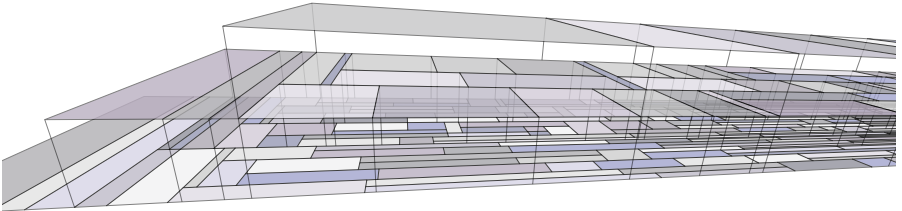




Aalto-yliopisto

*Lectio praecursoria, 22. lokakuuta 2010*

# Versioidun tiedon haku tietokantatransaktioissa



Tuukka Haapasalo  
tuukka.haapasalo@tkk.fi

# Taustaa tietokannoista

# Taustaa tietokannoista

Mitä tietokannat ovat?

## Tietokannat

- Ohjelmistojen tietosäilö
- Esimerkkejä:
  - Osoitekirjan osoitteet
  - Pankkitilien saldot
  - Kalenterin tapahtumat
  - ...
  - Kuvia, videoita, musiikkia



# Taustaa tietokannoista

Mitä tietokannat ovat?

## Tiedon haku

- Nopea pääsy tietoon
- Analogiana asiakirja-arkistot ja kirjastot
  - Järjestetty aakkosjärjestykseen
  - Helppo löytää tietty kirja
  - Helppo löytää kaikki tietyn kirjailijan kirjat

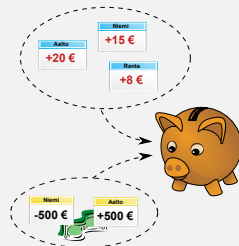


# Taustaa tietokannoista

Miten tietokantoja käytetään?

## Transaktiot

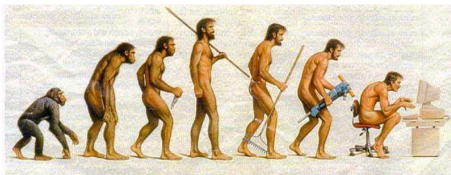
- Tiedon muokkaus ja haku transaktioissa
- Atomisuus
- Useat samanaikaiset päivitykset
  - Johdonmukainen tila
  - Rakenteen eheys



# Moniversiotietokannat

# Moniversiotietokannat

Ero tavallisiin tietokantoihin?



## Moniversiotietokannat

- Tiedon muutoshistoria
- Mitä tietoa aiemmin tallennettuna?
- Esimerkkejä:
  - Mitä asiakirjoja arkistossa oli arkistoa perustettaessa?
  - Keitä käyttäjiä järjestelmässä oli 10.6.2010?
  - Mikä oli herra X:n tilin saldo kuukausi sitten?

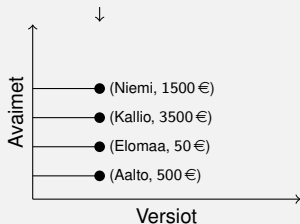
# Historiatietojen mallinnus



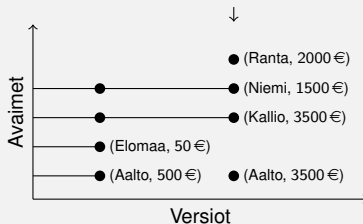
### Moniversiotietokanta

Väitöskirja s. 12

Muutokset luovat uuden version (tilan) tietokannan alkioista (eli *monikoista*):



(a) Alkutila



(b) Lopputila

Kyselyt voidaan kohdistaa myös aiempiin versioihin.

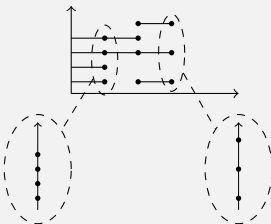
# Historiatietojen mallinnus

Tehokkaat haut

## Optimaalisuus

Väitöskirja s. 35

Moniversiohakemistorakenne on **optimaalinen**, jos **version  $v$**  haku on yhtä tehokasta kuin perinteisessä **yhden version** hakemistorakenteessa, johon on indeksoitu vain **version  $v$**  alkiot.



- **Time-split  $B^+$ -tree (TSB-puu); Lomet ja Salzberg [4]**
  - Ensimmäinen tehokas moniversiohakemistorakenne (1989)
  - Ei optimaalinen
  - Väitöskirja s. 55
- **Multiversion  $B^+$ -tree (MVBT); Becker ja kumppanit [1, 2]**
  - Toinen tehokas moniversiohakemistorakenne (1993–1996)
  - Optimaalinen
  - Vain yksi päivitys kerrallaan
  - Väitöskirja s. 61
- **Multiversion access structure (MVAS); Varman ja Verma [5]**
  - Kolmas tehokas moniversiohakemistorakenne (1997)
  - Melkein optimaalinen; eri määritelmä
  - Vain yksi päivitys kerrallaan
  - Väitöskirja s. 69

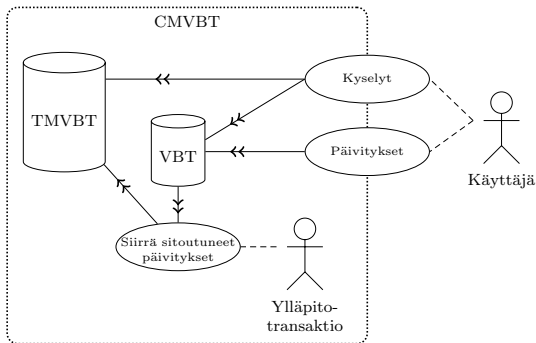
# Väitöskirjatutkimus

## Tulokset

- 1 Transaktiot MVBT-rakenteeseen: *transaktionaalinen MVBT*, TMVBT
  - Vain yksi päivittävä transaktio kerrallaan
  - Yhtä tehokas kuin MVBT
  - Väitöskirja s. 75
- 2 Rinnakkaiskäyttöön rinnakkainen *concurrent MVBT*, CMVBT
  - CMVBT = TMVBT + VBT
  - VBT = yksinkertainen versioitu B<sup>+</sup>-puu
  - Väitöskirja s. 111
- 3 Tehokkuustestit
  - CMVBT on yhtä tehokas kuin TSB-puu yleisesti
  - CMVBT tehokkaampi avainvälihauiissa
  - Väitöskirja s. 137

### Concurrent multiversion $B^+$ -tree [3]

Väitöskirja s. 113



# Koetulokset

### Kokeellisesti vertaillut rakenteet

- **CMVBT**-rakenne
- **TSB-puu**

### Toteutettu myös

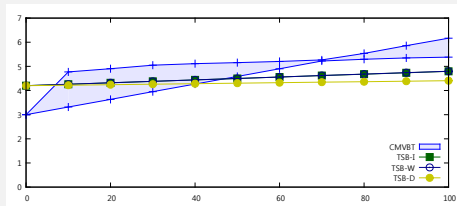
- **TMVBT**-rakenne (yksi transaktio kerrallaan)
- **VB**T-rakenne (sellaisenaan)



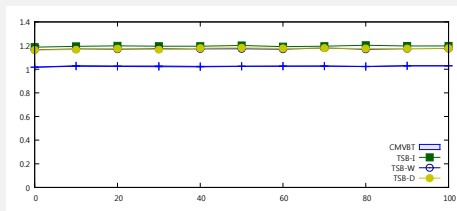
### Päivitykset ja haut, lyhyet transaktiot

Väitöskirja s. 147

Sivunaulinnat



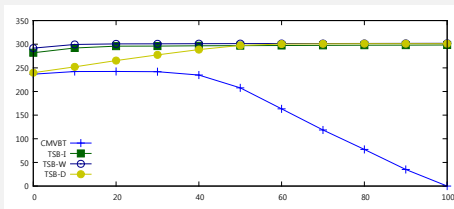
Sivuhaut levyttä



### Avainvälihaut

Väitöskirja s. 151

Sivujen haku levyltä (tässä testissä käytännössä sama kuin sivunaulinnat):



# Yhteenveto

## Hakemistorakenteet

- **TMVBT** = transaktionaalinen, optimaalinen MVBT
- **CMVBT** = **TMVBT** + **VB**T
- Useat päivittävät transaktiot voivat käyttää **CMVBT**-rakennetta rinnakkain

## Kokeelliset tulokset

- **CMVBT** on yhtä tehokas kuin **TSB-puu** yleisessä tapauksessa
- **CMVBT** on tehokkaampi kuin **TSB-puu** avainvälihauiissa
- **CMVBT** vie noin 10–60 % enemmän tilaa kuin **TSB-puu**

- [1] B. Becker, S. Gschwind, T. Ohler, B. Seeger, and P. Widmayer. On optimal multiversion access structures. In *Proceedings of the 3rd International Symposium on Advances in Spatial Databases*, pages 123–141, 1993.
- [2] B. Becker, S. Gschwind, T. Ohler, B. Seeger, and P. Widmayer. An asymptotically optimal multiversion B-tree. *The VLDB Journal*, 5(4):264–275, 1996.
- [3] T. Haapasalo, I. Jaluta, S. Sippu, and E. Soisalon-Soininen. Concurrent updating transactions on versioned data. In *Proceedings of the 2009 International Database Engineering and Applications Symposium*, pages 77–87, September 2009.
- [4] D. Lomet and B. Salzberg. Access methods for multiversion data. In *Proceedings of the 1989 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pages 315–324, 1989.
- [5] P. J. Varman and R. M. Verma. An efficient multiversion access structure. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 9(3):391–409, 1997.