	Nov 2017	Dec 2016
1.	1.	1.	InfluxDB	Time Series DBMS	9.87	+0.53	+4.00
2.	4.	5.	Kdb+	Multi-model	3.73	+1.88	+2.52
3.	2.	2.	RRDtool	Time Series DBMS	3.17	-0.03	+0.73
4.	3.	3.	Graphite	Time Series DBMS	2.65	-0.21	+0.75
5.	5.	4.	OpenTSDB	Time Series DBMS	1.99	+0.28	+0.55
6.	6.	6.	Druid	Time Series DBMS	0.96	-0.02	+0.29
7.	7.	7.	Prometheus	Time Series DBMS	0.83	+0.02	+0.48
8.	8.	8.	KairosDB	Time Series DBMS	0.44	-0.02	+0.18
9.	9.	9.	eXtremeDB	Multi-model	0.29	-0.01	+0.10
10.	10.	10.	Riak TS	Time Series DBMS	0.22	+0.01	+0.10
11.	12.	16.	Blueflood	Time Series DBMS	0.16	-0.01	+0.13
12.	11.	19.	Hawkular Metrics	Time Series DBMS	0.15	-0.01	+0.15
13.			TimescaleDB	Time Series DBMS	0.05		
14.	13.	18.	Axibase	Time Series DBMS	0.04	-0.05	+0.04
15.	16.	13.	Warp 10	Time Series DBMS	0.04	-0.01	-0.01
16.	14.	17.	Machbase	Time Series DBMS	0.03	-0.04	+0.02
17.	15.	15.	TempoIQ	Time Series DBMS	0.02	-0.04	-0.00
18.	17.	12.	Heroic	Time Series DBMS	0.00	-0.02	-0.06
18.	18.		IRONdb	Time Series DBMS	0.00	±0.00	
18.	18.	14.	Newts	Time Series DBMS	0.00	±0.00	-0.03
18.	18.		SiriDB	Time Series DBMS	0.00	±0.00	
18.	18.	19.	SiteWhere	Time Series DBMS	0.00	±0.00	±0.00
18.	18.	11.	Yanza	Time Series DBMS	0.00	±0.00	-0.06

Trend of the last 24 months

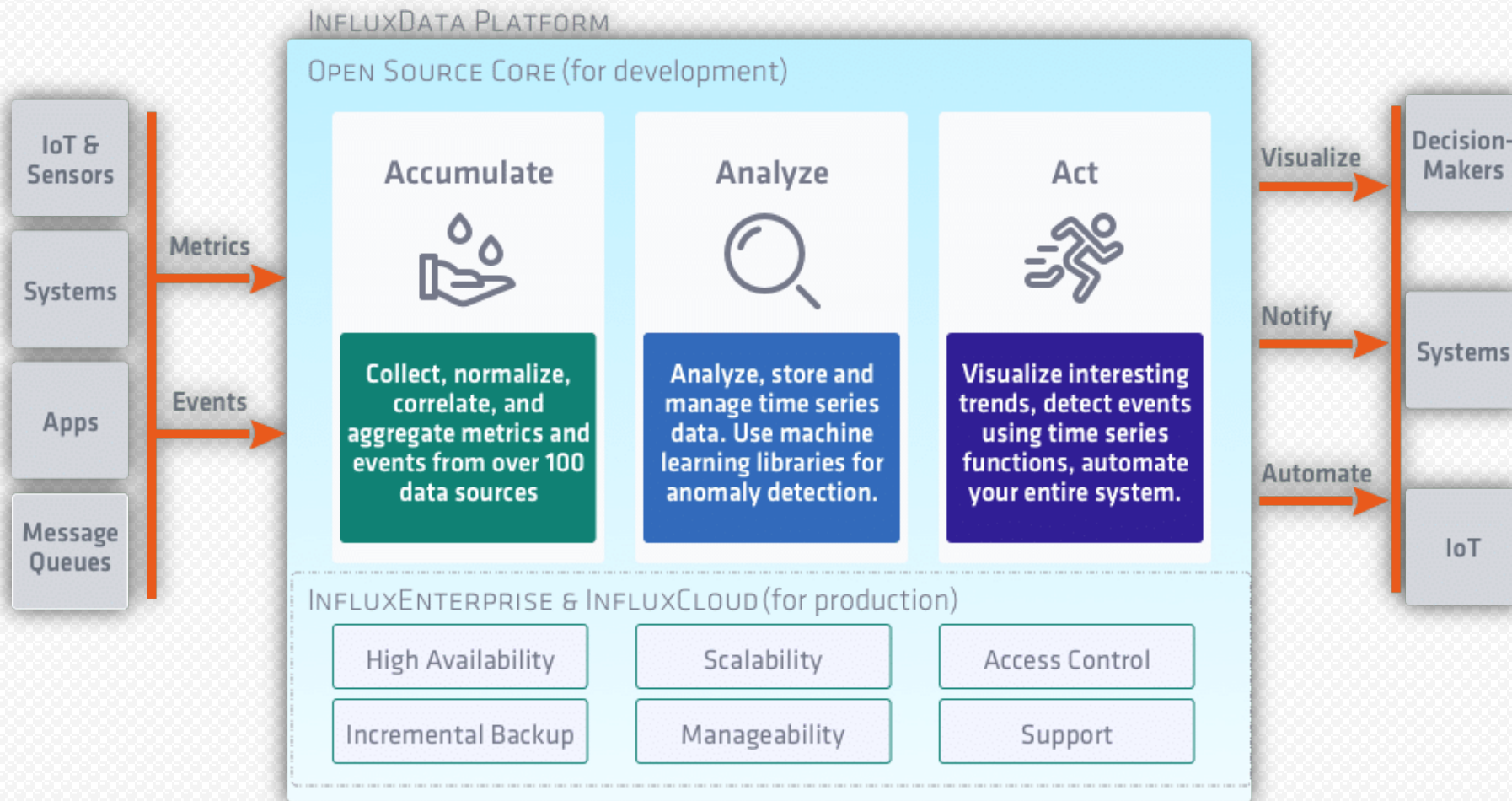


Trend of the last 12 months



# InfluxDB

## TSDB 时序数据库代表



# 典型应用

- 智能搜索
- 知识图谱
- 日志分析



# 索引（一个查找问题）

- B-tree索引（B+tree /平衡树）
- 哈希映射索引 (Hash Bucket)
- BitMap索引
- 机器学习索引
  - 可学习索引框架  
Learning Index Framework, LIF
  - 递归模型索引  
Recursive-Model Indexes, RMI
  - 基于标准误差的搜索策略

## 倒排索引：词典+倒排表

数据结构	优缺点
排序列表	实现简单，但性能差
哈希表	性能高，内存消耗大
跳跃表	占用内存小，且可调，但对模糊查询支持不好
B树	磁盘索引，更新方便，但检索速度慢，数据库应用较多
字典树	查询效率只跟字符串长度有关，但只适合英文词典
双数组字典树	可做中文词典，内存占用小，分词工具应用较多
Finite State Transducers (FST)	共享前缀，内存消耗小，但要求输入有序，更新不易

<http://blog.csdn.net/njpjsoftdev/article/details/540>

Jeff Dean出品：用机器学习索引替代B-Trees，3倍性能提升，10-100倍空间缩小  
<http://mp.weixin.qq.com/s/MpuUdZi8CWcu0b-ij-bHjA>

# 检索

- 查询理解
  - 分析
  - 重写
  - 意图识别
- 召回
  - 相关性 TF-IDF BM25
  - 重要性/质量度
- 排序/重排序
- 效果评估

如何做好搜索？  
每天坚持分析Bad Case！

# 可视化

- Kibana – ELK
- Grafana ( JavaScript语言 )
  - + collectd ( C语言 ) ; 可选替代 Metrics ( Java语言 ) <http://metrics.dropwizard.io>
  - + InfluxDB ( GO语言 )
  - collectd/Metrics + InfluxDB + Grafana = CIG/MIG ?
- ECharts/D3.js – 画个图 ?



# 可视化 Circos

<http://circos.ca> 以圆形风格见长的开源数据可视化工具，Perl语言编写，主要用于基因组领域，正在更多地应用到其他领域的关系型数据可视化。



# 也谈AI：LTR与NLP应用现状及未来

- LTR
  - 机器学习排序
- NLP
  - 搜索引擎与NLP
  - DL与NLP
  - 知识表示、知识库、知识图谱

# 5



# AI、ML、DL、IR、NLP

人工智能概述：七大目标，三大阶段，三大类型

NLP、人工智能、机器学习、深度学习、神经网络之间的区别与联系

NLP与文本挖掘（或文本分析）之间的不同

大数据中的NLP

什么是聊天机器人

NLP中为什么需要深度学习

日志分析与日志挖掘中的NLP

深度自然语言处理








NLP的其他典型应用领域：自动摘要 情感分析 信息提取 文本分类

一篇入门好文：

人工智能与自然语言处理概述：AI三大阶段、NLP关键应用领域 <http://36kr.com/p/5074076.html>

英文原文 <https://www.xenonstack.com/blog/overview-of-artificial-intelligence-and-role-of-natural-language-processing-in-big-data>

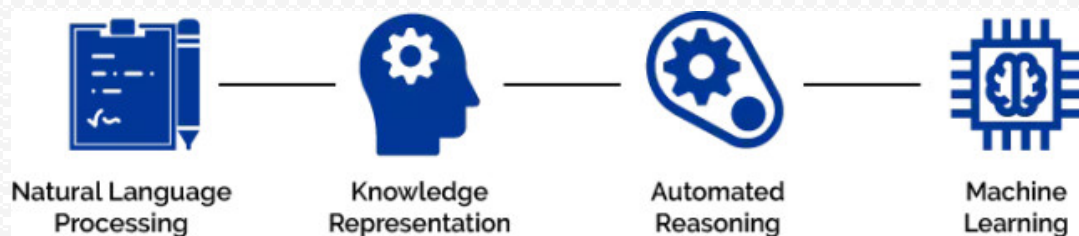
## Goals of Artificial Intelligence

-  Reasoning
-  Automated Learning & Scheduling
-  Machine Learning
-  Natural Language Processing
-  Computer Vision
-  Robotics
-  General Intelligence

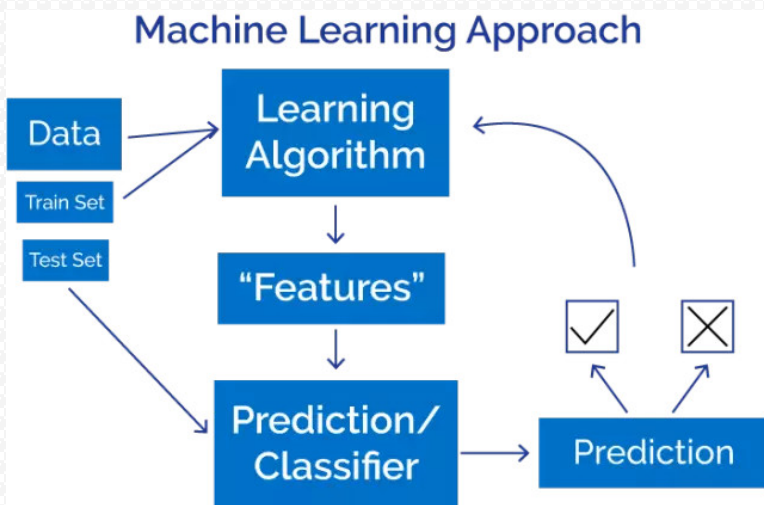
- 三大阶段  
机器学习；机器智能；机器意识
- 三大类型  
ANI（狭义人工智能）；AGI（通用人工智能）；ASI（强人工智能）

# AI、ML、DL、IR、NLP

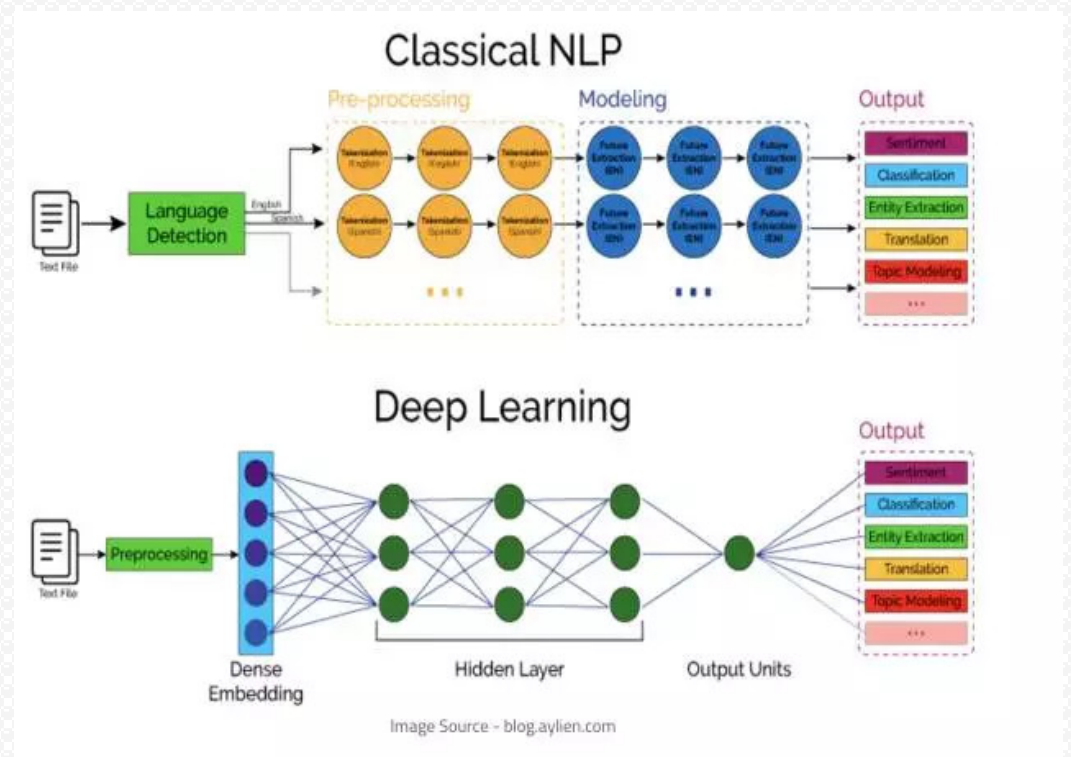
## 什么使得系统智能化？



## 典型机器学习过程



## 传统NLP vs 深度学习





# NLP

- 自然语言处理
  - 分析
  - 理解
  - 生成
- 任务类型
  - 分类
  - 匹配
  - 翻译
  - 结构化预测
  - 序贯决策过程

Task	Description	Model	Applications
Classification	assign a label to a string	$s \rightarrow c$ $s$ : string, $c$ : label	text classification, sentiment analysis
Matching	matching two strings	$s, t \rightarrow \mathcal{R}^+$ $s$ : string, $t$ : string $\mathcal{R}^+$ : non - negative real values	search, question answering, single turn dialogue (retrieval based)
Translation	transform one string to another	$s \rightarrow t$ $s$ : string, $t$ : string	machine translation, automatic speech recognition, single turn dialogue (generation based)
structured prediction	map a string to a structure	$s \rightarrow [s]$ $s$ : string, $[s]$ : structure	named entity recognition,  word segmentation,  part-of-speech tagging,  dependency parsing,  semantic parsing
sequential decision process	take actions in states in dynamically changing environment	$\pi : s \rightarrow a$ $\pi$ : policy, $s$ : state, $a$ : action	multi-turn dialogue

# 典型应用：Learning to Rank

- es-ltr By OpenSource Connections

<https://github.com/o19s/elasticsearch-learning-to-rank>

- 在Elasticsearch中应用机器学习排序LTR

<http://www.infoq.com/cn/articles/we-are-bringing-learning-to-rank-to-elasticsearch>

- 认识机器学习排序LTR

<http://www.infoq.com/cn/articles/machine-learning-sequencing-ltr>

- 机器学习排序LTR入门——线性模型

<http://www.infoq.com/cn/news/2017/10/Machine-learn-LTR-linear-model>

# 典型应用：Elastic X-Pack Machine Learning



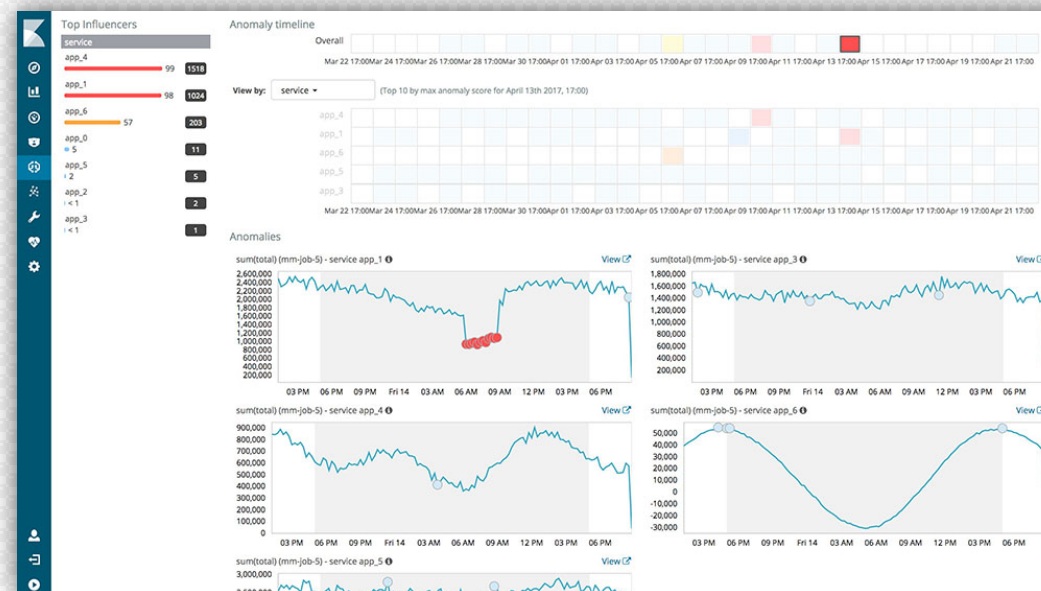
**IT 运维:** 发现应用请求数量异常降低, 然后深入探究导致异常的问题服务器。



**安全性分析:** 发现异常网络活动或用户行为, 趁攻击者制造破坏之前准确地定位攻击者。



**业务分析:** 如果您的电子商务网站中废弃购物车异常增多, 则会给您发出通知。



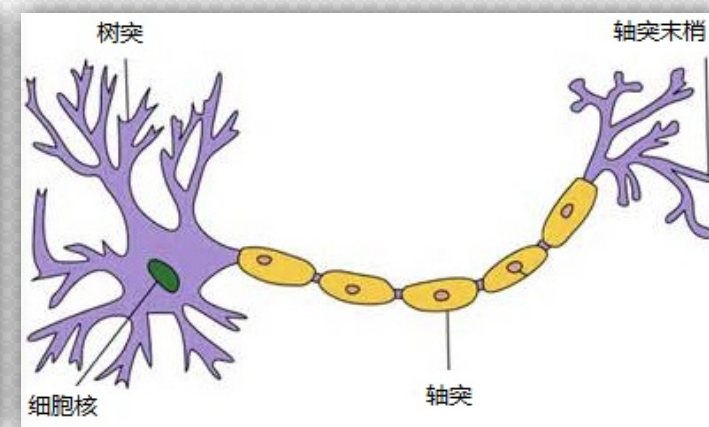
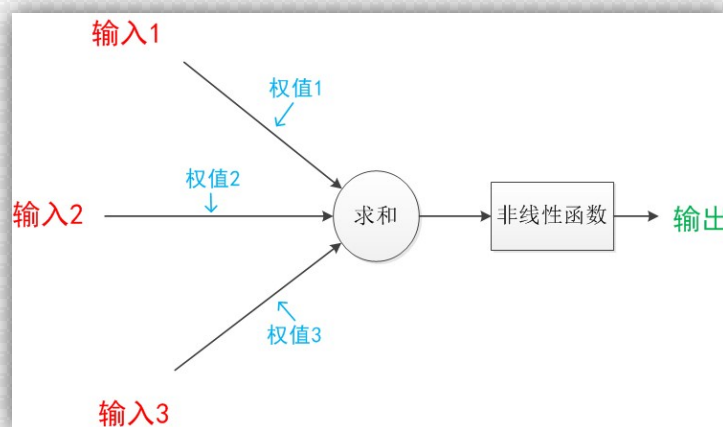


# DL在NLP领域的应用

- RNN – LSTM – seq2seq  
Encoder-Decoder , Attention Mechanism

- 应用领域

- 机器翻译
- 智能对话与问答
- 自动编码与分类器训练





# Chatbot

- 意图分类 Intent Classification
- 实体提取 Entity Extraction
- Word Embedding : word2vec





# 知识图谱

- 智能搜索/语义搜索
- 查询理解
- 知识问答
- 反欺诈，不一致性验证
- 异常分析

27 systems in ranking, December 2017

Rank			DBMS	Database Model	Score		
Dec 2017	Nov 2017	Dec 2016			Dec 2017	Nov 2017	Dec 2016
1.	1.	1.	Neo4j	Graph DBMS	38.73	+0.28	+1.90
2.	2.	4.	Microsoft Azure Cosmos DB	Multi-model	14.13	+1.10	+10.71
3.	3.	2.	OrientDB	Multi-model	6.75	+0.65	+0.88
4.	4.	3.	Titan	Graph DBMS	5.81	+0.13	+0.35
5.	5.	6.	ArangoDB	Multi-model	3.61	+0.47	+1.22
6.	6.	5.	Virtuoso	Multi-model	1.81	-0.07	-0.67
7.	7.	7.	Giraph	Graph DBMS	1.09	+0.07	+0.06
8.	9.	9.	AllegroGraph	Multi-model	0.59	-0.00	+0.12
9.	8.	11.	GraphDB	Multi-model	0.58	-0.17	+0.36
10.	10.	8.	Stardog	Multi-model	0.51	-0.03	-0.01

<https://db-engines.com/en/ranking/graph+dbms>



# 知识图谱

- Google : 2012年收购MetaWeb , 推出Knowledge Graph、语音搜索、Google Now
- 百度搜索 : 2013年上线 百度知心 ( <http://tupu.baidu.com> )
- 搜狗搜索 : 2012年11月上线 知立方
- Facebook : 2013年 Graph Search
- 微软Bing : 2013年 Satori

《Introducing the Knowledge Graph: Things, Not Strings》

“The world is not made of strings, but is made of things”

~ 5亿+实体 35亿条事实 ( 实体-属性-值 , 实体-关系-实体 )

Amit Singhal



AT&T – Google - Uber

# 搜索的未来

多模式、多媒介、个性化、基于位置、社交关系、跨语言、上下文



Marissa Mayer

## 人机交互方式的改变



搜狗 王小川



# 个人观点

一切并非偶然

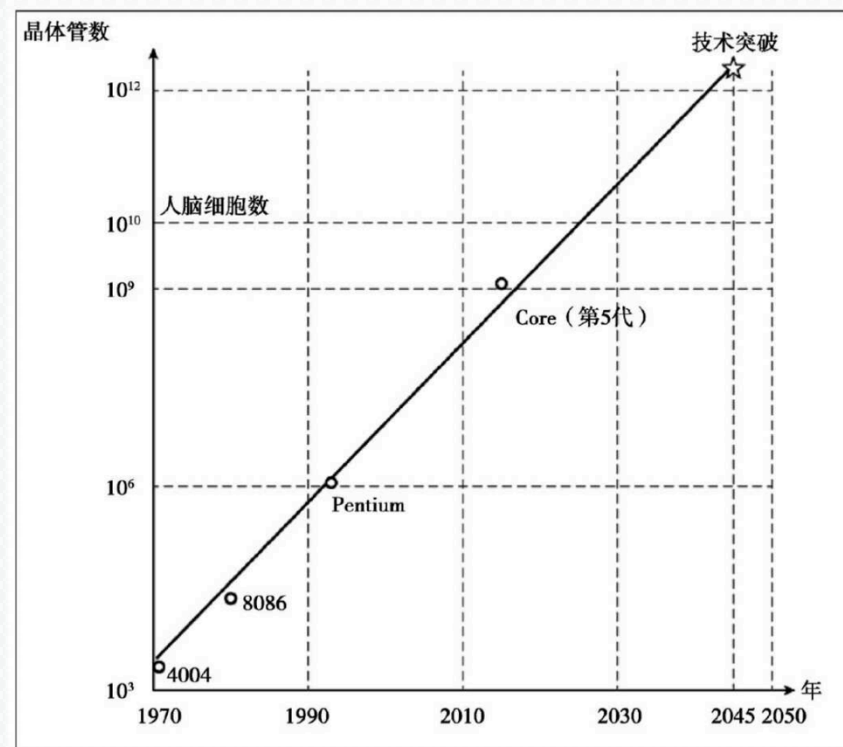
2007年，我在做基因序列数据的搜索

2017年，我在做移动互联网数据的搜索

神经网络就是算法界的“仿生学”应用！

NLP领域有不少的开源项目来自计算生物学家的贡献

DNA计算




# 2045

<http://2045.com>



## 2045 AVATAR PROJECT MILESTONES

STRATEGIC SOCIAL INITIATIVE

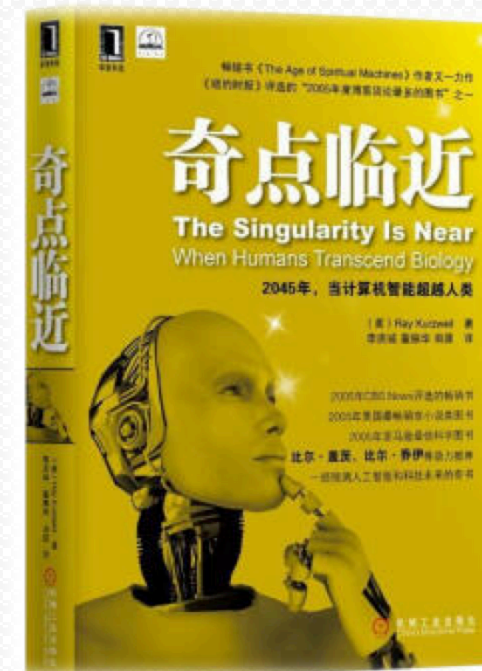


- Avatar D** 2040 - 2045  
A hologram-like avatar
- Avatar C** 2030 - 2035  
An Avatar with an artificial brain in which a human personality is transferred at the end of one's life
- Avatar B** 2020 - 2025  
An Avatar in which a human brain is transplanted at the end of one's life
- Avatar A** 2015 - 2020  
A robotic copy of a human body remotely controlled via BCI

2045.COM

# 推荐书籍

- 《数学之美》第二版 吴军 著
- 《The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology》  
Ray Kurzweil 著 中文版：《奇点临近》李庆诚 董振华 田源 译
- 《The Evolution of Everything: How New Idea Emerge》  
Matt Ridley 著 中文版：《自上而下》阎佳 译





Q & A