

ELEC-C7110

Informaatioteknologian perusteet

Johdanto

7. & 8.1.2019

Kalevi Kilkki

Tietoliikenne- ja tietoverkkotekniikan laitos

Kurssin järjestelyt - henkilöt



- » Kalevi Kilkki (kalevi.kilkki@aalto.fi)
 - › Luennot ja kurssin sisältö
 - › TKT, vanhempi yliopistonlehtori
 - *vastaavalla kurssilla opiskelijana v. 1978*
 - *vastuuopettajana vastaavalla kurssilla v. 1990 - 96, 2014 -*
 - › Alan työkokemus
 - TKK (1982-90), Tele (nyk. Sonera 1990-95), Nokia (1995-2008), Aalto (2008 →)
 - Palvelun laatu (Quality of Service), käyttäjäkokemus (Quality of Experience) ja alan liiketoiminta
- » Juho Kaivosoja (juho.kaivosoja@aalto.fi)
 - » Kurssiassistentti, laskuharjoitukset
- » Ville Pulkki: Kommunikaatioakustiikka
- » Tom Bäckström: Puheteknologia

Kurssin rakenne

- » 7+2 asiakokonaisuutta = jakso (viikko)
- » Viikko: 2+2 tuntia luentoja ma 14:15, TU1/1017, ti 14:15, E/Y124
2 tuntia harjoituksia ke 12.15, TU1/1017
 1. Johdanto ma 7.1. & ti 8.1.
 2. Tietoliikennealan palvelut ma 14.1. & ti 15.1. ma klo 14-15: paneelikeskustelu
 3. Tiedonsiirto ma 21.1. & ti 22.1.
 4. Kiinteät verkot ma 28.1. & ti 29.1.
 5. Matkaviestintä ma 4.2. & ti 5.2.
 6. Tietojenkäsittely ma 11.2. & ti 12.2.
(tenttiviikko – ei opetusta ma 18.2. & ti 19.2.)
 7. Internet ma 25.2. & ti 26.2.
 8. Kommunikaatioakustiikka ma 4.3. & ti 5.3.
 9. Puheteknologia ma 11.3. & ti 12.3.

TENTTI 10.4.2019

Tavoitteet

- » Opettaa informaatioteknologiaan liittyen:

1. Yleisnäkemyistä
2. Tietoa
3. Taitoa \approx mielen automatiikkaa
4. Asennetta (erityisesti opiskeluun liittyvä)

- » Luennot (tieto, näkemys)
 - › Eivät kata koko kirjallista materiaalia
 - › Muutama asia per tunti
 - Tenttikysymykset (lähinnä) luennoilla käsitellyistä asioista
 - Olennaisimmat aiheet (5) kunkin luvun alussa!
- » Harjoitukset (taito)
 - › ”Teoriaan” tutustuminen
 - › Matemaattisia malleja harjoiteltava
 - Ei älykkyydesti vaan osa opiskelua

Kurssimateriaali

- Vain tätä kurssia varten
- 30 sivua/viikko MyCourseessa
- Kalvot luentojen jälkeen MyCourseen
- Tavoite: yleisnäkemys alasta ja tietoa perusasioista
- Parasta olisi lukea teksti ennen luentoa
 - ”myös lukemalla voi oppia” (asenne!)
- Virheistä ja epäselvyyksistä saa huomauttaa!
 - kalevi.kiilki@aalto.fi

K. Kiilki Informaatioteknologian perusteet (2019) 164

korkeamman kellotaajuuden käytön koska jännite ehtii nousta tarvittavaan arvoon nopeammin (jännitteen muutokset tapahtuvat aina rajallisessa ajassa). Nykyisissä tehokkaissa prosessoreissa jännite on tyyppisesti hieman yli 1 V.

Integrointilaste (komponenttien määrä piirillä) riippuu olennaisesti käytetystä viivanleveydestä. Nykyisillä tiheimmin pakatuilla integroiduilla piireillä viivanleveys on 14 nm.²⁶² Pienemmillä viivanleveyksillä kvanttimekaaniset ilmiöt alkavat olennaisesti vaikuttaa elektronien käyttäytymiseen, mikä tekee piirien suunnittelusta erittäin vaikeaa. Vastaavasti, kellotaajuuksia on hyvin vaikea nostaa juurikaan yli 5 GHz:n, koska tehokulutus nousee suunnilleen suoraan suhteessa kellotaajuuteen.²⁶³ Viime vuosina kehitys ei olekaan enää tapahtunut kellotaajuuden kasvattamisella vaan rinnakkaisuuden lisäämisellä.

Periaatteessa tietokoneen ja sen prosessorin toiminta perustuu siis sähkömagneettisiin ja kvanttimekaanisiin ilmiöihin ja kaikki muu sen yläpuolella on vain abstraktia kuvausta, transistorista alkaen, kuten kuvassa 6.7 on hahmoteltu. Tyyppillisen tietekniikan insinöörin kannalta atomifysiikan ilmiöt ovat kuitenkin toissijaisia, kunhan lopputulos sopivalla abstraktiotasolla on juuri se mihin pyritään.

Kuva 6.7. NAND-operaatio eri abstraktio- tai esitystasolla. Huomaa erityisesti, että mikropiireissä sisään- ja ulostulot ovat jännitteitä, ei totuusarvoja.

²⁶² Tämä 14 nm on noin viidesuhannesosa tyyppillisen hiuksen paksuudesta. Pien atomija 14 nm leveyksille viiväille mahtuu rinnakkain noin 100 kapollista.

²⁶³ Vertailun vuoksi mainittakoon, että IBM PC:n kellotaajuus vuonna 1981 oli 4,77 MHz eli tuhannesosa nykyisestä.

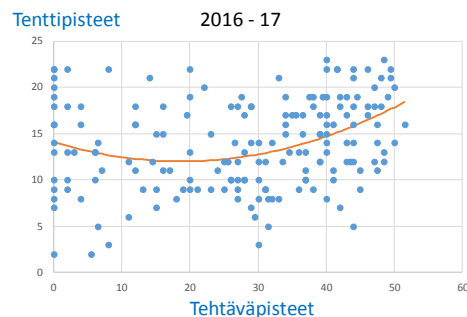
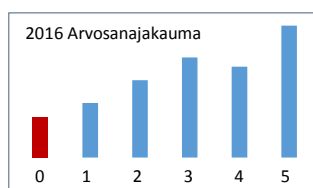
Kurssin järjestelyt

- » Maanantain luento
 - › Ennakkotehtävä (viikot 2 - 7) max 2p
- » Tiistain luento
 - › Luento(aktivointi)tehtävä max 1p
- » Laskuharjoitukset
 - › Keskiviikkoisin 12:15-14:00 max 3p
 - › Palautus: MyCourse: viimeistään torstaina klo 16

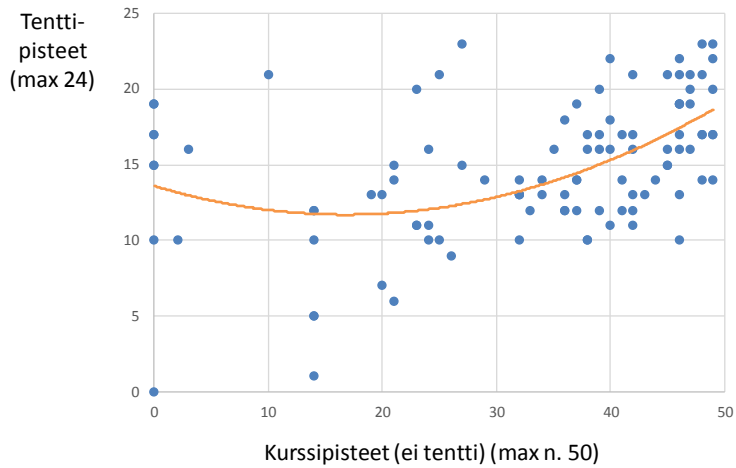
» **HUOM! Puheteknologia ja kommunikaatioakustiikan jaksoilla saatetaan noudattaa eri systeemiä ilman luentotehtäviä ja pisteitä!**

Suoritus ja arvosanat

- » Ei pakollisia osuuksia tai läsnäoloa, pisteitä saa
 - › Ennako-, laskuharjoitus- ja luentotehtävistä & tentistä
- » Arvosana = $\max\{f_1(P_{\text{tehtävät}} + 2,5 \cdot P_{\text{tentti}}); f_2(P_{\text{tentti}})\}$
 - joko pelkkä tentti (hieman vaikeampi saada hyvä arvosana)
 - tai kokonaispistemäärä (suositeltava tapa)



Kevät 2018



ELEC-C7110

9

Sääntöjä

§1: Kurssien tehtävien palautuksien aikarajat ovat tiukkoja

§2: Kun palautus tiedostona, vain PDF-tiedosto sallittu, kaikki muut tiedostomuodot (myös .zip) hylätään

§3: Älkää kopioiko edellisen vuoden laskuharjoitustehtävien ratkaisuja \Rightarrow 0 pistettä (jos vastaus siis edelliseltä vuodelta ja väärä)

§4: Tentissä sallittu vain peruslaskin (ei tekstimateriaalia)

ELEC-C7110

10

Kurssin tarkoitus

- » Miksi olet täällä?
 - › Ja miten aiot opiskella?
- » Keskustelu: **Mikä on tämän kurssin arvo ja merkitys?**

Tenttikysymys (2. tentti v. 2014)

- » ”Erilaiset verkkotopologiat ja niiden vaikutus verkkopalveluiden luotettavuuteen”
 - › 6 (25:stä) ei vastannut lainkaan
 - › 3 **arvasi** täysin väärin mitä **topologia** tarkoittaa
 - › Sana topologia mainittu materiaalissa 18 kertaa

» Mitä tästä voimme oppia?

1. Perusasiatkin pitää opettaa ja opetella
2. Luentomateriaali on tehty opiskelua varten

Kysykää luennolla heti jos termi tai asia jää epäselväksi

Oppimistyyleistä ja -tavoista

- » Jokainen voi opetella erilaisia oppimistapoja!
 - › Tavat eivät ole synnynnäisiä vaan opittuja
- » Suosituksia
 1. Tutustu aiheeseen etukäteen
 - 15 min on hyödyllinen
 2. Ole pikemminkin utelias kuin muistikone
 3. Muistiinpanoja kannattaa kirjoittaa ja piirtää käsin
 - Aktivoi aivoja eri tavoin kuin näpyttely
 4. Vain ”ylioppiminen” takaa pysyvän osaamisen
 - Taitoa pitää harjoitella senkin jälkeen kun jo luulee osaavansa
 5. Muille opettaminen on erityisen tehokas oppimismenetelmä

Palaute v. 2018

- » ”Hieman **höpöhöpön** ja **käsienheiluttelun** suuntainen kurssi. **Vanhaa** asiaa kaikki ja kovin **yleistä.**”
 - › Hmm.... kaikki palaute on tervetullutta, mutta mieluummin rakentavassa hengessä
 - › MyCourse materiaalisivuilla lyhyt essee
- » Toimenpiteitä
 - › Materiaalia lyhennetty n. 15 s., mm. historian osalta
 - › Esimerkkitehtäviä vähän lisätty ja pyritty selkeyttämään (?)
 - › Yksi tenttitehtävä tulee olemaan pohdiskeluessee
- » Jatkossa
 - › Sanasto Suomi-Ruotsi-Englanti
 - nyt suosittelen tieteen termipankkia
 - › Luentojen nauhoitus

Tämän viikon keskeiset aiheet

(• mahdolliset tenttikysymykset)

1. Informaatioon liittyvät käsitteet
 - ”Selosta lyhyesti käsitteet informaatio, data, tieto ja ymmärrys”
2. Viestintäjärjestelmän perusosat
 - ”Viestintäjärjestelmien peruskomponentit ja –tavoitteet”
3. Suuruusluokat femtosta (f) petaan (P)

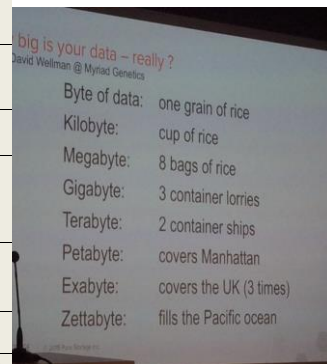
(ei erillistä kysymystä, mutta suuruusluokkien ja lyhenteiden tuntemusta vaaditaan muissa tehtävissä)
4. Informaation lyhyt historia
 - ”Vertaile informaatioteknologian tasoa vuosina 1850 ja 1950”
5. Ihmisten tarve kommunikoida
 - ”Pohdi miten (jos lainkaan) ihmisten perimmäinen tarve kommunikoida toistensa kanssa on muuttunut 200 vuoden aikana”

ELEC-C7110

15

			Teho desibeleinä vs. mW (dBm) ¹	Esimerkkejä tehona (W)
eksa (exa)	E	10 ¹⁸	1 EW = 210 dBm	2,6 EW riittäisi höyrystämään yhden kuutiokilometrin verran vettä sekunnissa
peta	P	10 ¹⁵	1 PW = 180 dBm	Auringon säteilyteho maahan ≈ 174 PW
tera	T	10 ¹²	1 TW = 150 dBm	Sähkön tuotanto maailmassa keskimäärin ≈ 3 TW
giga	G	10 ⁹	1 GW = 120 dBm	Ihmiskunnan aivojen tehonkulutus ≈ 100 GW Sähkön tuotanto Suomessa keskimäärin ≈ 8 GW Bitcoinin laskennan tehonkulutus ≈ 8 GW
mega	M	10 ⁶	1 MW = 90 dBm	Haminan datakeskuksen tehontarve ≈ 100 MW Suomen mobiiliverkkojen yhteenlaskettu tehonkulutus ≈ 60 MW
kilo	k	10 ³	1 kW = 60 dBm	Teslan kahden moottorin yhteisteho ≈ 580 kW TV-lähetyksen säteilyteho mastossa (max) ≈ 2 kW
-	-	1	1 W = 30 dBm	Tukiaseman säteilyteho (max) makrosoluissa ≈ 200 W, mikrosoluissa ≈ 10 W Aivojen tehonkulutus ≈ 20 W Mobiiliverkon tehonkulutus liittymää kohti ≈ 10 W
milli	m	10 ⁻³	1 mW = 0 dBm	Matkapuhelimen lähetysteho (max) ≈ 100 mW WLAN tukiaseman lähetysteho ≈ 100 mW Tyypillinen Bluetooth lähetysteho ≈ 2,5 mW
mikro (micro)	μ	10 ⁻⁶	1 μW = -30 dBm	Täysikuun valon teho paljaaseen silmään ≈ 1 μW
nano	n	10 ⁻⁹	1 nW = -60 dBm	TV-lähetyksen signaalin voimakkuus, kun signaali on vahva ≈ 1 nW
piko (pico)	p	10 ⁻¹²	1 pW = -90 dBm	Aivojen tehonkulutus hermosolua kohti ≈ 200 pW Tyypillinen vastaanotetun signaalin voimakkuus matkapuhelimessa (4G) ≈ 10 pW Pohjantähden valon teho silmään ≈ 1 pW
femto	f	10 ⁻¹⁵	1 fW = -120 dBm	Vastaanotetun signaalin voimakkuus matkapuhelimessa, jolla juuri ja juuri saa yhteyden ≈ 10 fW
atto	a	10 ⁻¹⁸	1 aW = -150 dBm	Teoreettinen raja signaalin voimakkuudella, joka riittää toimivaan puheyhteyteen ≈ 3 aW

Suuruusluokat



16

Informaatioteknologia



© K. Kähkö

Informaatioteknologia kattaa tietokoneet ja tietoliikennelaitteet sekä niiden avulla suoritettavan informaation muokkaamisen, siirron, tallentamisen ja hakemisen.

Esimerkkejä: Internet, älypuhelimet, kaupan tietojärjestelmät, sulautetut järjestelmät, langattomat lähiverkot, hakukoneet, sovellukset ja pilvipalvelut.



Termejä (1)



© K. Kähkö

- » Informaatio
 - › informare (lat.) = muotoilla, neuvoa, opettaa

- » vs. data, tieto, ymmärrys, tietämys, taito

Termejä (2)

- » **Tiedon** klassinen määritelmä (Platon, Theaitetos, n. 369 eKr)
 - › perusteltu tosi uskomus, tai oikea käsitys yhdessä selityksen kanssa
 - ”oikea” = (alalla) yleisesti uskottu
- » Suomen kieli
 - › ”Tietää”
 - on merkinnyt tien tuntemista,
 - käytännöllistä tietämystä ja osaamista
 - › ”Ymmärtää”
 - viittaa ympäri kiertämiseen!
 - ymmärrämme kun tunnemme asian eri puolet

19

Termejä (3)

- » communicare (lat.) = tehdä yhdessä
- » communicatio (lat.) = lähettäminen, välittäminen
- » data = monikko sanasta datum (lat.) = annettu
 - › Käytännössä jotain joka voidaan esittää bitteinä
- » tele (kreik.) = kaukainen
- » tekhnē (kreik.) = taito, menetelmä
- » -logia ← legein (kreik.) = puhua
- » v’esti (muinai-slaavi) = kuljettaa
- » v’est’ (muinai-slaavi) = viesti

20

Esimerkki



© K. KILKKI

Nillele kevoavui min tupalmanata,
vatta kumoin ran otti ohjonan
vi kulaulieren ti nut ri ven,
kanha tä olehekevireä peule,
vi minen.

Sisältääkö tämä informaatiota vai ei?

- Jos ei, niin miksi ei?
- Jos kyllä, niin mitä?

Keskustelkaa 2-3
hengen ryhmissä
aiheesta n. 3 min.

ELEC-C7110

21

Termejä (4)



© K. KILKKI

Informaatio voi olla

1. *Järjestystä*, johon voidaan liittää jokin tulkinta
 2. *Kyky* luoda järjestystä
 3. *Jono* merkkejä
tai ehkäpä
 4. *Dataa*, jonka sisällöstä vastaanottaja on kiinnostunut
 - › kohina on dataa, josta vastaanottaja ei ole kiinnostunut
- » Eri yhteyksissä käytetään erilaisia määritelmiä (myös tällä kurssilla)

- » Mitä eroa on käsitteillä *data*, *informaatio* ja *tieto*?
 - › Ja ymmärrys?
- » Eräs vastaus (käyttökelpoinen tällä kurssilla):
 - › Data: ”Merkkijono”
 - › Informaatio: ”Käyttökelpoinen data”
 - › Tieto: ”Tosi uskomus (perustuen informaatioon)”
 - › Ymmärrys: ”Tieto, joka liittyy asiakokonaisuuteen ja mahdollistaa toiminnan”

Esimerkki

Nillele kevoavui min tupalmanata,
vatta kumoin ran otti ohjonan
vi kulaulieren ti nut ri ven,
kanha tä olehekivereä peule,
vi minen.

Satunnaisesti luotu teksti perustuen
Kalevalaan:

- Kolmen peräkkäisen merkin jaksot noudattavat samaa tilastollista jakaumaa kuin Kalevalan teksti
- Jokainen merkki arvottu perustuen kahteen edelliseen merkkiin

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. Tulkittava järjestys: | Ei (?) |
| 2. Kyky luoda järjestystä: | Ei (?) |
| 3. Jono merkkejä: | Kyllä |
| 4. Kiinnostavaa dataa: | Ehkä jossain yhteydessä |

Google Translation



© K. KIIKKI

- » Alkuperäinen (jonka Google tunnistaa suomeksi!)
 - › Nillele kevoavui min tupalmanata, vatta kumoin ran otti ohjonan vi kulaulieren ti nut ri ven, kanha tä olehekivereä peule, vi minen.
- » Googlen käännös ruotsiksi (!)
 - › För att sopa bort lätta, tog bomullsvägaren ledningen eller raken av kaninen, Kanha var en skomakare, för att ta bollen.
- » Google käännös takaisin suomeksi
 - › Pyyhkäisemään valoa, puuvillapyöhe otti kanin lyijyn tai rakeen, Kanha oli kengänmies, ottamaan pallon.

ELEC-C7110

25

Lisää esimerkkejä...



© K. KIIKKI

- » Generoitu "Suomi" (3 kirjainta ⇒ seuraava kirjain)
 - › alas tätä! Tästivätäkatojennällä vekseenkaan; vähänelle mutta pelon he jalkoon valle seitsi he hän Mitäälliksi. Mutta käynyt ole kyy toukkoon tappi, on näe, jo aappilvina hän uneehin hänen hän naan, ja hänestillä. Sillan Voi voillä halkemmoileen ajat ja jo palavakutta isteli? No oli aukkulkemaan kun vaan? Huului peija monnen.
- » "Suomi" ⇒ Hindi ⇒ Suomi
 - › Sen alapuolella! Täynnä passiivista verhoa; Jonkin aikaa he pelkäsivät, että he olivat kuluneet maahan. Mutta väkijoukossa on hyökkäys, hän näkee hänestä unta ja hän kuolee. Vedä oh, voitko törmätä aikaan ja polttaa jo? No, milloin se avattiin? Huulet ovat hyvin piilossa.
- » "Suomi" ⇒ Punjabi ⇒ Mongolia ⇒ Ranska ⇒ Suomi
 - › Alla! Curry täynnä näyttöä; He pelkäsivät sidottuina rukkasiin. Mutta pensaassa on väkijoukko, hän unelmoi siitä, hän kuolee. Silta on sama, voitko kytkeä herätyskellon ja polttaa sen? Ok, onko se auki? Piilota enemmän.

ELEC-C7110

26

Mitä näistä pitäisi päätellä?

- » Pystyykö Googlen ”tekoäly” aitoon tulkintaan?
 - › Perustuu satunnaiseen aineistoon eli tulos \approx tekoälyn hallusinaatiota
- » Sisältävätkö Googlen lauseet informaatiota?
 - › Jos, niin mistä se on peräisin ja mikä on informaation sisältö?
- » Entä mikä on ihmisen rooli, kun ”tekoäly” tunnistaa hahmoja?

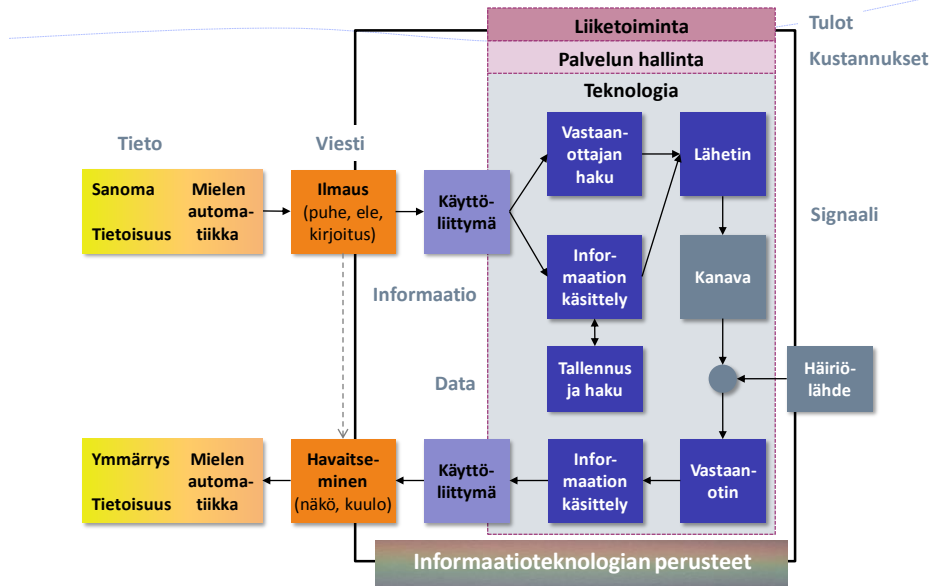
Informaatioteknologia tehtäviä

- » Auttaa
 - › muodostamaan,
 - › käsittelemään,
 - › tallentamaan, monistamaan,
 - › löytämään (oikeat) vastaanottajat,
 - › siirtämään ja
 - › vastaanottamaan
- » informaatiota

Viestintäjärjestelmien yleisrakenne



© K. KIIKKI



Informaatioteknologia

	Informaation Käsittely ↔ Siirto	
Järjestelmä	Datakeskus	Internet, 5G
Laitteisto	Tietokone	Reitin, tukiasema
Ohjelmisto	Sovellus (esim. Facebook)	Protokolla (esim. TCP/IP)
Palvelut	Pilvipalvelut	Mobiili dataliittymä

Tietoliikennetekniikan tutkimus & kehitys



© K. Kähkö

Internet

- Teollinen Internet
- Palvelu laatu
- Energiätehokkuus
- Langaton automaatio
- IoT (Internet of Things)

5G (uusin mobiiliverkkoteknologia)

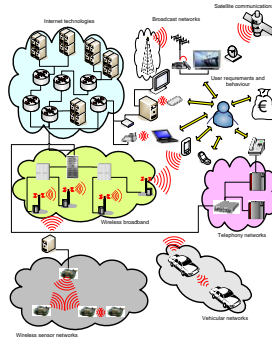
- Spektrin jakaminen (network slicing)
- Verkon virtualisointi
- Ohjelmistoradio (Software Defined Network)
- Viranomaisverkkojen tarpeet

Matemaattiset menetelmät

- Lohkoketju (blockchain)
- Verkkojen mitoitus
- Koodausmenetelmät
- Kvanttivistintä

Ekosysteemit

- Käyttäjäkokemus
- Älykkäät käyttöliittymät
- Tekno-ekonominen analyysi
- Data-analyysi



Mitä tietoliikenneinsinööri tekee?



© K. Kähkö

- » Pääaineen/sivuaineen valinta vaikuttaa siihen mikä on ensimmäinen työpaikka
 - › usein diplomityöpaikka
- » Työelämän tarpeet muuttuvat nopeasti
 - › opetuksessa vaikeaa ennakoida
 - › perusteet tärkeä ymmärtää
- » Vaatimuksia
 - › ohjelmointitaitoja
 - › sosiaalisia taitoja
 - › (monilla myös) liike-elämän taitoja

Tietoliikenteen perusongelmat

- » Taistelu luontoa vastaan
 - › Informaatiota kuljettavien signaalien vaimenemisen, vääristymisen ja kohinan vaikutuksen kompensointi
- » Sosiaalinen kamppailu
 - › Niukkojen resurssien (esim. taajuuskaistan) jako
 - › Sivuvaikutusten hallinta (ylikuulumisen, interferenssi)
- » Tiedon salaus ja suojaus
 - › Kuinka estää informaatiota joutumasta väriin käsiin
- » Reititys/tiedon hallinta
 - › Kuinka löytää haluttu vastaanottaja laajasta verkosta

Onko kaikki ongelmat jo ratkaistu?

- » **Ei!**
- » Aina on tarvetta lisäkapasiteetille ja paremmalle laadulle
- » Resurssien jako
 - › Ei ole yksiselitteisesti oikeaa jakoa – aina uusia haasteita
- » Tiedon salaus ja verkon suojaus
 - › DoS [Denial-of-Service] Attack - palvelunestohyökkäys
- » Reititys, tiedon hallinta
 - › Internet of Things = kohta kaikki laitteet ovat kiinni verkossa

4164616d20456c6b7573 @Aelkus · 16 t Tviitti 15.11.2018
'data is the new oil' is suddenly beginning to make sense because its mined by aggressive and unconstrained corps that make it someone else's problem when it spills

- » Aino Jääskeläisen opinnäyte (11.11.2015)
 - › Digitalization and Work Life - How new technologies are changing task content and skill demand for five selected occupations

... **skill demand** for the occupations under study **has increased towards** tasks that require ... **analytical and critical thinking, creative intelligence and social and emotional intelligence.**

ELEC-C7110

35



Shanghai Subject Rankings 2017: Selected Benchmarks – Engineering



Huumorin informaatio?

Laitoksen henkilökunta pitää kokousta.
Yhtäkkiä paikalle ilmestyy enkeli, joka sanoo osaston johtajalle: "Näistä kolmesta lahjasta suon sinulle sen minkä valitset: Viisaus, kauneus tai 10 miljoonaa euroa."
Professori valitsee välittömästi viisauden.
Salama välähtää. Professori näyttää muuttuneelta mieheltä. Hän ei kuitenkaan tee muuta kuin istuu ja tuijottaa pöytää.
Muuan kollega kuiskaa hänelle: "Sano jotain."
Professori sanoo: "Olisi pitänyt ottaa ne rahat."

Dataa, informaatiota vai tietoa?

Entä nyt – mihin olemme menossa?

- » Käytössä
 - › Puhe, ele, ilme, kirjoitus, kuvat
- » Entä kosketus
 - › Joskus hyvin tärkeää, usein aliarvioitu
 - Uskallatko koskettaa vieruskaveria tarkoituksellisesti - mikä on viesti?
 - › Tai haju
 - Reviirin merkitseminen
 - Feromonit ohjaavat mm. perhosia
 - Vaikuttaa parinvalintaan myös ihmisellä – entä netti?

Kosketus, haju & maku

- » Tulevaisuus?
 - › Niukasti teknistä edistystä toistaiseksi
 - › Kehitystä tapahtuu – mutta miten ja mihin suuntaan?

Keskustelkaa 2-3 hengen ryhmissä pari minuuttia aiheesta:

Mitä kosketus/haju/maku-palveluita on saatavilla v. 2040?

(2040 – 2018 = 2018 – 1996 = 22)

Menneisyyden ensiaskeleita

- » Luolamaalaukset, Stonehenge, ...
 - › Varmasti sisälsivät informaatiota – nyt vaikea tulkita



http://en.wikipedia.org/wiki/Cave_painting



<http://en.wikipedia.org/wiki/Stonehenge>

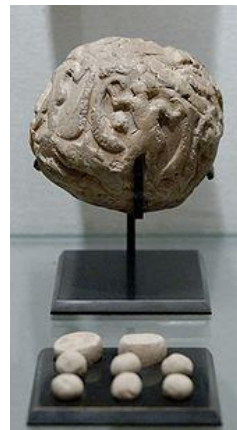
- › Huom! geneettisesti olemme lähes identtisiä silloisten ihmisten kanssa

ELEC-C7110

41

Seuraava askel: Kirjoitus

- » Mesopotamia
 - › Saviastioihin suljettiin erikokoisia savikappaleita merkiksi varastoiduista maataloustuotteista (8000 eaa.)
 - › Sama ”informaatio” kuvattiin astian pintaan ⇒ savikappaleita ei enää tarvittu!
 - › Johti ensimmäiseen varsinaiseen kirjoitusjärjestelmään (3600 eaa.)



ELEC-C7110

42

» Miksi niin tärkeää?

- › Alkuisysäys sekä tieteen että tekniikan kehityksen vyörylle
- › Uusi tieto levisi paljon aiempaa laajemmin ja vapaammin
 - Niissä kulttuureissa jotka sen sallivat



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Printer_in_1568-ce.png

ELEC-C7110

43

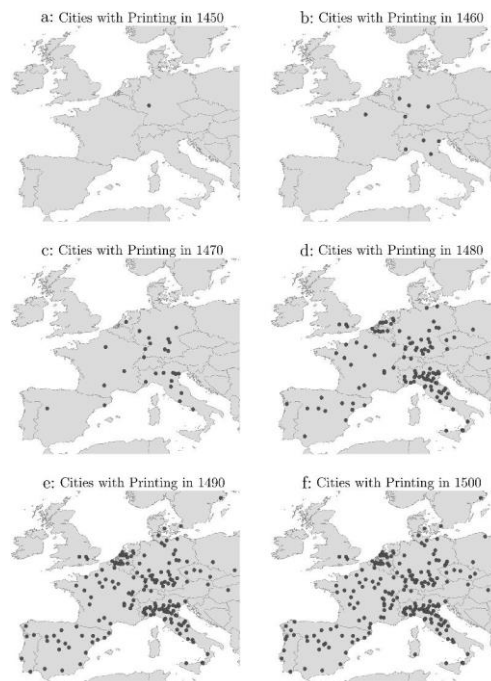
Kirjapainot 1450 => 1500

Entä verrattuna
tietokoneisiin 500
vuotta myöhemmin

Leviämisnopeuksien
suhde ~ 1 : 3 ?!

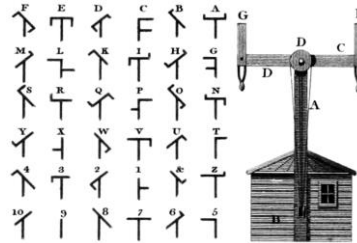
INFORMATION TECHNOLOGY AND
ECONOMIC CHANGE:
THE IMPACT OF THE PRINTING PRESS
JEREMIAH E. DITTMAR

The Diffusion of the Movable
Type Printing Press



Ennen sähköistä viestintää

- Optiset lennättimet
 - Perustuivat kaukoputkien käyttöön
 - Linkin pituus 10 – 20 km
 - Vaatii paljon työvoimaa
 - Claude Chappe (Ranska) ja Edelcranz (Ruotsi-Suomi) 1790-luvulla
 - Käytössä Suomen etelärannikolla n. 1800-luvun puoliväliin asti
 - jolloin sähköinen lennätin syrjäytti optisen



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Optical_telegraph01_4484.jpg
45

(Varsinaisen) Informaatioteknologian alku



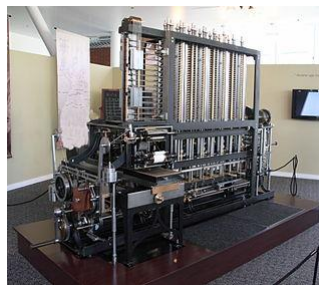
- » 1800-luvun alku, miksi juuri silloin?
 - › Yleinen tekniikan kehittämisen alku
 - › Erityisesti sähkötekniikan edistyminen
 - ensin kokeellisena

Eräs lista keskeisistä ICT keksinnöistä

1.	Morse (Lennätin)	Sähköteknisen tiedonsiirron alku
2.	Maxwell	Huikkea tieteellinen läpimurto
3.	Kaapeli (Atlanti)	Tuhansien kilometrien yhteys 150 vuotta sitten
4.	Bell (puhelin)	Uuden kommunikaatiokauden alku
5.	Hertz	Radiotekniikan alku
6.	Turing	Modernin tietokoneen malli
7.	Shannon	Informaatioteorian alku
8.	ENIAC	Ohjelmitava tietokone
9.	Transistori	Mitä maailma olisi ilman transistoreja?
10.	Fortran	Ensimmäinen "ymmärrettävä" ohjelmointikieli
11.	ARPANET	Internetin alkujuuri
12.	Optinen (tiedonsiirto)	Tuhat-kertainen kapasiteetti entiseen verrattuna
13.	GSM	Matkaviestintä kaikkien ulottuville
14.	WWW	Tieto kaikkien ulottuville
15.	Sosiaalinen media	Paluu inhimillisten tarpeiden alkulähteille...
16.	Teköäly	Korvaako tekoäly lopulta ihmisen?

C. Babbage: Difference Engine

- Suunnitelma 1822
- Rakennettu suunnitelman mukaan v. 1991 →
- Erilaisia vastaavia laskukoneita rakennettiin 1800-luvulla, mutta rajattuun käyttöön
 - Mutta ei johtanut yleiskäyttöisten tietokoneiden kehittämiseen – Miksi?



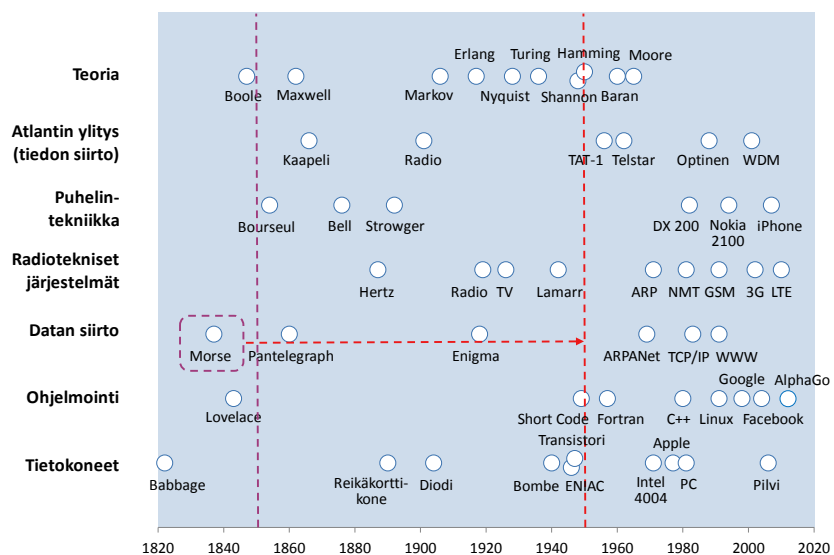
Sähköinen lennätin

- Samuel Morse kehitti 1800-luvun alussa
- Läpimurto 1844
- Atlantin ylitys 1858, toimiva yhteys 1866
- Helsinki-Pietari 1855
- Suomessa tärkeimmät paikkakunnat verkotettu 1889



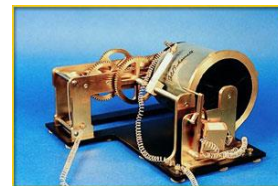
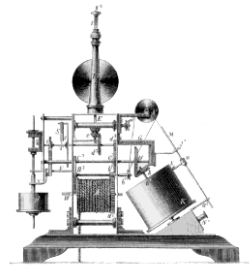
Informaatioteknologia 1850 vs. 1950

Historia



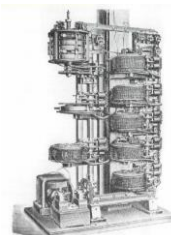
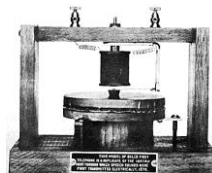
Faksi (telekopio)

- Faksin perusteet kehitettiin jo 1843
- Ensimmäinen laite *Pantelegraph* 1860
 - Palveluna Pariisin ja Lyonin välillä 1865 - ?
 - Aikaa kuluu...
 - AT&T kehitti toimivan faksin (1940-luvulla?) mutta ei tuonut sitä markkinoille
 - Aikaa kuluu...
- Standardit fakseille 1988-1998
 - nyt jo ohimennyt ilmiö

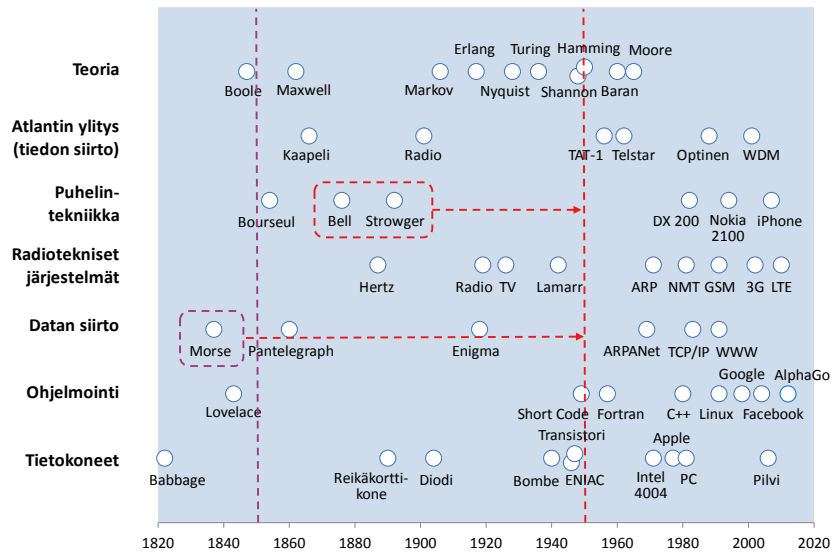


Puhelin

- Ajatus puhelimesta syntyi 1854 (Charles Bourseul)
- A.G. Bell patentoi "parannetun lennättimen" 1876
- 1877 Yhdysvalloissa jo 17400 puhelinta
- Suomeen 1878
- Patenti umpeutui 1894, jolloin innovointi pääsi vauhtiin (!)
- Ensimmäiset sähkömekaaniset puhelinkeskukset 1890-luvulla



Informaatioteknologia 1850 vs. 1950



Langaton viestintä

- Erilaisia langattomia viestimiä kehitettiin 1800-luvun lopulla
- Ensimmäinen radioasema 1897
- Marconi sai radioyhteyden Atlantin yli 1902
- Ensimmäinen yleisradioasema 1919 (Haag)



Englannissa valmistettu Marconin yrityksen Marconiphone v. 2 radiovastaanotin vuodelta 1922

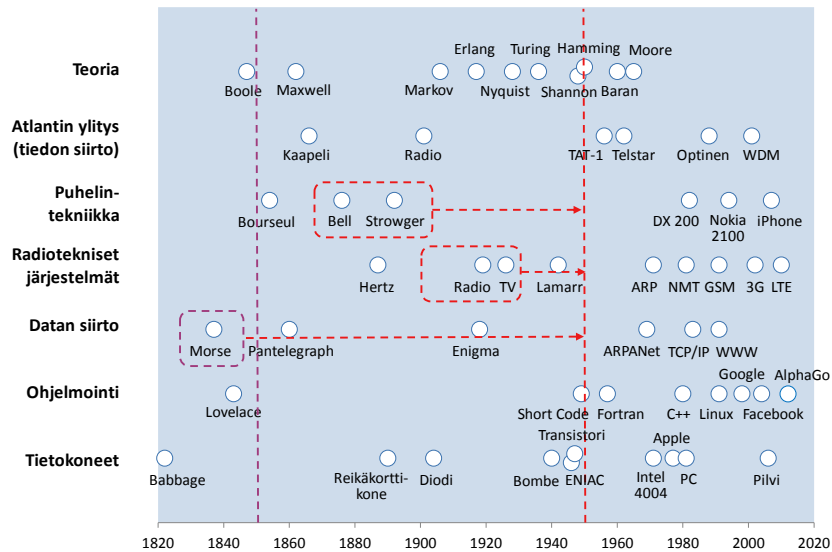
http://fi.wikipedia.org/wiki/Tiedosto:Radio_receiver_05.jpg



Lorenz FUG10 Radioasema vuodelta 1937

http://www.armyradio.com/publish/Articles/William_Howard_GermanPictures/FUG10A_BAUER.jpg

Informaatioteknologia 1850 vs. 1950



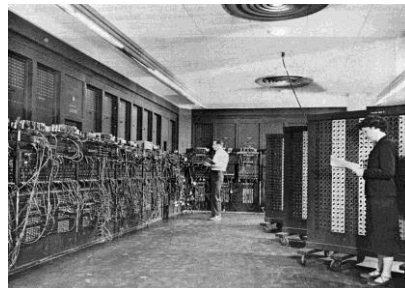
”Ensimmäinen tietokone” ENIAC



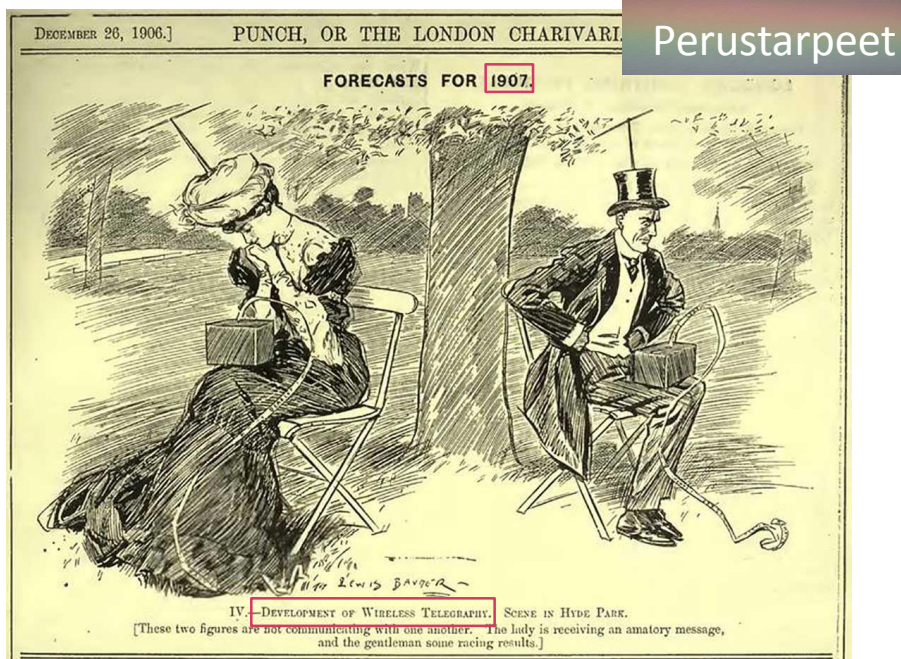
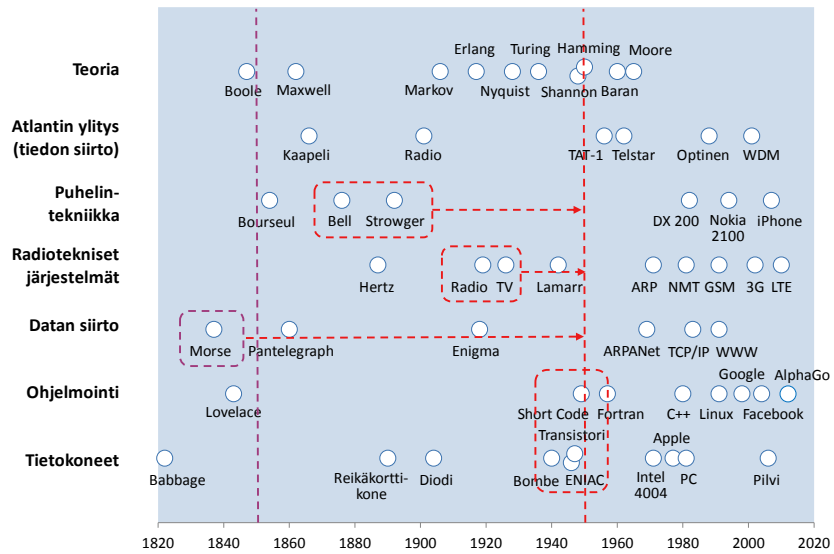
- » Ballististen lentoratojen laskemiseen (armeijan rahoittama)
 - › Valmistui 1945 ~ 6 000 000 \$
 - Ei aivan ehtinyt valmiiksi ennen sodan päättymistä
 - Laskettiin ensimmäiseksi vetypommin yhtälöitä heti sodan jälkeen

» Rakennesosat

- › 17 468 tyhjiöputkea
- › 7 200 diodia
- › 1 500 relettä
- › 70 000 vastusta
- › 10 000 kondensaattoria
- › 5 miljoonaa liitosta



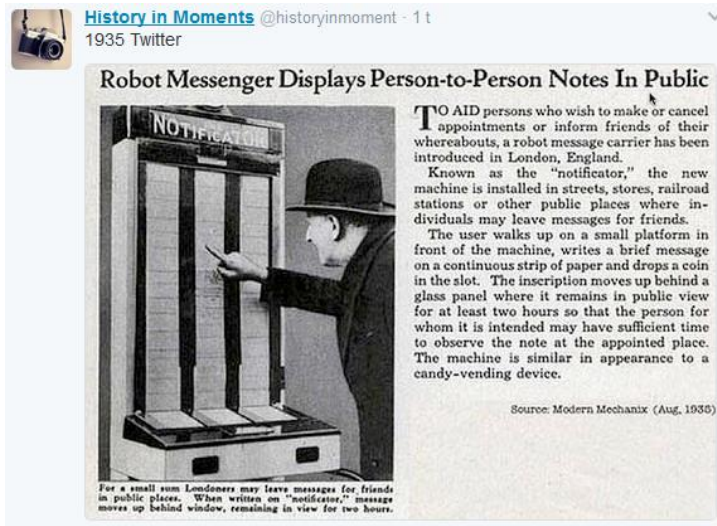
Informaatioteknologia 1850 vs. 1950



ELEC-C7110

58

Sosiaalinen media ennen ...



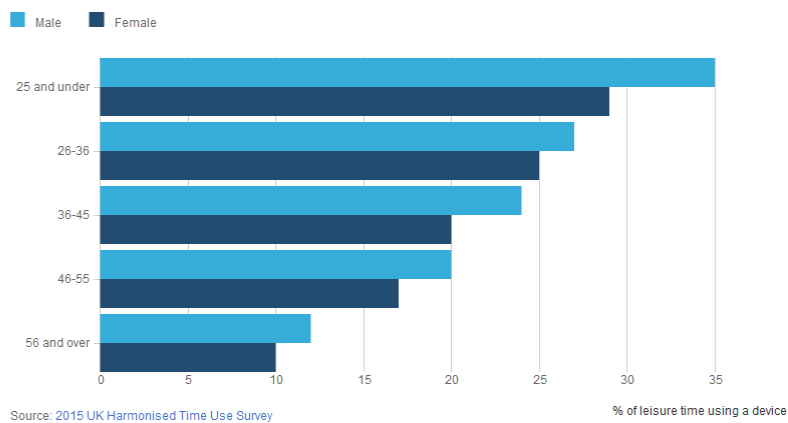
ELEC-C7110

59

... ja nyt



Percentage of leisure time spent using a device, by age and gender



ELEC-C7110

60

Yhteenveto

- Kehitys on ollut huimaa viime vuosina
 - Muutaman vuoden takainen teknologia jo vanhentunutta
- Pakettikytkentäinen Internet vallannut maailman
 - Piirikytkentäinen maailma on katoamassa
- Mutta mitä seuraavaksi
 - Mitkä ovat tekoälyn vaikutukset?
- Nykyteknologian energiankulutus kestämatöntä (?)
 - Energiankulutuksen minimoiminen vaatii uutta teknologiaa
 - Bitcoin (lohkaketju) pahentanut tilannetta (toisaalta ehkä vauhdittanut prosessorien kehitystä)

International Journal of Communication 6 (2012), 920–935

Information Capacity
IJoC

The Volume and Value of Information

ANDREW ODLYZKO
University of Minnesota

As an example, Amazon charges more for transmitting data into its cloud via the Internet than via physical storage devices that are shipped to it. But this is just a modern incarnation of the saying that apparently dates back to the 1970s: “. . . never underestimate the bandwidth of a station wagon loaded with magnetic tapes.” Given the technology trends in storage and transmission, it has always been, and for the foreseeable future will continue to be, less expensive to transmit large data sets via physical media than over data networks. Thus, if short delays—small transaction latency—are not a critical requirement, postal services can provide inexpensive and ubiquitous first-mile connectivity. Some other examples

Laskuharjoitus

- Huomenna klo 12:15 – 14:00 (TU1)
 - Laskuharjoitustehtävien palautus: torstai klo 16

1. Kysymys: voisiko edelleen olla järkevää siirtää dataa fyysisesti, esimerkiksi suurella (TB) kovalevyllä?

2. Kysymys: miten mallintaa muutosta?

Lineaarinen, eksponentiaalinen,
Tulos riippuu mallista!

ELEC-C7110

63

Maanantai 14.1. luento



- » Paneelikeskustelu klo 14:15 – n. 15:00
- » ”Insinöörin eettiset valinnat”
- » Ennakkotehtävä
 - › Julkaistaan huomenna (keskiviikko)
 - › Palautus maanantaihin klo 10 mennessä



ELEC-C7110

64