

Moderní trendy (12)

Relační databáze

- data model: instance → databáze → tabulka → řádka
- např. Oracle Database, Microsoft SQL Server, MySQL, PostgreSQL,...
- **dotazovací jazyky** - real-world – SQL; formální – relační algebra)
- **dotazovací vzory**
 - o selekce dle podmínek, projekce, joiny, agregace, derivace nových hodnot, rekurze,...

Normální formy

- **model** – funkční závislosti; 1NF, 2NF, 3NF, BCNF
- **cíl** – normalizace DB schémat do NF (pomocí dekompozice či syntézy)
- **motivace** – snížení redundance dat, zabránění anomáliím
- **ale...** - data jsou roztržena v malých kouscích, které musí být při dotazování spojeny

Transakce

- **model** – transakce = sekvence DB operací READ, WRITE, COMMIT, ABORT
- **cíl** – vynucení ACID, efektivní paralelní/konkurentní provedení

Big data

- nemá standardní definici
- **Informace o velkém objemu, rychlosti (generace) a/nebo velké rozmanitosti, které vyžadují nový způsob zpracování, aby umožnily lepší rozhodování, objevování a optimalizaci.**
- zdroje big data:
 - o **sociální sítě** (všichni generujeme data)
 - o **vědecké nástroje** (sbírání všech druhů dat)
 - o **mobilní zařízení** (neustálé sledování všeho)
 - o **sensory a sítě** (měření všeho možného)
- základní čtyři V:
 - o **Volume (objem)**
 - objem dat roste exponenciálně
 - i velké množství malých dat může vést k Big Data
 - o **Variety (rozmanitost)**
 - různé formáty, typy, struktury
 - od semi-strukturovaných XML až k nestrukturovaným multimédiím)
 - o **Velocity (rychlost)**
 - data se generují rychle a potřebují být rychle zpracována
 - o **Veracity (věrohodnost)**
 - nekonzistence, neúplnost, prodleva, dvojmysly, odhady,...

NoSQL databáze

- vše je dnes v **cloudu**
 - o **SaaS** (Software as a Service)
 - o **PaaS** (Platform as a Service)
 - o **IaaS** (Infrastructure as a Service)
- formát dat se stává neznámým či nekonzistentním
- exponenciální nárůst množství dat
- aktualizace dat již není tak častá
- očekává se, že data budou nahrazena
- silná konzistence již není hlavním cílem
- je třeba nový přístup, relační DB již nenásledují moderní trendy
 - o distribuované filesystémy
 - o MapReduce apod.
 - o cloud computing
 - o NoSQL databáze
 - o skladiště dat
 - o large scaled machine learning
- NoSQL opět nemá přesnou definici
 - o **Next-generation databáze adresující většinou následující: být nerelační, distribuovaný, open-source a horizontálně škálovatelný.**
- často bez schémat, snadno replikovatelné, jednoduché API, eventuálně konzistentní,...
- základní typy:
 - o **key-value**
 - o **wide-column**
 - o **document stores**
 - o **graph databases**
- ... a pak objektové databáze, nativní XML databáze, RDF úložiště,...

Key-value

- nejjednodušší typ NoSQL DB
- funguje jako jednoduchá hash tabulka (mapování)
- páry klíčů a hodnot
 - o **klíč** = id, identifikátor, primární klíč
 - o **hodnota** = binární objekt, black box pro DB systém,...
- CRUD dotazy pro určitý klíč
- jednoduchý model – skvělý výkon, lehce škálovatelný, ale nevhodný pro komplexní data
- skvělé pro session data, profily uživatelů, nákupní košíky... (přístup k hodnotám jen přes klíče)

- nevhodné, když jsou vztahy mezi entitami, dotaz chce přístup jen k části hodnoty, množina operací,...
- např. Redis, MemcachedDB, HazelCast,...

Wide column stores

- **column family (tabulka)** – kolekce podobných řádek (ne nutně identických)
- **řádka** = kolekce sloupců, spojená s unikátním klíčem řádky
- **sloupec** = jméno a hodnota sloupce, většinou skaláry, listy, mapy, množiny,...

Sample data: table of movies in **Apache Cassandra**

id				
samotari	title	year	actors	genres
	Samotáři	2000	null	[comedy, drama]
medvídek	title	director	year	
	Medvídek	(Jan, Hřebejk)	2007	
	actors		{ trojan: Ivan, machacek: Jirka }	
vratnelahve	title	year	actors	
	Vratné lahve	2006	{ machacek: Robert Landa }	
zelary	title	year	actors	genres
	Želary	2003	{ }	[romance, drama]

- dotazy - CRUD řádky v určité column family
 - o výběr řádek dle klíče řádku či jednoduché podmínky
- vhodné pro logování událostí, CMS, blogy,...
- o tj. strukturovaná flat data s podobným schématem
- nevhodné, jsou-li vyžadované ACID transakce, komplexní dotazy apod.
- např. Apache Cassanra

Document stores

- data model – **dokumenty**
 - o hierarchická stromová struktura (JSON, XML,...)
 - o skalární hodnoty, mapy, seznamy, množiny, vnořené dokumenty,...
 - o mají unikátní identifikátor
 - o jsou organizovány do kolekcí
- dotazy – CUD dokumentu, získání řádku dle komplexních podmínek dotazu
- rozšířené key-value DB, kde hodnota je prozkoumatelná

Sample data: collection of movies in **MongoDB**

```
{
  _id: ObjectId("1"),
  title: "Vratné lahve", year: 2006,
  actors: [ "Zdeněk Svěrák", "Jiří Macháček" ]
}
```

```
{
  _id: ObjectId("2"),
  title: "Samotáři", year: 2000,
  actors: [ "Jitka Schneiderová", "Ivan Trojan", "Jiří Macháček" ]
}
```

- vhodné pro logování událostí, CMS, blogy, analýzy webu, e-commerce,...
 - o tj. pro strukturované dokumenty s podobným schématem
- nevhodné pro množinové operace přes vícero dokumentů, pokud by se design dokumentové struktury často měnil,...
- např. MongoDB, Couchbase, CouchDB,....

Grafové databáze

- **property graphs**
 - o přímé/nepřímé grafy, tj. kolekce:
 - nodů (vrcholů) pro real-world entity
 - vztahů (hran) mezi nody
 - o nody i vztahy mohou být spojeny s dalšími properties
- **transakční** – velké množství malých grafů
- **netransakční** – malé množství velkých grafů
- dotazy – CRUD nodu/vztahu v grafu, grafové algoritmy, průchody, sub/super-grafové dotazy, dotazy založené na podobnosti,....
- vhodné pro sociální sítě, směrování, location-based služby, doporučovací služby, chemické sloučeniny, lingvistické stromy,... (tj. pro grafové struktury)
- nevhodné pro dávkové operace, příliš velké grafy apod.
- např. Neo4j, Titan,...

Nativní XML databáze

- XML dokumenty (stromová struktura, vnořené elementy/atributy, textové hodnoty,...)
- dokumenty organizovány do kolekcí
- např. Sedna, Tamino,...
- **různé dotazovací jazyky:**
 - o XPath (navigace)
 - o XQuery (dotazování)
 - o XSLT (transformace)

RDF úložiště

- RDF trojice
 - o komponenty: subjekt, predikát, objekt
 - o každá trojice reprezentuje tvrzení (statement) o real-world entitě
 - o může být nahlíženo jako na grafy (hrany = subjekty/objekty, hrany = tvrzení)
- dotazovací jazyk SPARQL
- např. Apache Jena, rdf4j,...

Sample data: RDF graph of movies

```
@prefix i: <http://db.cz/terms#> .
@prefix m: <http://db.cz/movies/> .
@prefix a: <http://db.cz/actors/> .

m:vratnelahve
  rdf:type i:Movie ; i:title "Vratné lahve" ;
  i:year 2006 ;
  i:actor a:sverak , a:machacek .

m:samotari
  rdf:type i:Movie ; i:title "Samotáři" ;
  i:year 2000 ;
  i:actor a:schneiderova , a:trojan , a:machacek .

m:medvidek
  rdf:type i:Movie ; i:title "Medvidek" ;
  i:year 2007 ;
  i:actor a:machacek , a:trojan ;
  i:director "Jan Hřebejk" .
```

Další vlastnosti NoSQL

- cílem je respektovat přirozenost dat reálného světa
 - o tj. datové struktury a vzájemné vztahy
- **agregátní struktura**
 - o **agregát** = jednotka dat s komplexní strukturou
 - o kolekce příbuzných dat, které chceme brát jako jednotku
 - o např. hodnota v key-value, dokumenty v DS, řádky či column family ve WCS,...
 - o důležitá atomicita databázových operací (jeden agregát v jednu chvíli)
 - o různé typy systémů:
 - **aggregate-ignorant** – relační, grafy
 - **aggregate-oriented** – key-value, document, wide-column,...
- **elastické škálování**
 - o tradiční přístup – **scaling-up** (větší servery kvůli větší zátěži)
 - o nový přístup – **scaling-out** (distribuce dat mezi vícero hostů)
- **distribuce dat**
 - o **sharding** – určitý způsob rozdělení dat do separátních skupin
 - o **replikace** – držení vícera kopií dat
- **automatické zpracování** – automatické zálohy, distribuce apod.
- **uvolněná konzistence** – eventuelní konzistence (BASE vlastnosti)
- **bez schémat**
 - o uvolněné či chybějící schéma
 - o přináší větší flexibilitu (neuniformní data, strukturální změny,...)
 - o ale stejně většinou musíme znát strukturu dat (tj. implicitní schéma)
- **open-source, jednoduché API**
- **polyglot persistence** = užití různých datových úložišť při různých příležitostech