

# Historické verzie v databázach časových radov

Bc. Filip Janitor

Školiteľ: doc. RNDr. Robert Lukočka PhD.

# Základné pojmy

- Časový rad je čiastočná funkcia  $f : \mathcal{T} \rightarrow \mathcal{U}$
- $\mathcal{T}$  je množina časových pečiatok,  $\mathcal{U}$  množina prípustných údajov
- Záznam časového radu  $f$  je usporiadaná dvojica  $(c, f(c))$
  
- Časový rad s jednoduchými historickými verziami je čiastočná funkcia
$$f : \mathcal{I} \times \mathcal{T} \rightarrow \mathcal{U}$$
- Časový rad so špeciálnymi hodnotami je čiastočná funkcia
$$f' : \mathcal{I} \times \mathcal{T} \rightarrow \mathcal{U} \cup \{Nil\}$$
- $\mathcal{I}$  je množina identifikátorov verzií a  $Nil \notin \mathcal{U}$
- Záznam časového radu s historickými verziami je usporiadaná trojica
$$(i, c, f(i, c))$$

# Agregácie

- Delenie podľa výsledku
  - Hodnotové – výsledok je údaj  $g: (c_1, c_2, \dots, c_n) \rightarrow u$
  - Radové – výsledok je časový rad  $g: (c_1, c_2, \dots, c_n) \rightarrow r$
- Delenie podľa argumentov
  - Cez jeden časový rad
  - Cez viacero časových radov

# Systemy na správu časových radov

- Time series databases (TSDB)
- Systémy poskytujúce rozhranie a funkcie na vkladanie dát časových radov a prácu s nimi
- Uchovávanie dát vo veľkých množstvách
- Získavanie relevantných štatistík
- Korekcia uložených dát spolu s uchovaním predchádzajúcej verzie

# Súčasný stav

- Prieskum a experiment v predošlej práci
- Rozdiely v smerovaní teoretického výskumu a existujúcich systémov
- Funkcionalita existujúcich systémov
- Indexovanie
- Prílišné obmedzenia:
  - Zakázaný out-of-order vstup
  - Nemožnosť modifikovať uložené hodnoty
  - ...
- Nevyužitá periodicitá

# Smerovanie práce

- Podrobné skúmanie vybraných systémov na základe experimentu z predošlej práce
- Záujem o podporu agregácií a uchovávanie historických verzií
- OpenTSDB
  - Podpora radových agregácií
  - Obmedzenia spôsobené key-value NoSQL úložiskom
- Arctic
  - Obmedzenia spôsobené štruktúrou dokumentov v NoSQL úložisku

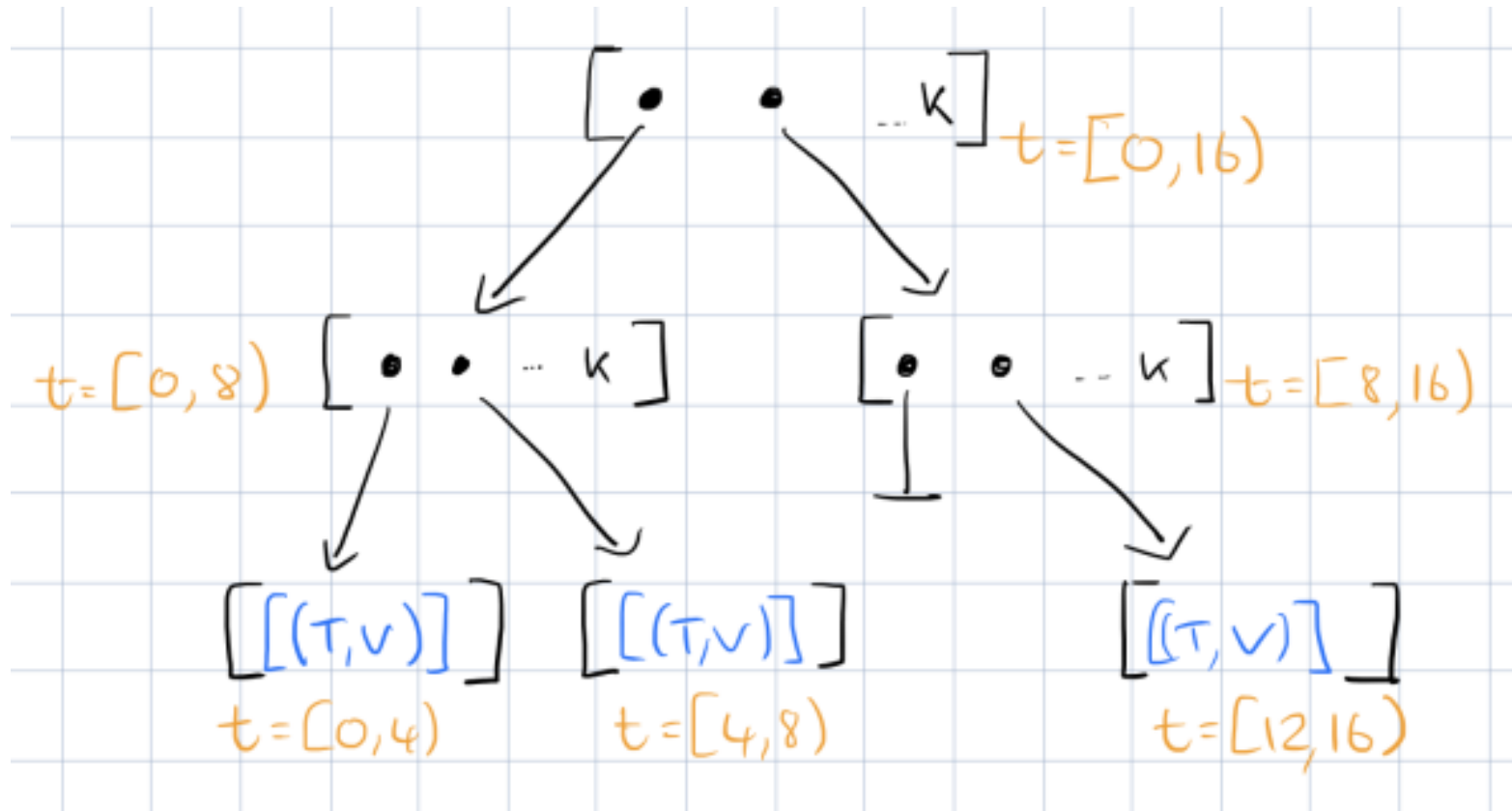
# BTrDB: Berkeley Tree Database

- Andersen, Michael P., and David E. Culler. "BTrDB: Optimizing Storage System Design for Timeseries Processing." *FAST. 2016*.
- Andersen, Michael P., et al. "DISTIL: Design and implementation of a scalable synchrophasor data processing system." *Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2015 IEEE International Conference on. IEEE, 2015*.
  
- Distribuovaný systém na správu časových radov
- Súčasť systému SmartGridStore
- Časti BTrDB:
  - Úložisko metadát - etcd
  - Blokové úložisko – Ceph [1]
  - Logická vrstva systému

- *Time-partitioning copy-on-write version-annotated k-ary tree*
- Abstrakcia časových radov
  - Insert
  - GetRange
  - GetStatisticalRange
  - GetNearestValue
  - ComputeDiff
  - DeleteRange
- Predpočítavanie agregácií – rýchly prístup bez potreby čítať surové dáta

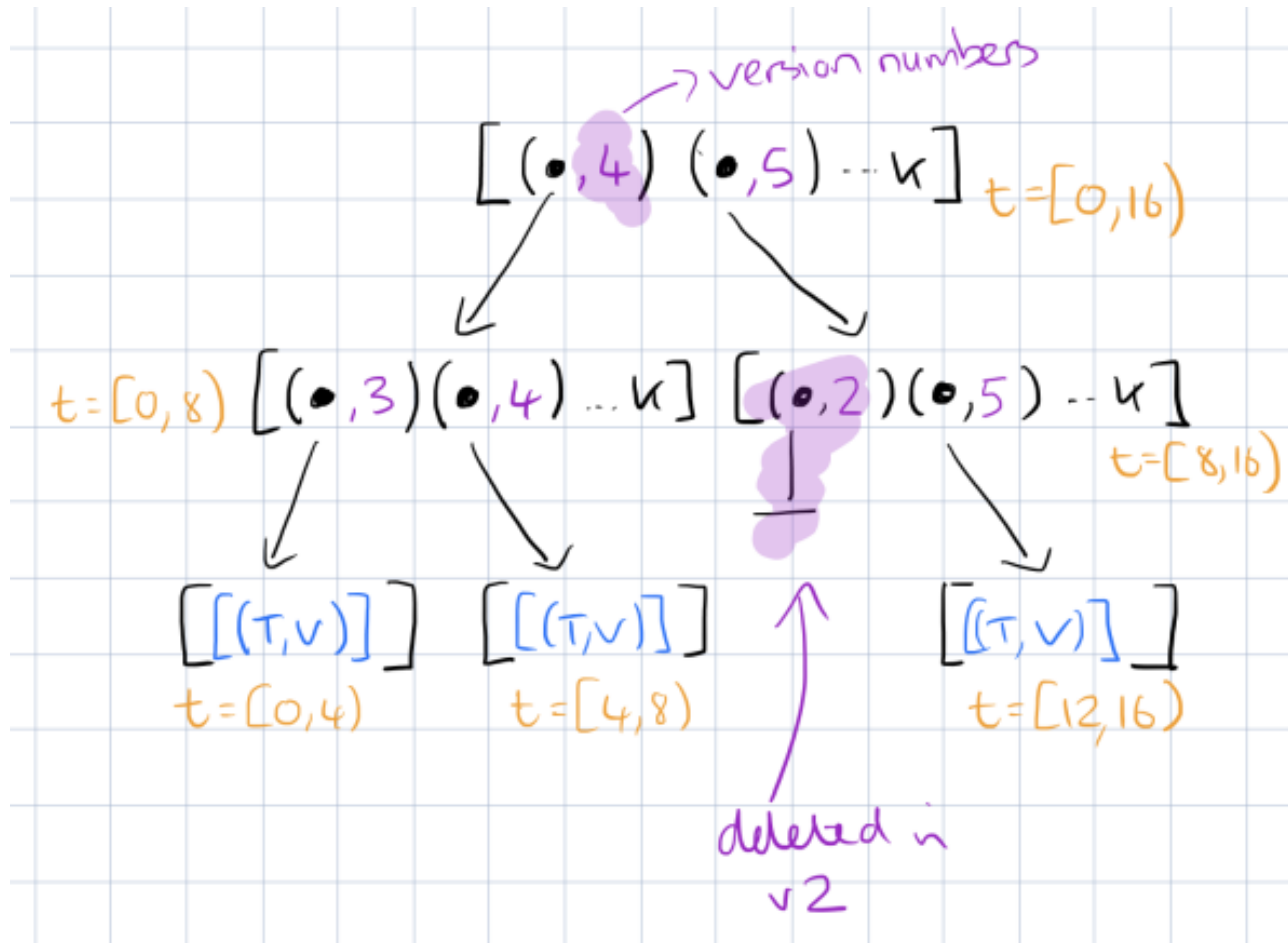


- *Time-partitioning copy-on-write version-annotated k-ary tree*



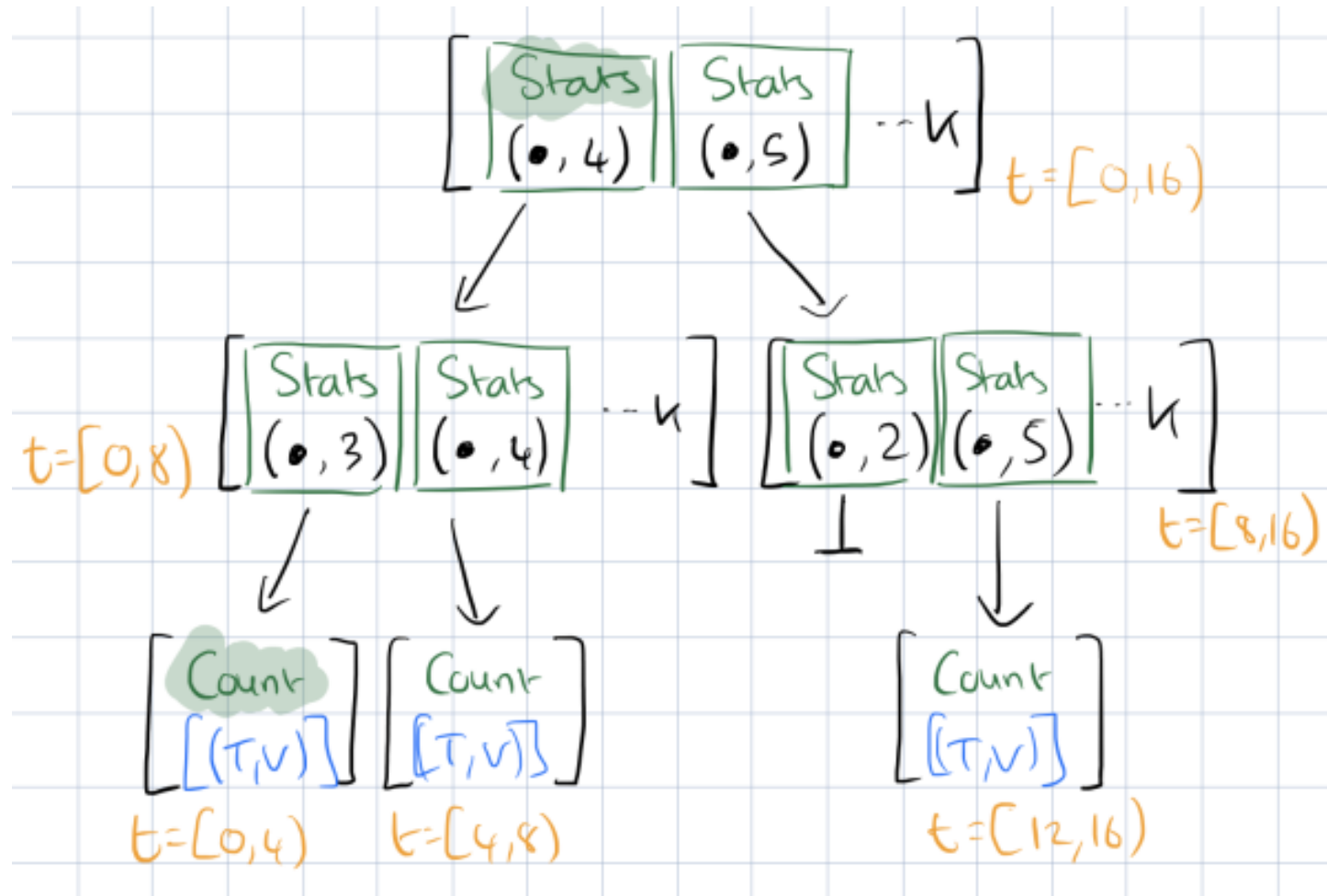
Obr 1. Delenie podľa času [2]

- *Time-partitioning copy-on-write version-annotated k-ary tree*



Obr 1. Anotácie verzí [2]

- *Time-partitioning copy-on-write version-annotated k-ary tree*



Obr 1. Predpočítané agregácie [2]

# Úpravy BTrDB

- Implementácia variancie ako zrýchlenej agregácie
  - Zmeny vo funkciách vytvárajúcich strom
  - Zmeny vo funkciách vykonávajúcich dopyty
  - Úprava komunikačných vrstiev
  - Doplnenie variancie do modulov pracujúcich s nízkoúrovňovým úložiskom
  - Úprava knižníc na interakciu so systémom
    - Oprava nefunkčných dopytov v knižnici pre jazyk Python, prijatá do oficiálneho repozitára
    - Pridanie variancie do komunikačných vrstiev a vrstiev vykonávajúcich dopyty

# Úpravy BTrDB

- Zvýšenie garancií pre dopyty na historické dáta
  - Odhalenie a ošetrovanie okrajového prípadu, pri ktorom sa strácala garancia na presnosť dát
  - Odhalenie a oprava chyby vo funkcii počítajúcej agregácie na strome
- Úpravy prijaté do oficiálneho repozitára

# Úpravy BTrDB

- Rozšírenie funkcionality – odstránenie obmedzenia jedného zápisu (de facto pridanie funkcionality časových radov s historickými verziami)
  - Pridanie novej operácie do abstraktného rozhrania a implementovanie tejto operácie
  - Konzultácia – odhalené zahrnutie nedokumentovaných predpokladov v systéme

# Ďalší výskum

- Pridanie uchovávania historických verzií znížilo garancie na presnosť agregáčnych dopytov
- PQM buffer a prepisovanie existujúcich záznamov
- Algoritmy a úpravy dátového modelu zvyšujúce garancie pre agregácie minimum a maximum  
+ praktické vylepšenia
- Možné pokračovanie: vytváranie nových algoritmov pre ostatné podporované agregácie

# Zdroje

- [1] Sage A Weil, Scott A Brandt, Ethan L Miller, Darrell DE Long, and Carlos Malt-zahn. Ceph: A scalable, high-performance distributed file system. In *Proceedings of the 7th symposium on Operating systems design and implementation*, pages307–320. USENIX Association, 2006.
- [2] Adrian Colyer. BTrDB: Optimizing storage system design for timeseries processing. [Citované 2019-2-9] Dostupné z:  
<https://blog.acolyer.org/2016/05/04/btrdb-optimizing-storage-system-design-for-timeseries-processing/>



Ďakujem za pozornosť