



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Johdatus tietojenkäsittelytieteeseen 1. Historiaa

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Tietojenkäsittelytieteen laitos



Tietojenkäsittely (computing)

- Tiedettä (science)
- Taitoa (art)
- Insinööritaitoa (engineering)
 - ihmisen tekemien järjestelmien suunnittelu-, rakentamis- ja ylläpitotaitoa
- Tieteenalana noin 60-vuotias
 - käsitykset muuttuneet paljon ajan kuluessa



Käsityksiä tietojenkäsittelytieteestä kun HY:n tktl oli vastasyntynyt

- 1967: tietokoneiden tutkimista
- 1971: tietorakenteiden tutkimista
- 1972: monimutkaisuuden tutkimista
- 1974: algoritmien tutkimista

- Tunnettu matematiikan määritelmä:
 - "Matematiikka on sitä mitä matemaatikot tekevät"

- Lisää mietteitä tietojenkäsittelytieteestä:
Kimmo Raatikainen:
<http://www.cs.helsinki.fi/u/kraatika/Papers/ktiede.pdf>



Käsityksiä tietojenkäsittelytieteestä 1980- ja 1990-luvuilla

- Määritelmät monimutkaistuvat.

- Tieteenalalla tietojenkäsittelytiede tutkitaan systemaattisesti informaatiota kuvaavia ja muuntavia algoritmisia prosesseja;
 - niiden teoriaa,
 - analysointia,
 - suunnittelua,
 - tehokkuutta,
 - toteuttamista ja
 - soveltamista.



Käsityksiä tietojenkäsittelytieteestä nykyisin

- Peruskysymys: Mitä voidaan (tehokkaasti) automatisoida?
- Mitä kaikkea tietokoneilla voitaisiin tehdä?
- Olennaisia lisäkysymyksiä:
 - Miten automatisoidaan luotettavasti ja tehokkaasti?
 - Miten luotettavia ja tehokkaita käytössä olevat ja suunnitteilla olevat automatisoinnit ovat?
- Mitä pitäisi ja mitä ei pitäisi automatisoida?



Tietojenkäsittelytieteen tutkimuskohde

- ...systemaattisesti informaatiota kuvaavia ja muuntavia algoritmisia prosesseja...
 - ihmisten luomuksia
- Esimerkiksi fysiikassa, kemiassa ja biologiassa tutkimuskohde on olemassa (yleensä) ihmisistä riippumatta.
 - ”löytämistä”



Tieteellistä toimintaa ohjaava ajatuskulku – tieteen paradigma

- Väittämän muodostaminen.
- Väittämän paikkansa pitämisen selvittäminen.
 - Väittäjä, jota ei voi edes periaatteessa kumota, ei kuulu tieteeseen.
- Mallin muodostaminen.
 - Ilmiön käyttäytymisen selittäminen ja ennustaminen.



Tutkimuksen ja tieteen jaottelua

- Perustutkimus
 - Tieteellisesti varmennetun tiedon lisäämistä.
- Soveltava tutkimus
 - Tieteellisesti varmennetun tiedon käyttämistä jonkin konkreettisen tavoitteen saavuttamiseksi.
- Luonnontieteet (eksaktit tieteet)
 - havaintoja, mittauksia, kokeita (luonto)
- Ihmistieteet (kuvailevat tieteet)
 - ihmisen toimintaa



Tieteen ja taitamisen vertailua

■ Tiede

- periaatteet
- keskeiset yhtäläisyydet
- selitys
- löytö
- analyysi
- erittely

■ Taitaminen

- käytäntö
- taidokas suoritus
- toimenpide
- keksintö
- synteesi
- konstruktio



Tietojenkäsittelytieteessä

■ yhdistyvät

- tiede,
- insinööritaito ja
- matematiikka

■ tasa-arvoisina tai erilaisin painotuksin.

■ ihmistieteitä tarvitaan yhteistyössä.

■ ammattilaiset ovat usein moniottelijoita tai ainakin triathlonistija.



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Johdatus tietojenkäsittelytieteeseen 2. Tietojenkäsittelytieteen kokovartalokuva

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Tietojenkäsittelytieteen laitos



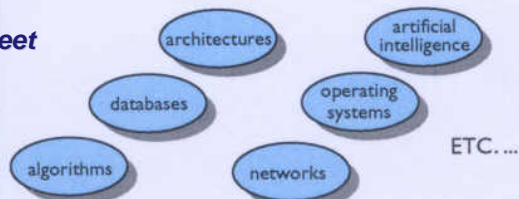
Kurssin sisältö

Lähde: Peter J. Denning: Great Principles of Computing (Communications of the ACM, 46, 11, marraskuu 2003, sivut 15-20).

Luku 1: Historiaa
Luku 2: Kokonaiskuva
Luku 3: Eettiset perusteet
Luku 7: COMPUTING PRACTICES

programming
engineering systems
modeling
innovating
applying

Luku 4: CORE TECHNOLOGIES



GREAT PRINCIPLES OF COMPUTING

Luku 6: DESIGN

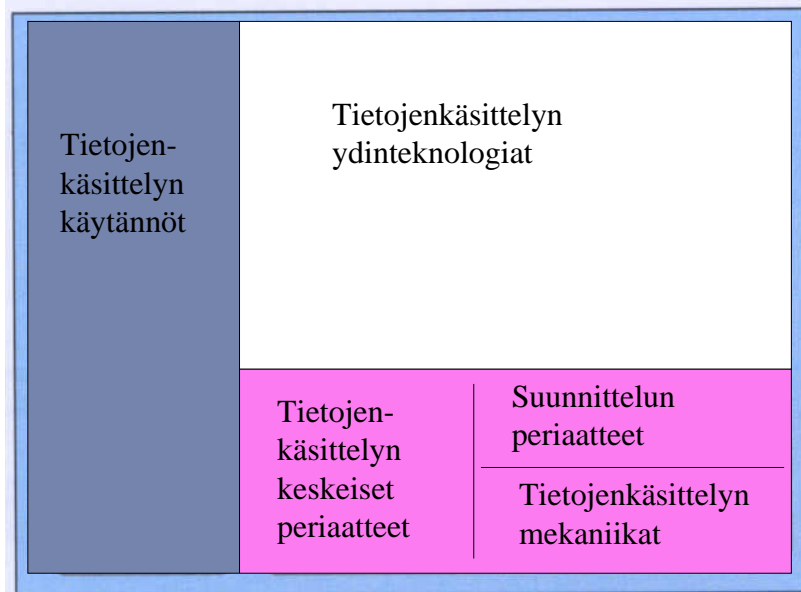
simplicity, performance, reliability,
evolvability, security

Luku 5: MECHANICS

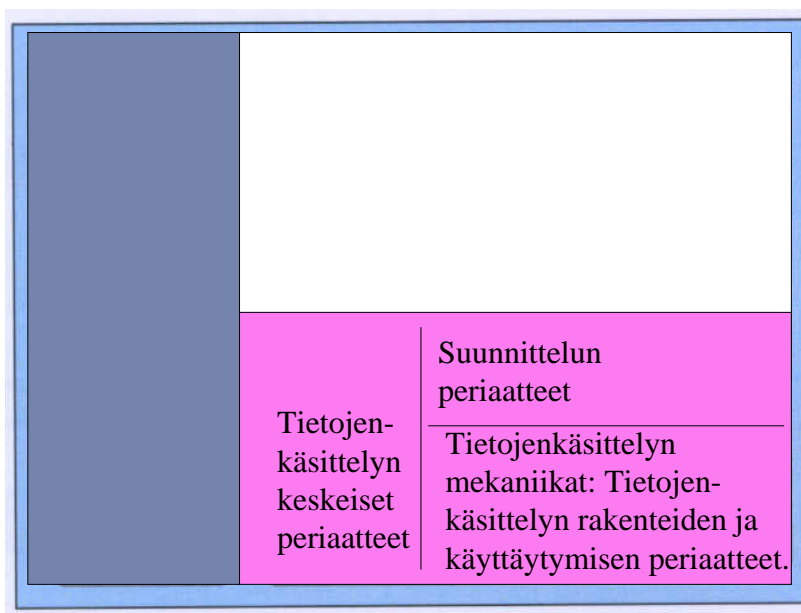
computation, communication, coordination,
automation, recollection



Tietojenkäsittelytieteen kokovartalokuva



Tietojenkäsittelytieteen kokovartalokuva





Periaatteen ymmärtämisestä

- On tunnettava taustat:
 - Mistä peräisin?
 - Miksi tärkeä?
 - Miksi toistuu eri yhteyksissä?
 - Miksi yleispätevä?
 - Miksi välttämätön?

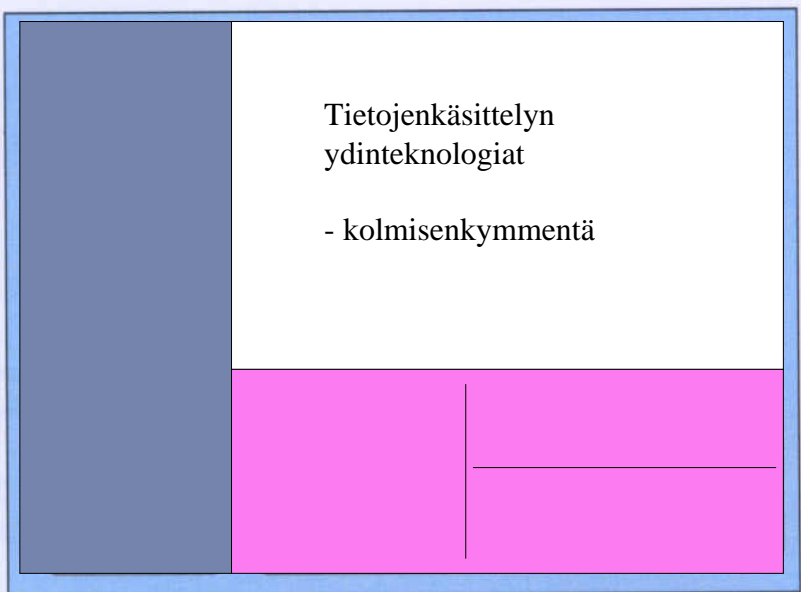
- Oppimistavoitteissa tällä kurssilla
 - ...”selittää ja kuvailla”...
 - myöhemmillä kursseilla: ...”johtaa, suunnitella, perustella”...



Tietojenkäsittelytieteen kokovartalokuva

Tietojenkäsittelyn
ydintechnologiat

- kolmisenkymmentä





Ydinteknologioista

- Kehitetty aikoinaan eri sovellusalueiden tarpeisiin
- Esimerkiksi ohjelmointikielet
 - Kieliä on paljon: ..., Ada, Algol, C, Cobol, C++, Fortran, Java, Lisp, Pascal, Perl, Prolog, ...
 - Mikä ohjelmointikieli on paras?
 - Kysymys ei ole relevantti.
 - Mikä ohjelmointikieli on paras tiettyyn tehtävään?
 - Kysymys on relevantti.
 - Kehitetty ... sovellusalueiden tarpeisiin



Lisää ydinteknologioista

- Hyödyttöä kinastelua (julkista ja yksityistä) on lähes jokaisen ydinteknologia-alueen ratkaisuista.
 - Relaatio- vai oliotietokanta!
 - Basic pilaa aivot!
 - Fortran on kuollut!
 - jne
- Käyttötarkoitus on tärkeä.
 - One size does not fit all.
 - Jos vasara on ainut työkalu, niin ongelmat näyttävät nauloilta.
 - Jos kellon korjaus ei onnistu lekalla, niin onko vika lekassa?



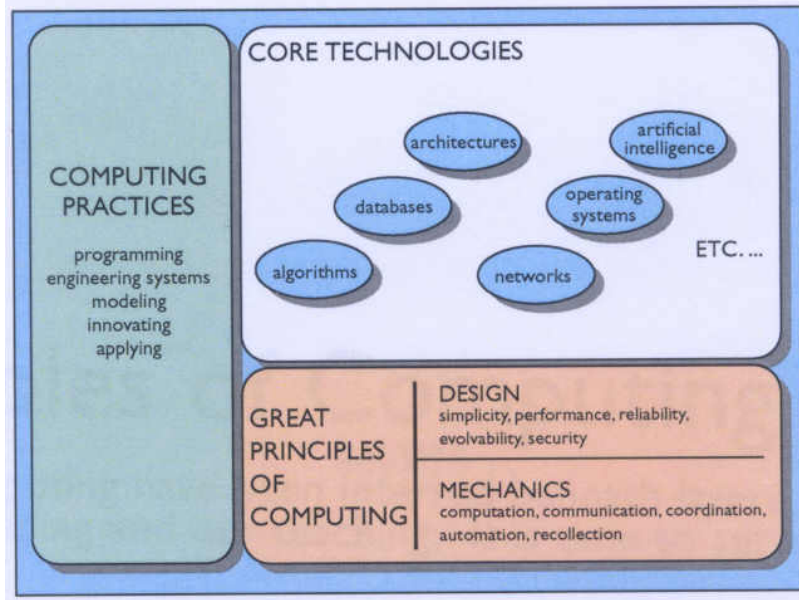
Termejä suomeksi ja englanniksi ja vähän muillakin kielillä

- *computing, computation*: laskenta, tietojenkäsittely
- tietojenkäsittely: *computing, computation, data processing, information processing*
- tietojenkäsittelytiede: *computer science* (US), *computing science* (osassa Eurooppaa)
- laskenta: *computing, calculus, census, counting, ...*
- Saksassa: tietojenkäsittelytiede: informatik
- informatiikka johtaa ajatuksia kirjaston suuntaan



Kokovartalokuvaan voisi liittää vuorovaikutuksia

Lähde: Peter J. Denning: Great Principles of Computing (Communications of the ACM, 46, 11, marraskuu 2003, sivut 15-20).





Denningin päätelmiä

- Peruseriaatteisiin ja käytäntöihin perustuva tietojenkäsittelyn kokonaiskuva edistää informaatioteknologian taustalla olevan tieteen ja insinööritaidon syvällistä ymmärtämistä.
- Kokonaiskuva parantaa merkittävästi tietojenkäsittelijöiden kykyä keskustella maallikoiden kanssa alan riskeistä, hyödyistä, mahdollisuuksista ja rajoista.
- Kokonaiskuva selventää ammattipätevyyttä, joka riippuu henkilön tiedoista ja taidoista tietojenkäsittelyn mekaniikoissa, suunnittelun periaatteissa, käytännöissä, ydinteknologioissa ja sovelluksissa.



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Johdatus tietojenkäsittelytieteeseen 3. Tietojenkäsittelyn ammattilaisen etiikka

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Tietojenkäsittelytieteen laitos



Tietojenkäsittelytutkimuksen etiikasta

- Tietojenkäsittelytieteen peruskysymys: Mitä voidaan automatisoida ja miten tämä tapahtuu tehokkaasti?
 - Tätä kysymystä toistetaan!

- Entä kysymys: Mitä pitäisi ja mitä ei pitäisi automatisoida?
 - Harvoin esitetty (toistaiseksi).
 - ”teknis-tieteellinen kehitys on välttämätöntä, koska ...”
 - Pitäisikö automatisoinnin vaikutuksia arvioida?

- Tietojenkäsittelytiede on enimmäkseen tarkoitushakuista.
 - Automatisointi on tavoite – siis jotakin konkreettista.

- Ongelma: kenen ja minkälaisia tarkoituksia ja tavoitteita edesautetaan?



Tieteen oikeutus (legitimiteetti)

- Tieteellisen totuuden etsintää pidetään riittävänä tieteen oikeutuksen perustana.

- Lähtökohta on näkemys, että tieteen tuottama tietämys koostuu löydetyistä totuuksista.
 - ihminen on utelias ja oppivainen ja kekseliäs
 - kognitiivisin perustein voidaan tieteellisen tiedon etsintää pitää sinänsä arvokkaana ja mahdollisesti oikeutettuna



Tietojenkäsittelytieteen tutkimuskohde

- ...systemaattisesti informaatiota kuvaavia ja muuntavia algoritmisia prosesseja...
 - ihmisten luomuksia

- Esimerkiksi fysiikassa, kemiassa ja biologiassa tutkimuskohde on olemassa (yleensä) ihmisistä riippumatta.
 - "löytämistä"

- Tietojenkäsittelytieteessä on siis samankaltaisia piirteitä kuin teknisissä tieteissä (insinöörityeissä), lääketieteessä ja yhteiskuntatieteissä.



Tietojenkäsittelijän ammattietiikka

- ACM:n (*Association for Computing Machinery*) ja IEEE:n (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) yhteisesti hyväksymät ohjelmistoammattilaisen eettiset periaatteet: *Software Engineering Code of Ethics and Professional Practices*.

- TTL:n (Tietotekniikan liitto) "Tietotekniikan ammattilaisen etiikan ohjeisto"



ACM:n ja IEEE:n ohjelmistoammattilaisten eettiset periaatteet

- ”Yleinen etu” – terveys, turvallisuus ja hyvinvointi – on keskeisin periaate.
- Kahdeksan periaatetta, joiden sanoma on:
 - Ajattele työsi laaja-alaisia vaikutuksia!
 - Tarkastele kohteletko ja kohtelevatko kollegasi muita ihmisiä oikeudenmukaisella arvonannolla!
 - Arvioi miten suuri yleisö, jos se olisi riittävän hyvin informoitu, suhtautuisi päätöksisi!
 - Analysoi toimiesi vaikutusta vähempiosaisiin!
 - Arvioi toimenpiteittesi hyväksyttävyyttä!
- Periaatteet ovat kokonaisuus, jota ei pidä käsitellä osina.



Kahdeksan ohjelmistoammattilaisen eettistä periaatetta (1 – 4)

1. Yleinen etu (8 alakohtaa).
 - Toimi aina yleisen edun mukaisesti.
2. Asiakas ja työnantaja (9 alakohtaa).
 - Toimi tavalla, joka parhaiten vastaa asiakkaasi ja työnantajasi etuja ja on yleisen edun mukainen.
3. Tuote (15 alakohtaa).
 - Varmista, että tuotteesi muutoksineen täyttää parhaalla mahdollisella tavalla ammatilliset normit.
4. Arviointi (6 alakohtaa).
 - Säilytä rehellisyys ja riippumattomuus arvioinneissasi.



Kahdeksan ohjelmistoammattilaisen eettistä periaatetta (5 – 8)

5. Johto (12 alakohtaa).
 - Johtajana ja päällikkönä sitoudu ja edistä eettistä ohjelmistokehitystä ja -ylläpitoa.
6. Ammattikunta (13 alakohtaa).
 - Edistä ammattikuntasi rehellisyyttä ja mainetta yleisen edun mukaisesti.
7. Kollegat (8 alakohtaa).
 - Ole rehti ja kannustava kollegojasi kohtaan.
8. Oma toiminta (9 alakohtaa).
 - Sitoudu ammattitaitosi jatkuvaan kehittämiseen ja edistä eettisyyttä ammattisi harjoittamisessa.



Yleinen etu – ohjelmistoammattilaisen kahdeksan alakohtaa (1 – 3)

1. Ota täysi vastuu työstäsi.
2. Sovita yhteen ohjelmistoammattilaisen oma, työnantajasi, asiakkaasi ja tuotteesi käyttäjän etu yleisen edun kanssa.
3. Hyväksy ohjelmisto vain, jos sinulla on perusteltu uskomus että, ohjelmisto
 - on turvallinen,
 - on määrittelyn mukainen,
 - läpäisee asianmukaiset testit,
 - ei heikennä elämän laatua eikä yksityisyyttä,
 - eikä vahingoita ympäristöä.
 - Tuotteen perimmäisten vaikutusten on oltava yleisen edun mukaisia.



Yleinen etu – ohjelmistoammattilaisen kahdeksan alakohtaa (4 – 6)

4. Paljasta asianmukaisille henkilöille tai viranomaisille mikä tahansa ohjelmistoon tai sen dokumentointiin liittyvä todellinen tai mahdollinen uhka, joka kohdistuu ohjelmiston tai sen dokumentoinnin kanssa mahdollisesti tekemisiin joutuvaan käyttäjään, yleisöön tai ympäristöön.
5. Osallistu ohjelmistojen, niiden asennusten, ylläpidon, tuen tai dokumentaatioiden aiheuttamien vakavien julkisten huolenaiheiden selvittelyyn.
6. Ole rehellinen ja vältä harhakuvia kaikissa ja aivan erityisesti julkisissa lausunnoissasi ohjelmistosta ja siihen liittyvistä dokumenteista, menetelmistä ja välineistä.



Yleinen etu – ohjelmistoammattilaisen kahdeksan alakohtaa (7 – 8)

7. Ota huomioon fyysisestä rajoittuneisuudesta, käytössä olevista resursseista, taloudellisesta eriarvoisuudesta ja muista syistä johtuvat tekijät, jotka voivat heikentää ohjelmiston hyötyjen saavutettavuutta.
8. Tarjoa ammattitaitoasi vapaaehtoisesti hyvien asioiden edistämiseen ja osallistu alan julkiseen koulutustehtävään.



Asiakas ja työnantaja (9 alakohtaa).

- Tutustu verkossa: <http://www.acm.org/about/se-code#full> kaikkiin kahdeksaan periaatteeseen ja niiden yhteensä 80 alakohtaan.



Tietotekniikan ammattilaisen etiikan ohjeisto – seitsemän kohtaa (TTL, Tietotekniikan liitto)

- Valta ja vastuu.
 - Älä käytä asemaasi väärin.
 - Kanna vastuusi – se näkyy tekoina ja toimina.
 - Tieto on valtaa ja tiedon käyttäminen vaatii viisautta kuten muukin vallankäyttö.
- Tieto ja kokemus.
 - Tunne rajasi: mitä osaat ja mitä et.
 - Alasi kehittyä – ylläpidä osaamistasi.
 - Tunne työtäsi koskeva, mm tietosuojaan liittyvä lainsäädäntö.
 - Älä panttaa tietoa vaan pyri lisäämään omaa ja muiden osaamista. Jaa kokemuksesi yhteisölle.
 - Suojaa kuitenkin asiakkaan omat asiat ja muut suojaamista vaativat tiedot.



Tietotekniikan ammattilaisen etiikan ohjeisto – seitsemän kohtaa (TTL, Tietotekniikan liitto)

■ Asenne.

- Älä toimi vain itseäsi vaan myös muita varten.
- Ota huomioon toimintasi kohteiden näkökanta.
- Älä anna valtaa ahneudelle ja piittaamattomuudelle.
- Ymmärrä, että työlläsi on merkitystä vain muiden ihmisten kautta.



Tietotekniikan ammattilaisen etiikan ohjeisto – seitsemän kohtaa (TTL, Tietotekniikan liitto)

■ Viestintä.

- Ymmärrä viestinnän merkitys.
- Kommunikoiki asiakkaasi kanssa, dokumentoi tekemisiesi ja tiedota toimistasi kaikille asianosaisille.
- Pyri viestimään selväkielisesti ja määrittele tarvittaessa käyttämäsi käsitteet.
- Viestinnän tavoitteena on yhteisen näkemyksen ja ymmärryksen luominen toiminnan pohjaksi.
- Asioidessasi asiakkaan kanssa kerro myös niistä seikoista, joita asiakas ei osaa itse kysyä.
- Kerro myös huonot uutiset.



Tietotekniikan ammattilaisen etiikan ohjeisto – seitsemän kohtaa (TTL, Tietotekniikan liitto)

- Muut ihmiset.
 - Kunnioita toisten työtä ja ota huomioon muiden ihmisten oikeus heidän luomaansa ja tekemäänsä.
 - Työsi koskee sidosryhmien kautta yhteiskuntaa laajemmin.
 - Käsittele työsi seuraukset ja ota huomioon esimerkiksi ihmisoikeudet, ympäristön suojelu, lainsäädäntö ja tekijänoikeudet.



Tietotekniikan ammattilaisen etiikan ohjeisto – seitsemän kohtaa (TTL, Tietotekniikan liitto)

- Eettisyyden kasvu.
 - Edistä eettisesti kestävien toimintatapojen yleistymistä tietotekniikka-alalla.
 - Toimiminen eettisesti on valinta, jonka jokainen yksilö voi tehdä tai olla tekemättä.
 - Eettisyys ei ole mustavalkoinen asia, vaan ihminen voi kehittyä koko ajan ottamalla ympäristöään enemmän huomioon
 - Nämä ohjeet pyrkivät esittämään tietotekniikan ammattilaiselle eettisen toimintamallin, joka tukee sekä hänen itsensä että ympäristönsä eettistä kasvua.



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Johdatus tietojenkäsittelytieteeseen 4. Silmäys tietojenkäsittelyn ydineknologioihin

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Tietojenkäsittelytieteen laitos



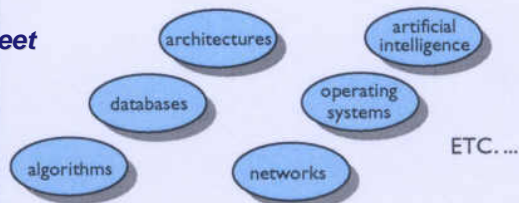
Kurssin sisältö

Lähde: Peter J. Denning: Great Principles of Computing (Communications of the ACM, 46, 11, marraskuu 2003, sivut 15-20).

- Luku 1: Historiaa**
- Luku 2: Kokonaiskuva**
- Luku 3: Eettiset perusteet**
- Luku 7: COMPUTING PRACTICES**

programming
engineering systems
modeling
innovating
applying

Luku 4: CORE TECHNOLOGIES



GREAT PRINCIPLES OF COMPUTING

Luku 6: DESIGN

simplicity, performance, reliability, evolvability, security

Luku 5: MECHANICS

computation, communication, coordination, automation, recollection



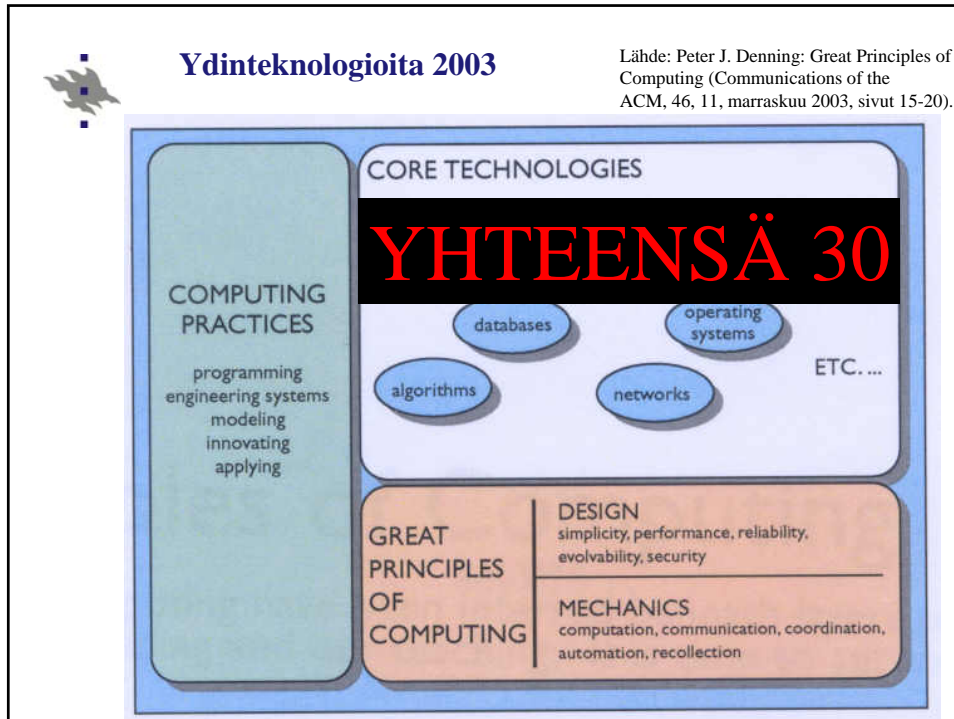
Ydinteknologiat 1950-luvulla

1. algoritmit (*algorithms*)
2. numeeriset menetelmät (*numerical methods*)
3. laskennan mallit (*computation models*)
4. kääntäjät (*compilers*)
5. ohjelmointikielet (*programming languages*)
6. logiikkapiirit (*logic circuits*)



Ydinteknologioita 1990-luvulle tultaessa lisää

7. käyttöjärjestelmät (*operating systems*)
8. tiedonhaku (*information retrieval*)
9. tietokannat (*databases*)
10. tietoverkot (*networks*)
11. tekoäly (*artificial intelligence, AI*)
12. ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutus (*human-computer interactions, HCI*)
13. ohjelmistotekniikka (*software engineering*)



Algoritmit

- Persialainen matemaatikko ja tähtitieteilijä Al-Khwarizmi.
- Äärellinen joukko täsmällisiä, suoritettavissa olevia ohjeita, jotka ohjaavat päättyvää tehtävän suorittamista.
- Tietojenkäsittelyssä algoritmit lopulta suoritetaan tietokoneella.
 - Väliin tarvitaan monta ydinteknologiaa.
- Algoritmitutkimuksessa
 - kehitetään algoritmeja
 - analysoidaan niiden ominaisuuksia



Tekoäly

- Tietokoneohjelman osoittama äly.
- Vaikeasti määriteltävissä.
- Tekoälytutkimuksessa tarkastellaan järjestelmiä, jotka automatisoivat älykästä toimintaa edellyttäviä tehtäviä:
 - ohjaus (*control*),
 - suunnittelu ja ajoitus (*planning and scheduling*)
- Sovellusalueita: puheen tunnistus, asiantuntijajärjestelmät, videopelit, yms.



Kääntäjät

- Ohjelmointikielen kääntäjä on tietokoneohjelma, joka muuntaa ohjelmointikielisen lähdekoodin (*source code*) konekieliseen muotoon (*object code*).
- Käännös on usein kaksivaiheinen:
 - Lähdekoodi välimuotoon
 - Välimuotoinen koodi objektikoodiksi
 - selaaaja tunnistaa alkionimet (*token*)
 - jäsenen tunnistaa kielen rakenteet
 - semanttisessa analysysissä tutkitaan mm tietotyyppien käytön oikeellisuus
 - objektikoodin optimointi



Laskennallinen tiede

- Muiden tieteenalojen tutkimusongelmia kuvaavien mallien ratkaisemista tietokoneen avulla.
- Mallien muodostaminen usein yhteistyötä.
- Mallien ratkaisu- ja analysointimenetelmien tutkiminen ja kehittäminen on tietojenkäsittelytieteen tutkimusalue.
- Laskennallinen
 - biologia
 - lääketiede
 - kemia
 - fysiikka
 - tilastotiede
 - jne



Tieteellinen laskenta

- Eri tieteenaloilla käytettävien matemaattisten mallien numeerisia ratkaisumenetelmiä sekä niiden tietokonetoteutuksia.
- Numeerinen analyysi osa tieteellistä laskentaa.
- Usein ”numeronmurskausta” eli pitkiä laskutoimituksia.
- Tieteellinen laskenta – laskennallinen tiede: kietoutuvat usein yhteen.



Tietokoneen rakenne

- Tietokonearkkitehtuuri on tietokoneiden rakenteen suunnittelun taustalla oleva teoria.
 - Laitteiston suunnittelu siten, että laitteisto käyttäytyy ohjelmoijien olettamalla tavalla.
 - Toteutusteknologioiden (esim. puolijohteiden) käyttäminen siten, että laitteisto on "mahdollisimman hyvä".
- Mahdollisimman hyvä riippuu suunnittelun tavoitteista:
 - hinta vs nopeus
 - koko, paino, virrankulutus



Tiedon louhinta

- Suurista tietomassoista etsitään kaavaimia (*pattern*), kuten assosiaatiosääntöjä.
- Käytetään laskennallisia tekniikoita esimerkiksi
 - tilastotieteellisiä menetelmiä,
 - tiedon haun menetelmiä,
 - koneoppimisen menetelmiä,
 - hahmontunnistuksen menetelmiä.
- KDD: Knowledge-Discovery in Databases
- Tavoitteena löytää tietomassasta (data) aiemmin tunnistamatonta ja mahdollisesti hyödyllistä tietoa.



Tietoturva (*data security*)

- Tietoturva (*information/data security*) on tiedon luotettavuudelle asetettuja kriteereitä.
 - saatavuus (*availability*)
 - luottamuksellisuus (*confidentiality*)
 - pääsynhallinta (*access control*)
 - salaus (*encryption*)
 - eheys (*integrity*)
 - tarkistussumma (*checksum*)
 - tarkistuskoodi (*cyclic redundancy check, CRC*)
 - digitaalinen (sähköinen) allekirjoitus (*digital signature*)
 - kiistämättömyys (*non-repudiation*)
 - tunnistus (*identification*)
 - todennus (*authentication*)
- Oikea tieto oikeille ihmisille oikeaan aikaan!



Tietorakenteet (*data structures*)

- Tietorakenteet ovat
 - tapoja, miten tieto talletetaan tietokoneen muistiin ja
 - operaatioita, joiden avulla tietoja päästään käyttämään.
- Tietorakenteiden valinta (suunnittelussa) vaikuttaa olennaisesti tiedonkäsittelyn tehokkuuteen (mm suoritus aika, muistitilan tarve, virhealttius).
- Ohjelmointikielissä on yleensä valmiit ja tehokkaat tietorakenteiden käsittelymahdollisuudet.
- Pino, jono, lista, hajautustaulu, puu, taulukko, ...



Tietokannat (*databases*)

- Tietokokoelma, joka muodostaa hallinnollisen kokonaisuuden.
- Tietokannan tietomalli (*data model*) määrää tiedon rakenteen ja käsittelyn (kyselykielet).
- Tietokannoille on tyypillistä tietoriippumattomuus:
 - tietokannoissa tiedon rakenteen kuvaus on erillään ohjelmista
- Tietokannan hallintajärjestelmällä (*database management system, DBMS*) perustetaan tietokanta ja hallitaan sen tietoja.



Sanan transaktio (*transaction*) merkityksiä

- *Transaction processing* tarkoittaa yleensä suomeksi transaktioiden käsittelyä tietokantojen yhteydessä.
- *Event handling* tarkoittaa yleensä suomeksi tapahtumankäsittelyä tapahtumaohjatuissa järjestelmissä, kuten esim. graafisissa käyttöliittymissä.
 - näppäintä painettu
 - hiirtä liikutettu
 - valittu toimenpide
 - ajastin
- Varovaisuutta: *Transaction processing* joskus tapahtumakäsittelyä yms sotkua! Entä keskeytys (*interrupt*)?



Transaktio (*transaction*) tietokantojen yhteydessä

- Transaktioiden käsittelyllä hallitaan mm. tietokannan tietojen samanaikaista käyttöä.
 - Toimintaketjuja, joita ei saa keskeyttää.
- Samanaikaisuuden hallinta takaa transaktioiden jälkeen tietojen oikeellisuuden: ACID-säännöt
 - Atomisuus (*Atomicity*)
 - Oikeellisuus (*Consistency*)
 - Eristys (*Isolation*)
 - Pysyvyys (*Durability*)



Päätöksenteon tukijärjestelmät (*decision support systems, DSS*)

- Ohjelmistoja, jotka tukevat päätöksentekoa organisaatioissa.
 - ei automaattisia päätöksiä
 - vuorovaikutteisia
 - laajentaa käyttäjän kognitiivista päätöksentekokykyä
- *DSS* on käsitteenä laaja
 - Johdon tietojärjestelmät (*management information systems, MIS*)
 - Ylimmän johdon tietojärjestelmät (*executive information systems, EIS*)
- Monitieteistä ja monta tkt:n ydinteknologiaa, esim, tietokannat, käyttöliittymät, tekoäly, visualisointi, ...



Hajautettu tietojenkäsittely (*distributed computation*)

- Fyysisesti eri paikoissa verkossa olevien tietokoneiden yhteistoiminta tehtävän suorittamiseksi.
- Käyttäjät ja tietojenkäsittelykapasiteetti yhdistetään läpinäkyvästi, avoimesti ja skaalautuvasti (kun tarvitaan enemmän, niin saadaan vaivattomasti enemmän)
- Tavoitteena parempi resurssien saatavuus, vikasietoisuus (*fault-tolerance*) ja suoritusteho.



Rinnakkaislaskenta (*parallel computation*)

- Tehtävä jaetaan osatehtäviin, joita suoritetaan rinnakkain (samanaikaisesti) usealla suorittimella.
- Tavoitteena nopeampi tehtävän valmistuminen.
- Tavoitteena parempi resurssien saatavuus, vikasietoisuus (*fault-tolerance*) ja suoritusteho.
- Tutkimuskohteita:
 - Laitteistoarkkitehtuurit, erityisesti prosessorien välinen ja prosessorien ja muistien välinen kytkentä.
 - Rinnakkaislaskentaan soveltuvat algoritmit.
 - Säikeiden välinen kommunikointi.



Sähköinen kaupankäynti (*e-commerce*)

- Tuotteiden tai palveluiden jakelu, osto, myynti, markkinointi ja tarjonta tietoverkkojen välityksellä.
- Sähköisen kaupankäynnin järjestelmä on monitieteinen.
- Tarvitaan mm
 - toimiva tietoteknologia,
 - sopivia liiketoimintamalleja ja
 - riittävä tietoturvaan perustuva luottamus.
- Usein tarvittavia toimintoja:
 - Sähköinen varainsiirto (*electronics fund transfer*).
 - Tuotantoketjun hallinta (*supply chain management*).
 - Välitön transaktioiden käsittely (*online transaction processing*).
 - Sähköinen tiedonvaihto (*electric data interchange, EDI*).
 - Automatisoidut varastokirjanpitojärjestelmät.
 - Automatisoidut tiedonkeruujärjestelmät.



Tietokonegrafiikka (*computer graphics*)

- Kattaa visuaalisen tietojenkäsittelyn.
 - Kuvien synteettinen tuottaminen
 - Reaalimaailmasta peräisin olevan visuaalisen informaation ja tilatiedon (*spatial information*) muokkaaminen.
- Joitakin osa-alueita:
 - tosiaikainen kolmiulotteisten kuvien esittäminen (*3-D rendering*),
 - animointi,
 - videosignaalin käsittely,
 - visuaalisten tehosteiden luonti ja muokaus,
 - kuvan (*image*) muokkaaminen ja mallintaminen.
- Sisältää usein matemaattisia malleja ja laskentaa.



Ihmisen ja tietokoneen vuorovaikutus (*human-computer interaction, HCI*)

- Monitieteistä: mm. estetiikka, muotoilu, psykologia, jne
- Tietojenkäsittelytieteessä keskitytään käyttöliittymään (*user interface, UI*).
 - Ohjelmisto.
 - Laitteisto, myös oheislaitteet.
- Tietokoneet ja tietokonejärjestelmät käyttäjäystävällisemmiksi (*user-friendly*) ja helppokäyttöisemmiksi!



Tiedonhaku (*information retrieval*)

- Tiedon – tekstiä, ääntä, kuvaa, dataa – etsimistä (*search*) dokumenteista.
- Dokumenttien etsimistä.
- Dokumentteja kuvaavan tiedon (*metadata*) etsimistä.
- Etsintä tietokannoista ja tietoverkoista.
- Aluksi tieteellisten julkaisuiden sisältämän informaation haun automatisointia.
- Webin hakukoneet nykyisin ehkä yleisimmin käytettyjä sovelluksia.



Luonnollisen kielen käsittely (*natural-language processing*)

- Tekoälyn ja kielitieteen yhteisellä maaperällä.
- Tutkitaan luonnollisen kielen automaattisen tuottamisen ja ymmärtämisen ongelmia.
- Tietokannan tiedoista luonnollista puhetta.
- Puheesta esitysmuoto, jota tietokoneen on helppo käsitellä.



Tietoverkot (*networks*)

- Tietoliikenneyhteyksillä ja tietoliikenneprotokollilla yhteen kytkettyjen tietokoneiden järjestelmä.
- Tutkimusalueita:
 - Tietoliikennelaitteet.
 - Tiedon esitysmuodot.
 - Tietoturva.
 - Tietoliikenneprotokollat.
 - Verkonhallinta (*network management*).
 - Langaton tiedonsiirto (*wireless communication*).
 - Liikkuva tietojenkäsittely (*mobile computing*).



Käyttöjärjestelmät (*operating systems, OS*)

- Ohjelmisto, joka hallinnoi tietokoneen laitteistoa ja ohjelmistoja.
- Käyttöjärjestelmä palvelee muita ohjelmia:
 - Muistin hallinta ja jakaminen (*allocation*).
 - Käskyjen suorituksen järjestäminen (*prioritizing*).
 - Oheislaitteiden hallinta.
 - Tietoliikenteen tukeminen.
 - Tiedostojen hallinta.



Käyttöjärjestelmät

- Huolehtii
 - keskeytyksistä (*interrupts*),
 - ajastimista (*timers*),
 - prosesseista (*processes*) ja säikeistä (*threads*) sekä niiden vuorottamisesta (*scheduling*),
 - samanaikaisuuden hallinnasta (*concurrency control*)
 - samanaikaisesti suoritettavien ohjelmien eristämisestä ja
 - prosessien välisestä kommunikoinnista (*interprocess communication*).



Käyttöjärjestelmät

- Tutkimusalueita ovat mm
 - muistinhallinta (*memory management*),
 - tiedostojärjestelmät (*file systems*),
 - samanaikaisuuden hallinta (*concurrency control*),
 - vikasietoisuus (*fault-tolerance*) ja
 - virrankulutuksen hallinta.



Ohjelmointikieliet (*programming languages*)

- Täsmällisesti määritelty tapa antaa tietokoneelle toimintaohjeet.
 - Syntaksi (*syntax*) eli lauseoppi (sanasto ja kielioppisäännöt).
 - Semantiikka (*semantics*) eli merkitysoppi.
- Ohjelmointikielessä määritellään mm. ohjelmoijan käytössä olevat
 - tietotyypit (*data types*),
 - tietorakenteet (*data structures*),
 - lauseet
 - jne
- Tutkimusalueita ovat mm. ohjelmointikielten ominaisuudet ja ohjelmointimallit (*paradigms*).



Tosiakajärjestelmät (*real-time systems*)

- Järjestelmiä – laitteisto ja ohjelmisto – joiden on täytettävä aikavaatimus.
- Tosiakajärjestelmän ei välttämättä tarvitse olla nopea, mutta tulos on oltava valmis aikarajaan (*deadline*).
- Luokitellaan koviin (*hard*) ja pehmeisiin (*soft*) sen mukaan kuinka ehdottomia aikarajat ovat.
 - Kovan tosiakajärjestelmän tulos on aina virheellinen, jos aikaraja ylittyy.



Robottiikka (*robots*)

- Robotti on elektro-mekaaninen laite, joka tekee tehtäviä autonomisesti tai ennalta ohjelmoidusti.
- Robottiikassa tarvitaan elektroniikan, mekaniikan ja ohjelmistotekniikan hallintaa.
- Tiettyyn tehtävään soveltuvan robotin kehittämiseen tarvitaan mm
 - havaintoja tekeviä tunnistimia (*sensors*),
 - ohjausalgoritmeja ja
 - robotin mekaanista toimintaa ohjaavat säätimet (*actuators*).



Ohjelmistotekniikka (*software engineering*)

- Ohjelmistojen suunnitteluun, toteuttamiseen ja ylläpitoon kuuluvia tekniikoita ja käytäntöjä.
 - Tietojenkäsittelytieteen ydinteknologioita.
 - Projektinhallintaa (*project management*).
 - Insinööritaitoa (*engineering*).
 - Sovellusalueen tietämystä.
- Ohjelmistotekniikassa kustannukset ja luotettavuus ovat yhtä keskeisiä kuin perinteisimmillä insinööritaidon alueilla.



Ohjelmistotekniikka

- IEEE:n standardi 610.12 määrittelee, että ohjelmistotekniikka on
 - systemaattisen, kurinalaisen ja ilmaistavissa olevan menettelytavan käyttämistä ohjelmiston kehittämisessä, käytössä ja ylläpidossa sekä
 - tällaisten menettelytapojen tutkimista.



Supertietokoneet (*supercomputers*)

- Aikansa laskentateholtaan suorituskykyisimpiä tietokoneita.
- Laskentatehon kasvattaminen on yleensä tapahtunut
 - lisäämällä innovatiivisesti rinnakkaisuutta käskyjen käsittelyssä,
 - huolellisella muistihierarkian suunnittelulla ja
 - prosessorin rakenteen yksityiskohtaisella suunnittelulla.
- Yleensä suunniteltu tietyn tyyppiseen tietojenkäsittelyyn – useimmiten numeeriseen laskentaan.



Virtuaalitodellisuus (*virtual reality*)

- Käyttäjä on vuorovaikutuksessa tietokoneella simuloidun ympäristön kanssa.
 - Simuloitu ympäristö voi olla
 - todellisuuden kaltainen (esim. lentäjäkoulutus) tai
 - todellisuudelle vieras (esim. monet videopelit).
- Simuloidussa ympäristössä on
 - yleensä visuaalisia kokemuksia
 - tavallisella näyttölaitteella tai
 - erityisellä stereoskooppisella näytöllä.
 - usein myös kuvan kanssa synkronoitua ääntä.



Konenäkö (*vision*)

- Tutkitaan, miten tietokone saadaan "ymmärtämään" kuvien sisältöä.
- Kuvista etsitään tiettyä tarkoitusta palvelevaa informaatiota:
 - Sovelluksia esim.
 - lääketieteessä,
 - laitteen ohjauksessa,
 - laadunvalvonnassa.
- Kehitettävää riittää...tekoälyä, signaalinkäsittelyä, neurobiologiaa, matematiikkaa, fysiikkaa (valon heijastuminen pinnoista), ...



Visualisointi (*visualization*)

- Menetelmät, joilla luodaan kuvia, kaavioita tai animaatioita.
- Tavoitteena on parantaa tiedon välittymistä.
- Sovelluksia esim.
 - tieteissä,
 - tekniikassa,
 - tuotekehityksessä ja tuotannossa,
 - opetuksessa ja
 - lääketieteessä.
- Tietokonegrafiikka on visualisoinnin tärkein apuväline.



Työnkulku (*workflow*)

- Organisaation työtehtävien tekemisen järjestäminen tietokonejärjestelmiä apuna käyttäen.
 - Miten työtehtävät järjestetään?
 - Kuka suorittaa minkäkin tehtävän?
 - Missä järjestyksessä työtehtävät on suoritettava?
 - Mitkä ovat tehtävän aloittamisen edellytykset?
 - Miten tietovirrat tukevat tehtävän suorittamista?
 - Miten tehtävien etenemistä seurataan?

- Työnkulun tukijärjestelmissä (*workflow systems*) on usein kaksi osaa:
 - Työnkulun mallintaminen (*workflow modeling component*).
 - Työnkulun seuranta (*workflow execution component, workflow run-time system*)