



# Tietotekniikan pro gradu -seminaari, syksy 2013

## **Tutkimusmenetelmistä**

Tommi Kärkkäinen

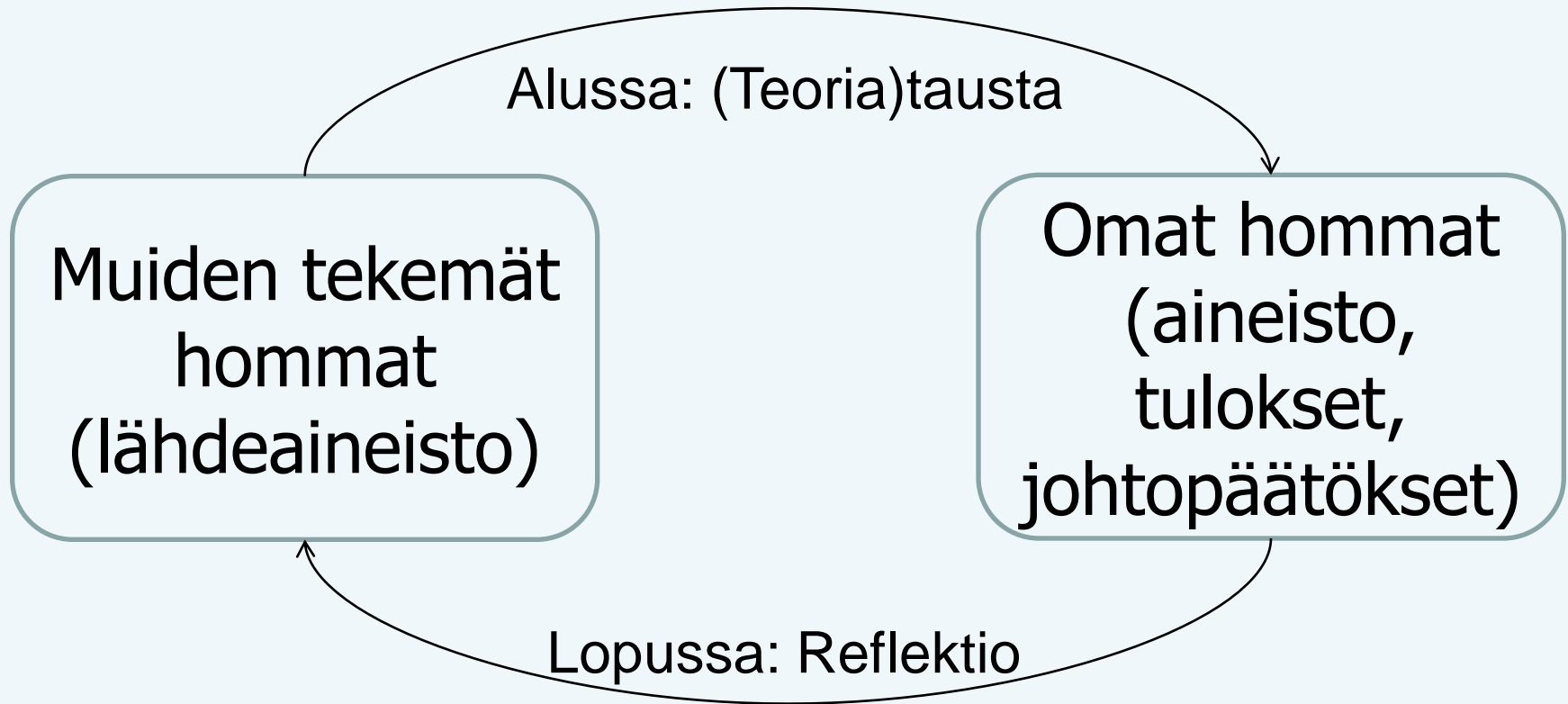


# Otsikon tarkennus

- Tässä kalvosetissä ja tällä luennolla fokus primääritutkimuksen menetelmissä
  - Yleisimmin käytettyjä, varsinkin graduissa
  - A-J:n luennolla käsiteltiin sekundääri- (analyysi tutkimuksista) ja tertiääritutkimuksen (analyysi analyysista tutkimuksista) menetelmiä - osana aineistonhankintaa
    - Joita käyttämällä voi myös tehdä gradun!



# Aineiston rooli primääritutkimuksessa





# Lähtökohtia

TARKOITUS: Käydä läpi gradun toteuttamisessa hyödynnettäviä tutkimuksellisia menetelmiä erittäin pragmaattisesti

- Tieteenfilosofia ja tiedon tai todellisuuden sekä olevaisuuden olemus, epistemologia (tieto-oppi) jne., ovat siellä jossakin...
- Todella monet tietotekniikan gradut eivät laskeudu helposti erityyppisiin tutkimusparadigma- tai tutkimusmenetelmäkategorisointeihin
  - Pääluokat ovat ohjelmistoihin, tietoliikenne- ja mobiilijärjestelmiin sekä laskennallisiin tieteisiin liittyvät konstruktiviset tutkielmat sekä ihmisenäkökulmaan (opettaminen, oppiminen, teknologian käyttö) liittyvät survey-tyyppiset tutkimukset



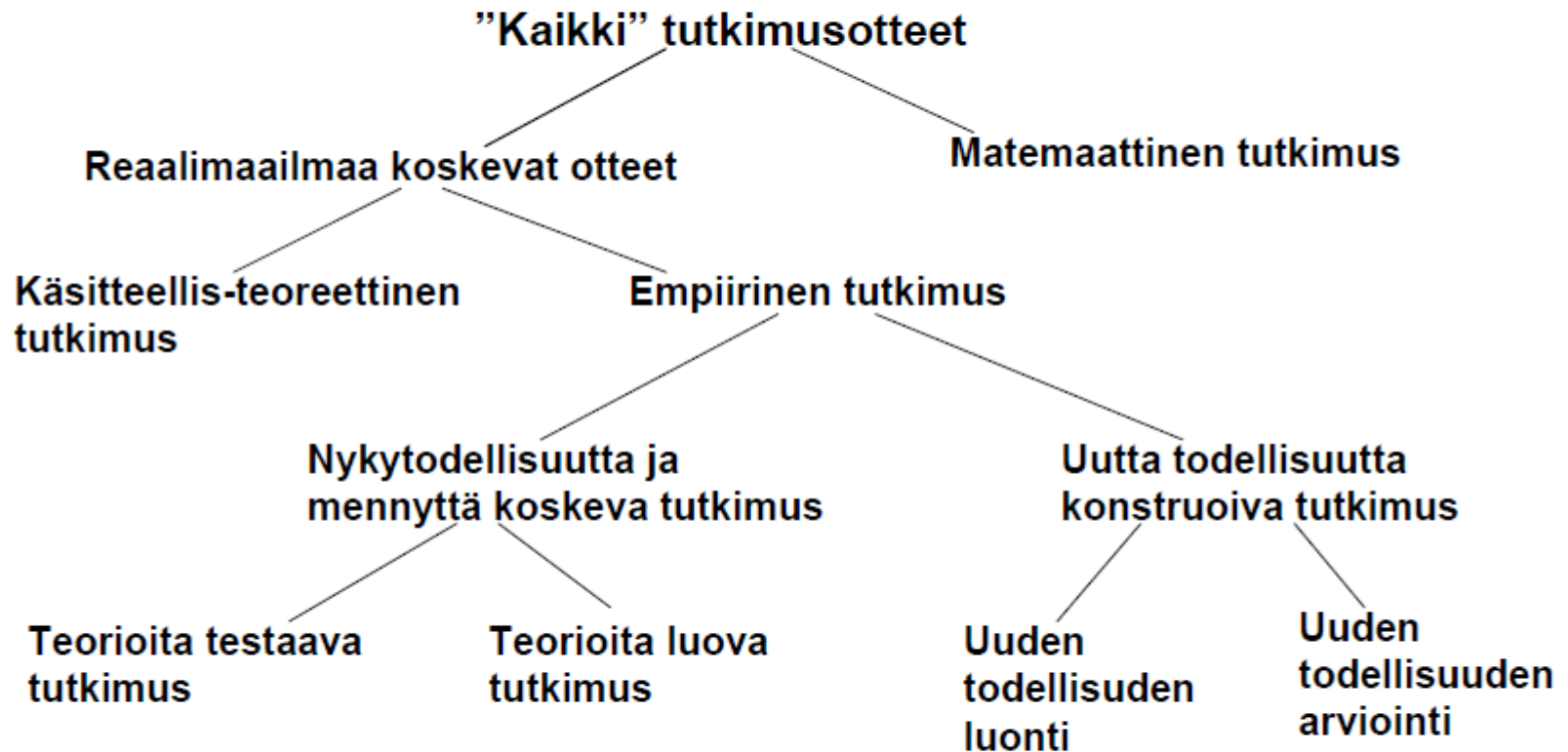
# Tutkimusnäkökulmien jaotteluista

Monenlaisia jaotteluja löytyypi

- Reaalimaailma-matemaattinen (+1 kalvo)
  - Matemaattinen
    - Aksioma(t)
    - Määritelmä(t)
    - Lemma(t)
    - Lause(et)
    - Korollaari(t)
    - (Esimerkki äärellisulotteisessa tai numeroituvassa vektoriavaruudessa)
    - Vaikkapa tähän tyyliin...
- Teoreettinen-kokeellinen-laskennallinen (+2 kalvoa)
- *Eksploratiivinen* (uudet tutkimusongelmat) - *konstruktiiivinen* (ratkaisuja tutkimusongelmiin) - *evaluoiva* (esitettyjen ratkaisujen toimivuus) *tutkimus* (Tutkimus – Wikipedia)
- Research - Wikipedia, the free encyclopedia, Research methods (ei kattava)
- Kvalitatiivinen-kvantitatiivinen-konstruktiiivinen (Meidän jako!)

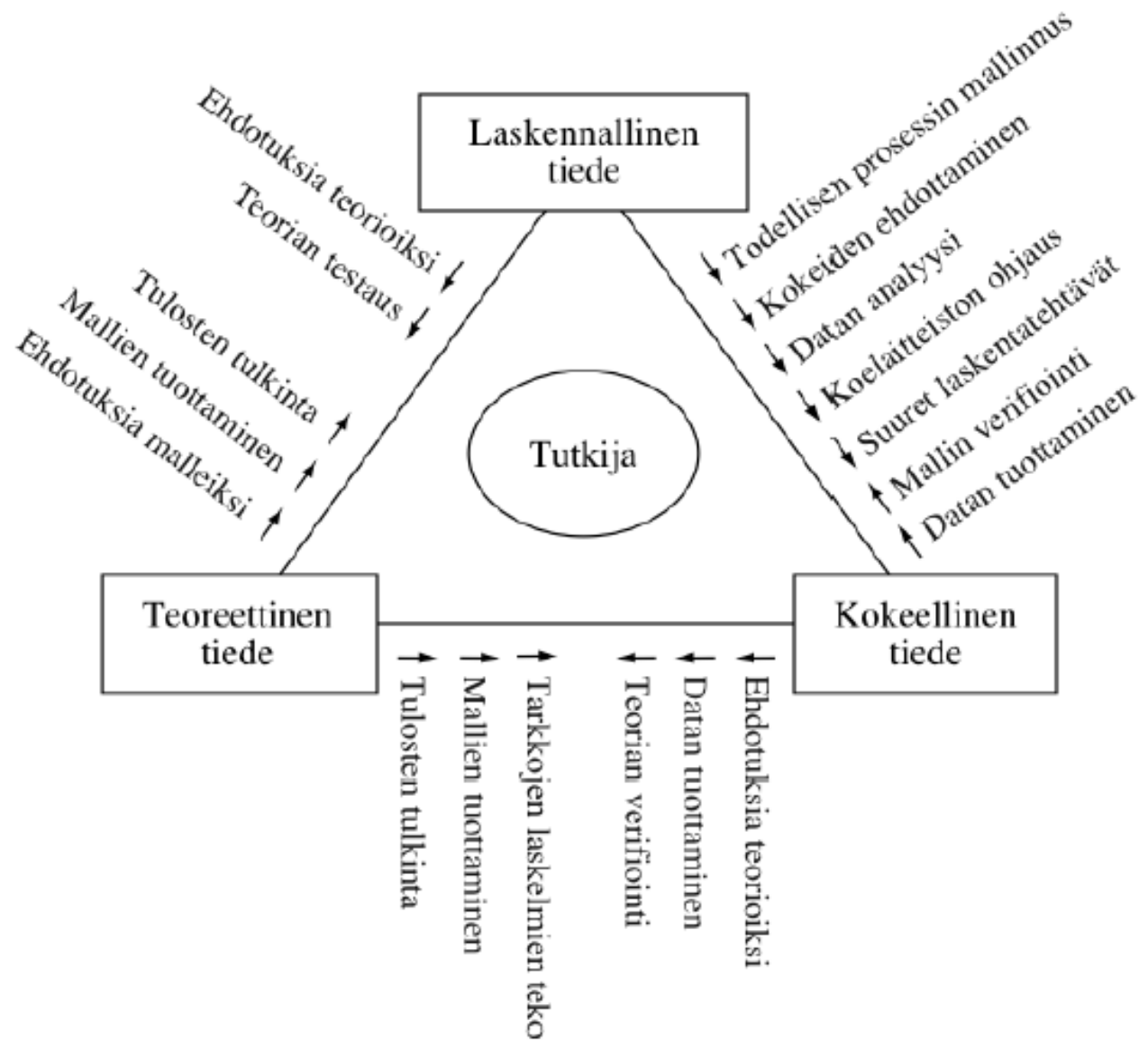
## 6. Tietojenkäsittelyn alan tutkimusmenetelmät: jaottelu

(Lähde: Järvinen & Järvinen (1996). Tutkimustyön metodeista. Tampere: Opinpaja)



Artikkeli: Järvinen, P. H. 2000. Research Questions Guiding Selection of an Appropriate Research Method. Proceedings of ECIS2000 conference.

<http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1023&context=ecis2000>



**Kuva 1: Laskennallinen, teoreettinen ja kokeellinen tutkimusmenetelmä.**



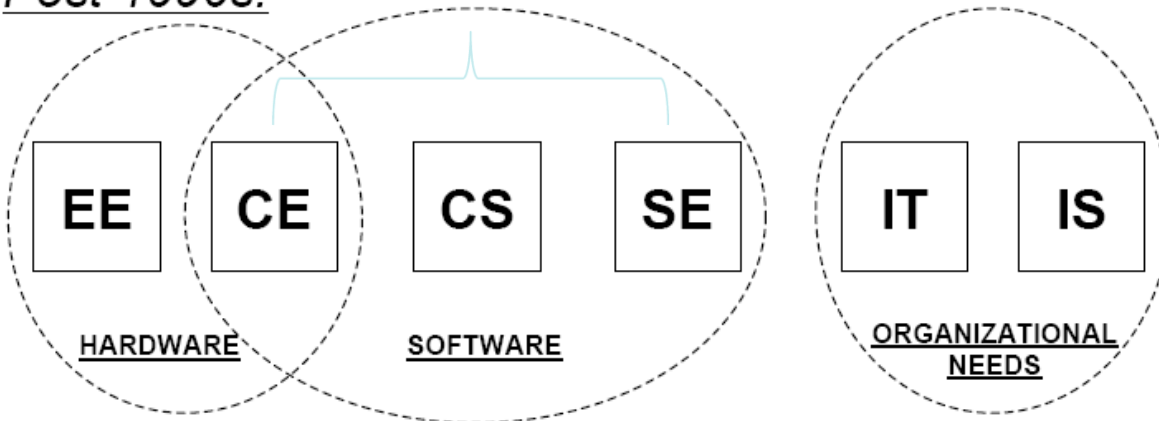


# Alan perusjäsenennys kehyksenä

Pre-1990s:



Post-1990s: Tietotekniikka\*



IS Information Systems
IT Information Technology
SE Software Engineering
CS Computer Science
CE Computer Engineering
EE Electrical Engineering

komponentit  
yksilö, teoria  
teknologia  
analyttis-  
konstruktivisuus



järjestelmät  
ryhmä, käytäntö  
liiketoiminta  
käsitteellis-  
empiirisyys





# Kvalitatiivisesta tutkimuksesta

*~ Analysoidaan tutkittavaan ilmiöön liittyvää aineistoa käsitteellisesti, ilman vahvoja ennakko-oletuksia tuloksista (tulosten muotoilu voi silti olla hyvinkin täsmällinen)*

- Emergenssi l. ilmenevät tulokset ja uudet mallit
- Esimerkkejä
  - [Toimintatutkimus a la Leena Hiltunen](#)
  - [Grounded Theory a la Ville Isomöttönen](#)
  - [Norrenan Juhon eksploratiivinen tapaustutkimus](#)
  - [Insitu Rikalan Jennin analysoimana](#)
- [Tuore kirjallisuusluettelo osasta kvaleja](#)  
(tosi paljon myös muuta hyödyllistä)
- [Oppimisympäristö kvaleista](#)



# Kvantitatiivisesta tutkimuksesta

*~ Analysoidaan tutkittavaan ilmiöön liittyvää numeerista aineistoa tilastollisesti*

- Hypoteesien voimassaolo
- Esimerkkejä
  - eHOPS eri ryhmien kokemana
  - Oppikirjan käyttö tietotekniikan opetuksessa
  - Survey-tutkimus (josta voi syntyä myös laadullista analyysia)
    - Frekvenssit ja prosentit
    - Varianssianalyysi
    - Klusterianalyysi
    - Faktorianalyysi
    - Pääkomponenttianalyysi
    - Regressioanalyysi
- Ovatko jakaumaoletukset voimassa?



# Kvantitatiivisesta tutkimuksesta (II)

- Erittäin tärkeää muotoilla kysymykset/väittämät selkeästi ja ymmärrettävästi!
  - [Kyselylomakkeen laatiminen a la KvantiMOTV](#)
  - Kyselylomaketta ei saa julkaisuhetkestä enää takaisin
  - Luetuta kysymyksesi useilla koehenkilöillä (sis. ohjaajat)
  - Double check: väittämä ja sen käänteisväittämä myöhemmin (vrt. valehtelijan skaala)
  - Eri kulttuurit ovat mielipiteidensä ilmaisemisessa ja ilmaisujen vahvuuksissa hyvin erilaisia (varianssi, normalisointi)
  - Monia syitä miksi saatu tieto ei olekaan "oikeaa": puuttuva tieto, tahallaan väärä, ymmärtämättömyyttä väärä: usein erityyppisesti virheelliset "saadaan kiinni"
    - Koita käyttää menetelmiä joiden avulla kaikkea olemassa olevaa tietoa saadaan hyödynnettyä!
- Otanta ja aineiston (esi)käsittely
- Tutkimuslupa
- [Korpin Kyselyt –osion](#) hyödyntäminen
- [IT-palvelut/mrInterview](#)
- [Oppimisympäristö kvanteista](#)



# Konstruktiivisesta tutkimuksesta

*~ Rakennetaan itse jotain (laite, yhteyskäytänne, komponentti, sovellus, ohjelmistokehitysmenetelmä) ja analysoidaan tämä konstruktio sovellusalueelle ominaisten kriteerien (= tavoiteltavien ominaisuuksien) viitekehyksessä*

- Toimiva määritelmä ruotsinmaalta (p. 4):

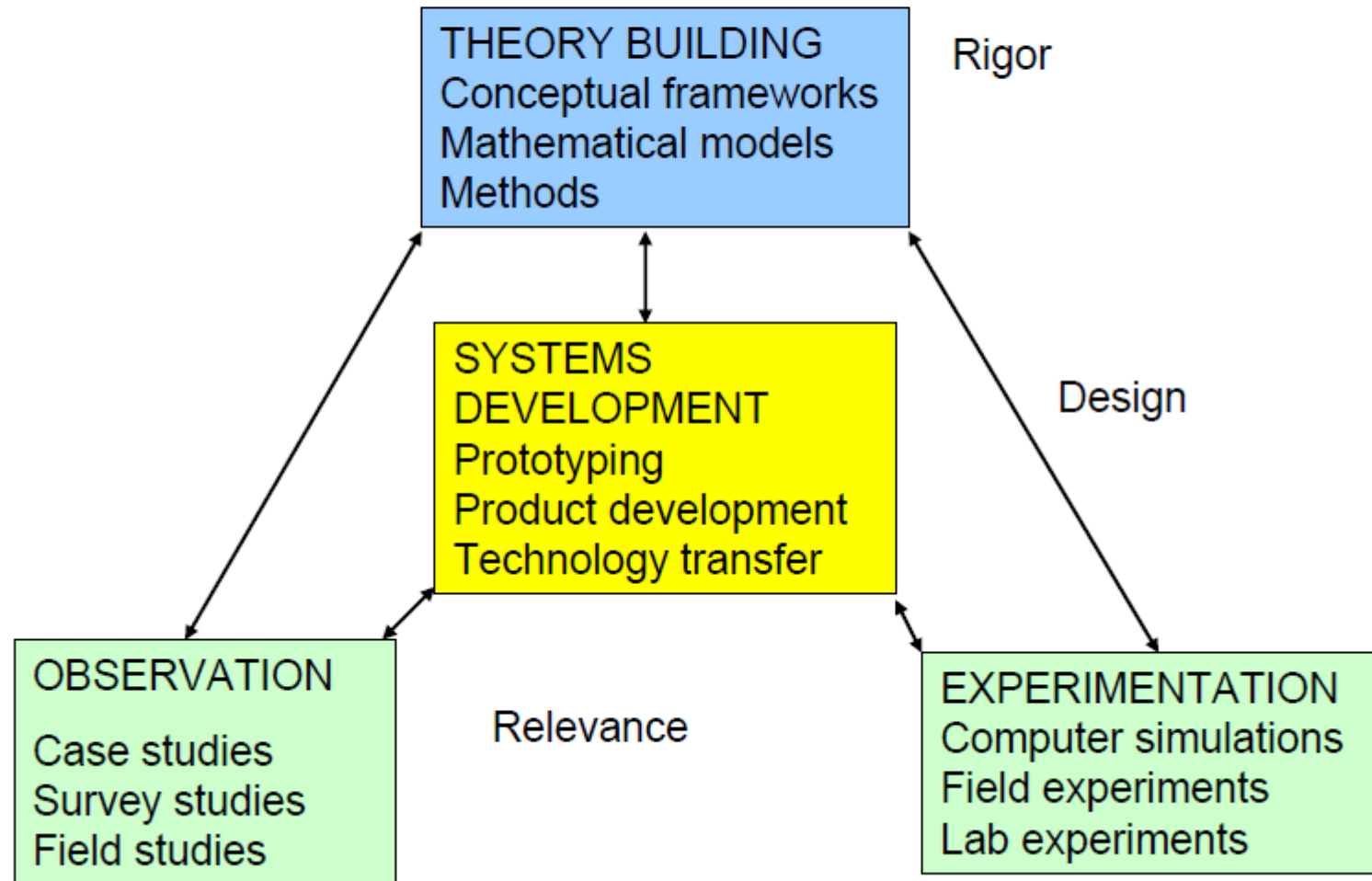
*"Constructive research method implies building of an artifact (practical, theoretical or both) that solves a domain specific problem in order to create knowledge about how the problem can be solved (or understood, explained or modeled) in principle. Constructive research gives results which can have both practical and theoretical relevance. The research should solve several related knowledge problems, concerning feasibility, improvement and novelty. The emphasis should be on the theoretical relevance of the construct. What are the elements of the solution central to the benefits? How could they be presented in the most condensed form?" (T:n lisäys: "How benefits can and have been evaluated?")*



# Konstruktiivisesta tutkimuksesta (II)

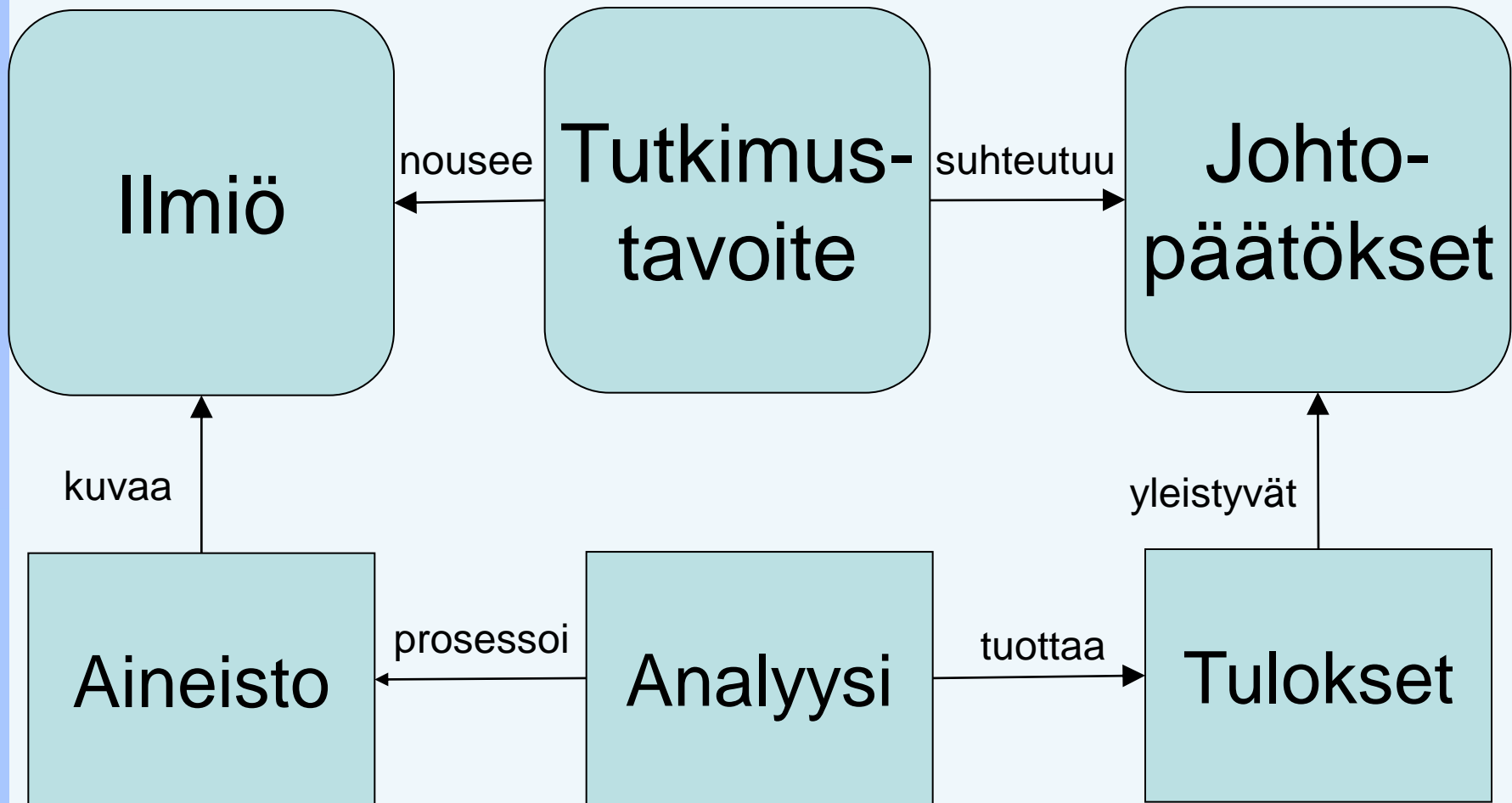
- Esimerkkejä
  - 3D-laskentaverkon generointi (voidaan tehdä)
  - Ohjelmistokomponentin/kerroksen suorituskyvyn tehostus ja demonstrointi (parannus)
  - Lyhimmän polun laskennan tehostaminen
  - Ohjelmistokehitysmenetelmän täydentäminen sovellusalueen vaatimusten mukaiseksi (uudentyyppinen)
  - MusicXML-soitin (jäsenin + demonstraatio)
  - Tapaustutkimuksen piirteitä (case ~ artefact) <sup>13</sup>

Nunamaker, J.F, Chen, M. & Purdin, T.D.M. 1991. Systems development in information systems research. Journal of Management Information Systems 7(3), 89-106.





# Yleinen tutkimusprosessi





# Aineistosta + analyysista konstrussa ja kvalissa

- Konstruktiivisessa otteessa aineisto luodaan itse mutta se mihin pyritään ja minkälaisessa viitekehyksessä konstruktiota analysoidaan/testataan pohjautuu olemassa olevaan tietämykseen/näkemykseen ilmiöstä
- Kvalitatiivisessa otteessa aineisto on sen muotoista (yleensä tekstiä) että sen sisältämä informaatio kaivetaan itse esiin (vaikka NLP:n ja tekstitedonlouhinnan keinoin tämäkin voitaisiin kvantisoida, vrt. hakukoneet; [ATLAS](#))
  - Strukturoitu/puolistrukturoitu haastattelu, teemahaastattelu, avoin haastattelu, ryhmähaastattelu (muista nauhoitus + litterointi)
  - Oppimispäiväkirjat, blogit, muistiinpanot, kirjoitelmat, ...





# Aineistosta + analyysistä kvantissa

- aineisto vähintään järjestyk- /välimatka-asteikollista numeerista dataa johon voi soveltaa tilastollisia menetelmiä
  - Likert-asteikko: vaihtoehtojen enkoodaus numeroiksi, esim.  
*Tämä on paras pro gradu –seminaari johon olen koskaan osallistunut*
    - Täysin eri mieltä = 1/-2
    - Osittain eri mieltä = 2/-1
    - Neutraali = 3/0
    - Osittain samaa mieltä = 4/1
    - Täysin samaa mieltä = 5/2
  - *Mitäpä jos vaihtoehdot olisivat toisessa järjestyksessä?*
- Huomaa että esim. versio- ja konfiguraationhallintajärjestelmät, logitiedostot ym. sisältävät huomattavan paljon rakenteista eli kvantitatiivista tai kvantitatisoitavissa olevaa tietoa
- Ns. tiedonlouhintamenetelmillä tämän tyyppisistä aineistoista pyritään tuottamaan uutta tietoa kvalimenetelmien tyyppisesti, ei hypoteesilähtöisesti (engl. *eksploratory analysis*)



# Tutkimuksen tavoitteesta kvalissa ja kvantissa

- tavoitteet muotoillaan tutkimuskysymyksiksi/-ongelmiksi, joiden pohjalta
  - kvantitatiivinen lähestyminen tuottaa tuloksia eli lähtötietoa johtopäätöksille tilastollisten hypoteesien ja niiden hyväksymisen/hylkäämisen perusteella. Pedagogisesti orientoituneessa tutkimuksessa voidaan esimerkiksi saada tuloksia kahden eri opetusmenetelmän tai opetusryhmän oppimisesta ja ryhmien samankaltaisuudesta (*ryhmien käyttäytyminen eroaa toisistaan erittäin merkittävästi p-arvolla xxx*)
  - kvalitatiivinen lähestyminen tuottaa tietoa tutkittavasta ilmiöstä yleisesti (*oppilaiden vapaamuotoiset mielipiteet muodostivat seuraavat yleiset käsitykset opetusmenetelmästä*) tai rakenteisessa muodossa (*Sovellusprojektien teoria a la Ville I*)



# Tutkimuksen tavoitteesta konstrussa

- Konstruktivisessa otteessa tutkimuksen tavoitteita voidaan jäsentää hyvin erityyppisesti riippuen konstruktion suhteesta sen hetkiseen tietämykseen tutkittavasta ilmiöstä. Julkitullessaan vaikkapa Google-hakukoneen indeksointi- ja hakumenetelmä

<http://infolab.stanford.edu/~backrub/google.html>

vastasi kysymyksiin

- *Kuinka nopeasti tietty määrä www-sivuja voidaan indeksoida?*
- *Kuinka nopeasti indeksiin voidaan tehdä sanahakuja?*
- *Mikä on haun tarkkuus ja saanti?*

[Kts. tarkemmin vaikkapa Miikan gradusta](#)

- Vastaavasti Miikan gradun pohjalta tehdyssä [artikkelissa](#) kuvattiin ja demonstroitiin paljolti olemassa oleviin komponentteihin pohjautuvaa uutta konstruktiota (*Ryhmittelevä dokumenttihaku heterogeenisistä aineistoista*).
- Samantyyppinen toteutetun uuden konstruktion kuvaus löytyy myös Purasen Tuukan [In Situ –gradusta](#) (isot ideat a la V. Lappalainen).
- Tässä kategoriassa on myös mahdollista analysoida rakenteilla tai jo olemassa olevaa järjestelmää jonkin tietojenkäsittelyteoreettisen viitekehyksen avulla, kuten vaikkapa [Paavolaisen Lassin](#) gradussa



# Hyvä tutkimus?

Tutkimusmenetelmällinen (lähinnä kvali ja kvantti) näkökulma

- Kun tulokset yleistyvät ~ *ulkoinen validiteetti*
- Kun tutkimus on luotettava ~ *sisäinen validiteetti*
- Kun tutkimus on toistettava ~ *reliabiliteetti*
- Eri tutkimusotteissa näitä tarkastellaan erilaiselta pohjalta (ja konstruktivisessa tutkimuksessa unohdetaan usein tyystin...)

Uusi konstruktio –näkökulma (vrt. [em. ruotsi-linkki](#))

- Kun konstruktio on perustellusti jotain uutta (voidaan tehdä, *feasibility*)
- Kun konstruktio on perustellusti jotain parempaa (*improvement*)
- Kun konstruktion toteuttaminen ilmentää syvällistä erikoisosaamista (*novelty*)



# Luotettavuus ja toistettavuus...





# Esimerkki: tapaustutkimus

Tutkimusvaliditeetti ~ tarkkuuden aste jolla tutkimus ilmentää tai arvioi tutkittavaa ilmiötä

- *Asetelman validiteetti* ~ miten hyvin tutkimusasetelma kuvaa todellisuutta? (tarkastellaan esim. useita tapauksia, caseja, jotka "kattavat" tutkittavan ilmiön ja sen eri ilmentymät)
- *Ulkoisen ja sisäinen validiteetti* ~ miten luotettavia tulokset ovat ja miksi ne yleistyvät? (käytetään esim. triangulaatiota eli useita aineistoja ja/tai tutkimus/analysointimenetelmiä tulosten ja johtopäätösten tekemisessä)
- Reliabiliteetti ~ kuinka toistettava tutkimus on? (raportoidaan esim. kaikki tutkimuksen toteuttamiseen liittyvät osa-alueet (kohdejoukko, aineisto, analysointimetelmä perusteluineen) joiden perusteella voidaan arvioida valintoja ja toteuttaa tutkimus uudestaan)



# Tutkimusmenetelmä gradutekstissä

- Minimissään johdannossa (eka luku) mainitaan minkätyyppinen tutkimus kyseessä; konstruktivisessa työssä tämä saattaa riittää
- Kvali- ja kvanttitöissä tutkimusmenetelmä tulisi esitellä sekä aineisto ja analyysitavat käsitellä teoriataustan ja tulosten välissä (usein oma luku, "Tutkimusmenetelmä") ja reliabiliteetti tulisi käsitellä tulosten jälkeen johtopäätösten yhteydessä
- Joka tapauksessa tulosten luotettavuutta ja yleistyvyyttä tulisi tarkastella mahdollisimman perustellusti



## Lisämateriaalia (lähinnä OT-näkökulmasta):

- Hyvä ohjelmistotekniikan julkaisu
- Ohjelmistotekniikan tutkimuksen analyysi
- Käsitteellinen malli OT-tutkimukselle
- Tietojenkäsittelytiede (CS) ja konstrukttiivinen ote graduissa
- Tietojenkäsittelytieteen tutkimuksesta
- Ohjelmistoliiketoiminnan näkökulmaa tutkimusmenetelmiin