

1. Tamppaamista suolla

Hete ja Tursunta

eli vastausta kysymykseen

MITEN

kaikki alkaa

40

Suo, kuokka, ja mätäs

- Olemme kuin Jukolan Jussi suon reunassa, tarinan alussa, helteen pysähtyneisyydessä – ei anneta *epäilyksen sääskien* ininän häiritä
- Rannattomalla suolla ei ole kiintopisteitä, eikä kartasta ole apua – katsotaankin vain alaspäin, *Vipusen tuhatvuotiseen turpeeseen*
- Aluksi tutkitaan vilpittömin mielin millainen maailma voi olla – ehkä jotakin todellisuudesta on toistaiseksi jäänyt huomaamatta?
- Nykytiede pakottaa kaikki samalle väylälle ... tiedemiehen suurin pelko on joutua tunnustamaan *Peterin periaate*?
- Koska *lineaaristen järjestelmien* ominaisuudet on niin täysin tunnettu, niitä ei ole enää aikoihin tutkittu ... *mutta pitäisikö silti?*
- Venytellään ja puristellaan *olevan mätästä* ... jotakin minkä luulemme jo tietävämmä – ja *katsotaan alkaako jotakin tirstä* ...

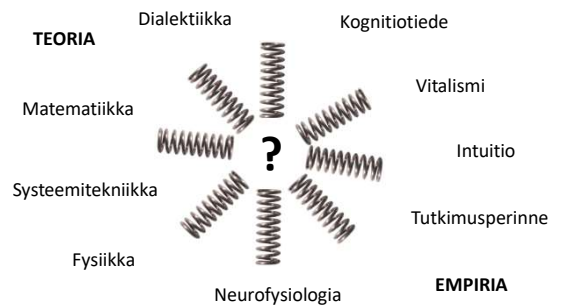
41

Oletetaan systeemi S

- Laajin kehys lähestyä todellisuutta on *(yleinen) systeemi(en)teoria* – joka on ominut alan, ja päässyt määrittelemään lähestymistavat
- ”Yleisin systeemi” rajautuu sitten *reunalla*, joka rajaa sisäpuolen ja ulkopuolen; näiden välillä on *vuorovaikutus*, eli *inputit* ja *outputit*
- ”Inversion” kautta voidaan määritellä *erilainen synty* – vitaalinen: keskeistä tällöin on *voimien dynaamisuus* ja *esteetön kehittyminen*
- ”Reunaton” reagointi ympäristön kanssa mahdollistuu *holistisesta vuorovaikutuksesta*, vaadittu koossa pysyminen *itsesäätymisestä*
- Stabiloitumisen vaatima takaisinkytkentä toteutuu (viimeistään) ylätasolla – muodostuu ”relevanti attraktori”, *ainakin mieleen*
- Mentaalisysteemin vaikutus kanavoituu konkreettisille muuttujille projisoituneiksi eksplisiittisiksi kanaviksi – *symboleiksi ja nimiksi* ...

42

”Mielen koneisto”? – Ajatusten turvepaakku



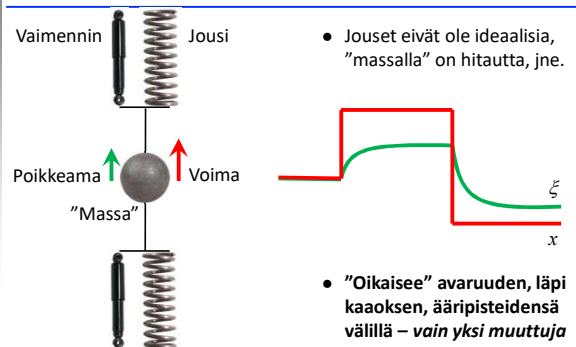
43

Haarukointi ylhäältä: *dialektiikka*

- Palataan taaskin juurille, ikuisiin tosiasioihin, ajatteluhistoriallisiin syntyihin: vanhimpia ”filosofian tekniikoita” on *dialektiikka*
- Ei tarvita absoluuttikehystä, kaikki on suhteellista: kunhan vain kaaoksessa erottuu *merkittäviä eroja* (Bateson)
- Havaintoavaruus rakenteistuu: kun hahmotetaan *kaksi ääripäätä*, niiden välille *muodostuu jatkumo* ... tämä idea toimii eri tasoilla
 - Alin taso, tiedostamaton: näköhavaintokin rakenteistuu *kontrastien* pohjalta
 - Tiedollinen taso: *sokraattisessa dialogissa* ääripäitä ovat keskustelijat, väittelijät
 - ”Kartesiolainen paradigma”: *subjekti eriytyy ja ulkomaailma objektivoituu*
 - Kuhnilainen tiede: kentän hahmottuminen *teesin ja antiteesin* vastakkainasetteluna
 - Ja vaikka kuulemma ”vastakkainasettelujen aika on ohi”, *vitalismi hakee pumppunsa*:
 - Yhdysvallat kaksinapaistuu, demokraattien ja republikaanien kahtiajako kärjistyy
 - Ikuinen *komplementaarisuus*, uusin muodoin: *rap on jengien välistä kilpalaulantaa*

44

Dialektiikka-akseli *takaisinkytkettynä*: kuin *jousi*



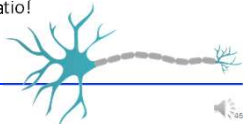
- Jouset eivät ole ideaalisia, ”massalla” on hitautta, jne.

- ”Oikaisee” avaruuden, läpi kaaoksen, ääripisteidensä välillä – *vain yksi muuttuja*

45

Rajaus alhaalta: *hermosolu*

- Miten edellinen toteutetaan, mikä on yksikertaisin yhteensovitus: *yksi käsitteellinen rakenne, joka tasolla, ja sama alatason työkalu?*
- Paljon on aikanaan jo tampattu – mitään ”uutta todellisuutta” ei omalla ”deprivoituneella rationalismilla” voi olettaa löytävänsä
- Aivojen fysiologinen perusrakenne, *se hermosolu*, määrittelee perustan myös *sen kognitiiviselle toiminnalle* (sille dialektiikalle)
- Palataan karkeistettuun malliin, vakiintuneen emergenssin tasolle: *abstrahoidaan ”pulsseekoodi” jatkuva-arvoisilla aktiivisuuksilla*
- Toimiva malliabstraktio näyttää olevan *perceptroni* ... taistellen jo paikkansa vakiinnuttanut approksimaatio!



46

Sfäärien kompromissi: *lineaarinen perceptroni*

- Etsittäessä elämää kannattaa perehtyä aihepiiriin jossa on eniten elämää: nousuja ja laskuja, lupauksia ja pettymyksiä ... *sykettä*
- Tällainen ala on tekoäly, tänään erityisesti ”numeerinen tekoäly” ja ”syväoppivat verkot” – suunnatkoön tämä tarkasteluja jatkossa ...
- Opittu tietorakenne, dialektisen akselin kuvaus, painokertoimet, *malliparametrit* merkitään nyt w_j , ja aistimukset tms. *havainta* u_j
- *Lineaarinen perceptroni* toteuttaa *korreloinnin*, ja projisoi koko *m*-ulotteisen avaruuden skalaarikoordinaatille: $\xi = w_1 u_1 + \dots + w_m u_m$
- Ympäristön takaisinkytkentä, *attraktiivinen puristus*, ”puskurointi”, aiheuttaa nyt ”jousivakioon” k verrannollisen *jousivoiman* $x = k \xi$
- Jouseen varastoituva potentiaalinen ”mentaalienergia” onkin siten $W = \frac{1}{2} k \xi^2$ (värähtelevälle jouselle $W = \frac{1}{2} k A^2$, A on ”amplitudi”!)

47

Mielen demoni

- Mitäpä tuosta ”energiasta” tuleekaan mieleen? – *Puristellaankin mätästä toiseen suuntaan – avataan uusi virtauksen mahdollisuus*
- *Miksi on jotakin sen sijaan ettei olisi mitään?* – Pahimmassakin kaaoksessa hiukkasille muodostuu *Maxwell-Boltzman -jakauma*
- James Clerk Maxwellin ajatuskoe (1867): voidaan erottaa ”kylmät” ja ”lämpimät” hiukkaset, saada säiliöiden välille näin lämpötilaero
- Tätä eroa voidaan käyttää lämpövoimakoneen pyörittämiseen; koska jakauma säilyttää muotonsa, meillä on *toisen lajin ikiliikkuja*
- Nyt meillä ”neuraalijousen” energian sieppaamiseen ei ”luukun vartijaa” tarvita – *riittää pitää katse kiinnostavimmassa suunnassa*
- Tällainen ”*m*:n:n lajin ikiliikkuja” huomioi monimuuttujaisen todellisuuden, energian erilaisen jakautumisen eri suunnissa!

48

”Maxwellin Homunculus” – tietoisuus synnyssään

- *Perusinsinööri maailmaa luokittelemassa, kädet suuremmat kuin pää?*
- ”Älykäs agentti” ... vaikka äly on mekaanista



49

Omaehtoinen oppiminen?

- Kognitiivinen *ylätason evidenssi* (Seppo Oikonen, ”Istanbul”): *Kaiken ajattelun alkeismuoto on kohteen havaitseminen ja erottaminen taustasta, ja sitten sen sattuun tunnistaminen, inoarianssi, ja säännön muodostuminen ...*
- Siis ensin on se ”erottaminen taustasta”, eli *dialektiikka*, sitten ”säännön muodostuminen”, eli *mallittuminen* ... millä tavalla?
- Yllä on oletettu se vakiintunut käytäntö: luonnontiede ja -lait perustuvat *invariansseihin*, muuttujasuhteiden vakioisuuteen
- Ohjaamaton datapohjainen oppiminen ei tällöin voi kuitenkaan olla riittävän robustia, vähittäistä ja jatkuvaa ...?
- **Inversio**: ei invarianssi vaan *kovarianssi*! – Ei muuttumattomuus, vaan relevanssi, *holistis-havaittava yhteismuuttuminen*

50

Hebbin laki

- Se ”samuuden tunnistaminen” voi perustua myös *tilastollisuuteen*, havaintojen korrelointiin ... *tämä näyttää olevan luonnon ratkaisu*
- Neuropsykologinen *alatason evidenssi* (Donald O. Hebb, 1949): *Neuronien synaptiset yhteydet vahvistuvat, kun useampia neuroneja aktivoituu rinnakkain ajassa ja tilassa*
- Konkreettinen muotoilu Hebbin ideasta voidaan virittää nyt myös *keinotekoisien hermosolun ohjaamattomaan, lokaaliin oppimiseen*:
- **Hebbin oppimisääntö**: jos perceptronilla $x = w_1 u_1 + \dots + w_m u_m$, painokertoimen w_j muutos $\Delta w_j = \gamma x u_j$, jossa γ on adaptaatiovakio
- **Ilmenee, että algoritmisesti iteroituna menetelmä maksimoi varianssin $E\{x^2\}$... ”demonisen energian”!**

51

Vastapainetta ... rajoitteita ... ja uusi vapausaste

- Hebbin oppimislaki *ei kuitenkaan käytännössä toimi* – se on epästabiili, signaalit ja painokertoimet räjähtävät kohti ääretöntä
- Tätä korjaamaan on kehitetty useita ratkaisuja, esimerkiksi *Ojan sääntö*, jossa epälineaarinen termi kompensoi kasvun
- Toisaalta yhden muuttujan neuronin laajennettu esimerkiksi yleistetyillä Hebbin algoritmeilla – taas monimutkaisuutta lisäten
- **Inversio**, eri suunta taas: luotetaan *säättöinsinöörin Intuitioon*, lineaaridynamiikan selitysvoimaan korkeissa dimensioissa ...
- Valitaan mieluummin *ajallinen kompleksisuus* kuin avaruudellinen, *lineaarinen aikariippuvuus* enemmän kuin epälineaarinen rajoite
- Luotetaan systeemiseen visioon – laajennetaan yksilöstä kohti yhteisöä, ja toivotaan *ongelmien samalla jotenkin ratkeavan!*

52

Kohti systeemistä näkökulmaa

- Oletetaan jousia olevan n kappaletta, niin että $1 \leq i \leq n$; tällöin ne voidaan kootusti kuvata muodossa $x_i = k_i (w_{i1} u_1 + \dots + w_{im} u_m)$
- Edelleen, Hebbin oppimisessa voidaan käyttää *korrelaatiomatriisia (kovarianssimatriisia)*, niin että $x_i = k_i (E\{x_i u_1\} u_1 + \dots + E\{x_i u_m\} u_m)$
- Nyt, esitettäessä voimat vektorina x ja havainnot vektorina u ,

$$x = (x_1 \dots x_n)^T \text{ ja } u = (u_1 \dots u_m)^T,$$
 adaptiivisten joustien vaikutukset voidaan koota matriisimuotoon:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_1 & & \\ & \ddots & \\ & & k_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E\{x_1 u_1\} & \dots & E\{x_1 u_m\} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ E\{x_n u_1\} & \dots & E\{x_n u_m\} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_m \end{pmatrix}$$
 eli tiiviimmin ilmaistuna: $x = K E\{x u^T\} u$. **- Tutun näköinen ...?**

53

Retrospektiivinen hengähdystauko ... ja harppaus

- **Enformaatioteoria-kirjan kaavojen "kytkentäkertoimet" q_i (matriisi Q) ovatkin samoja kuin yllä käytetyt "jousivakiot" k_i (matriisi K)!**
- *Tarinapätkien yhdistyminen, kokonaistarinan suoraviivaistuminen ja pelkistyminen tässä tarinassa (vrt. se "Visio" johdantoluvussa) ...*
- ... *Oivalluselämys*, kokonaisten mentaalirakenteiden hyökymäinen sekoittuminen ... ja lopulta rauhoittuminen ja uusi ymmärrys
- Löysän vertailun "Bond-graafeihin" (joissa *painesuure*-herätteen ja *virtaussuure*-vasteen tulo on *teho*) sijaan "*pistetulo*" on *energiaa*
- Abstrakteina suureina muuttujat ovat dimensiotomia, vapaasti toisiinsa yhdisteltäviä – eivät konkreettis-fysikaalisia
- Kaavat ovat "energianmuotoisia", mutta vain "henkistä energiaa"; se *ei kykene työhön* (muualla kuin mielen sisällä ... myöhemmin!)

54

Tilastollisia monimuuttujamenetelmistä

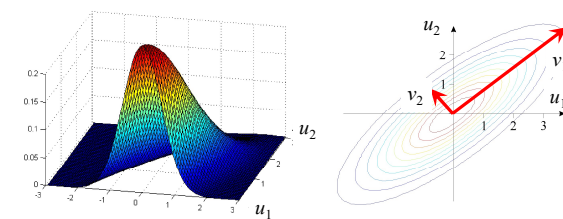
- Jos systeemiset takaisinkytkennät (hetken kuluttua!) kykenevät stabiloimaan neuronit ... toteutuu *pääkomponenttianalyysi (PCA)*
- Datan u kovarianssimatriisi rakenteistuu niin, että kantavektorit on *ortonormeerattu* ($V^T V = V V^T = I$), ja

$$\mathcal{E}\{u u^T\} = V \Lambda V^T = \begin{pmatrix} v_1 & \dots & v_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda_1 & & \\ & \ddots & \\ & & \lambda_m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1^T \\ \vdots \\ v_m^T \end{pmatrix}$$
- Ominaisarvot λ_i ovat jonkinlaiset "matriisin alkutekijät" (?) joiden summana kokonaisvariaatio voidaan koostaa: $\sum_{j=1}^m \mathcal{E}\{u^T u\} = \sum_{j=1}^m \lambda_j$
- **Vektori v_i kuvaa "tehovirtausputkilon" suunnan, ja λ_i sen energian – tai *tarinafragmentin vapausasteen ja sen "kapasiteetin"!***

55

"Energiaputkilo"

- Kovariaation rakenteen määrittäminen pääkomponenttien avulla
- Kaksiulotteinen data voidaan nyt parhaiten kompressoida yhteen ulottuvuuteen projisoimalla se v_1 -kantaan



56

Eivätkö "tilastomenetelmät" ole umpikuja?

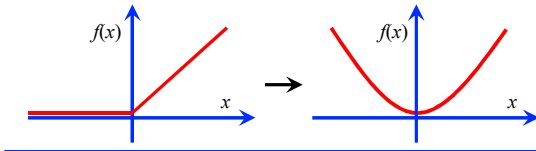
- Niin, eikä se klassinen viisas sanokin niin, että on olemassa "valhemenetelmiä, emävalhemenetelmiä, ja tilastomenetelmiä"!
- Mutta ongelmana "yksimuuttujamenetelmissä" lienee lähinnä se, että yritetään selittää monimutkaisia ilmiöitä vähillä muuttujilla
- Todellisuus ei kuitenkaan ole kuten Sherlock Holmesin maailmassa, vaan se on kuin *mosaiikki*: todistajalausuntojakin tarvitaan useita
- Tilastomenetelmillä *kohinapiikit* on mahdollista hallita: menetelmä voi olla robusti, jos yksilöille ei anneta liikaa merkitystä
- ... Kuitenkin uudenlainen – *semioittinen!* – näkökulma riskeihin ... sopivilla painotuksilla C ominaisvektorit voivat olla *mielivaltaisia*:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}\{(Cu)(Cu)^T\} &= \mathcal{E}\{C u u^T C^T\} = C \mathcal{E}\{u u^T\} C^T \\ &= C (V \Lambda V^T) C^T = (CV) \Lambda (CV)^T, \text{ kun } C^T C = C C^T = I \end{aligned}$$

57

Apeiron

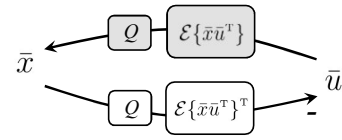
- Irtiotto, Symbolinen \mathcal{E} : "emergenssioperaattori" \mathcal{E} odotusarvooperaattorin E sijaan ... korostamaan *aktuaalista äärettömyyttä*
- Käsitteiden puhdistus ... uusi avoin tutkimuksen kenttä: tuoreet aavistukset, intuiot, ohjaamaan jatkokehityksen suuntaa?
- Oli jo kokeiltu, kuvausvoiman lisäämiseksi, paloittain lineaarista "cut"-epälineaarisuutta ... entäpä nyt *symmetrinen neliöllisyys*?



58

1. takaisinkytkentävaihtoehto: *fysikaalinen systeemi*

- Jatkuvuustila $\bar{x} = \phi^T \bar{u} = Q \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{u}^T\} \bar{u}$
- estimaatti $\hat{u} = \phi \bar{x}$



$$X(s) = (sQ^{-1} + \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{u}^T\})^{-1} \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{u}^T\} U(s)$$

59

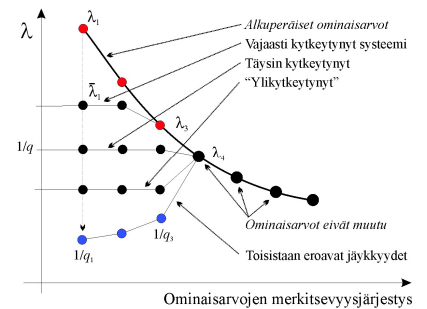
Vanhoja intuitioita: "ontologinen kybernetiikka"

- Oma tausta määrää suunnan ... tämä oli jo Enformaatio-LFS:ssä
- Senkin takana valmiina ajatteluni mallit – *säädön ja sähkön opit*
- **Säätäteoria.**
- *Ilman stabiilisuutta ei ole toivoa*
- Satunnaisella lineaaridynamiikalla stabiilisuustodennäköisyys 2^{-n}
- Hebbin neuronin on sisäisesti epästabili ... *epästabiilisuus on varma*
- **Sähkötekniikka.**
- Reaalisiin signaaleihin energiaa, ja käyttäminen kuluttaa
- Kyseessä on implisiittinen takaisinkytkentä "nelinavassa"
- Seurauksena *universaali puskuroituminen* ... "tahmeus"

60

Oudot jutut: variaatorakenteen "ekvalisoituminen"

- "Kolmitilaisen" kybernetiikan kytkeytyminen: kytkentäkertoimen vaikutus – q on "jäykkyys"
- *Jousivakioiden vakioituminen!*
- Liian vähäinen "datapuristus": ei vaikutusta



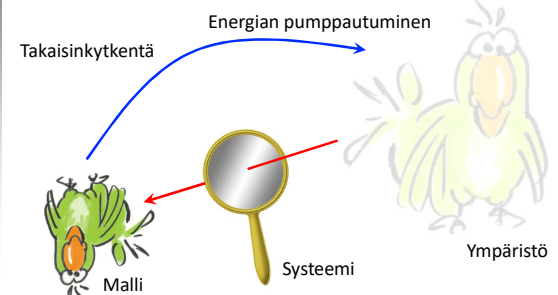
61

Nojatuoli-luonnontutkimusta parhaimmillaan!

- Yllättävä havainto: ominaisarvojen lähestyessä toisiaan, vakaasti jatkunut konvergenssi muuttuu "loiskiehunnaksi"
- Uusia rationaalisia tutkimuskohteita empiirisen tutkimuksen "suunnattomaan" suuntaamiseen, hypoteesien rakentamiseen?
- Mutta erityisesti tuo kytkeytymisilmiö on tärkeä aiheuttaessaan *ulkomaailmaan* uudenlaisen "havaintojaikutuksen"
- Tästä tulee matemaattiselta kannalta vielä puhetta (luku 3), mutta katsotaan nyt vitalitieteelle tyypillistä selitysmallia ...
- Taiteilija näkee paremmin ilmiöiden heijastukset, intuiotiltaan, omassa maailmassaan, luovassa rajoittamattomuudessaan
- **Pyhimys** ("Kynnet kynnet"): ... *oto pottää, ei saa tartuttuu... en oopoudu, auta, jokin puuttuu, ota lipouu... ei ilman kynneä saa tartuttuu*

62

Einstein: *luonto kätkeytyy, mutta ei ole ilkeä*



63

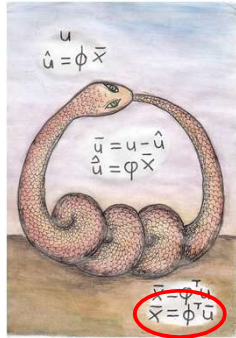
Symboliikkaa ... *magiaa, numeromystiikkaa*

$$\bar{x} = Q \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{u}^T\} \bar{u}$$

$$\phi^T = Q \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{u}^T\}$$

$$= (\mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\} + Q^{-1})^{-1} \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{u}^T\}$$

$$\varphi^T = (\mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\} + Q^{-1})^{-1} \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{u}^T\}$$



64

Suon elävät ... mielen prosessit ...



65

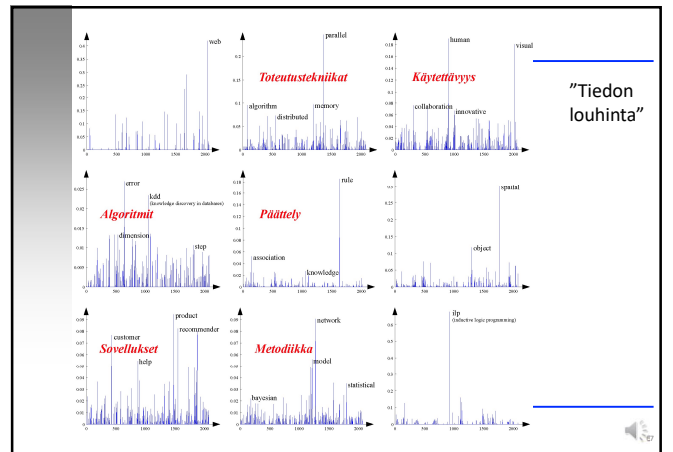
Oodi ilolle

- Osoittautuu (ks. Enformaatioteoria-kirja), että tilakomponentin i kytkeytyessä ominaisarvoon j , "elämänenergia" (ominaisarvo λ_j) periytyy ylätasolle kuin kaavassa

$$\mathcal{E}\{\bar{x}_i^2\} = \sqrt{\frac{\lambda_j}{q_i} - \frac{1}{q_i}}$$

- Tällä on sovelluksia: se kuvaa oikein painotettua *edustuksellista demokratiaa*, jossa *äänestäjäryhmiä* on m ja *edustajia* on n
- Esimerkiksi EU:n vaalijärjestelmässä λ , olisi jäsenvaltion väestön lukumäärä; tämä kaava näyttää antavan myös *äänikynnyksen*
- Tällä hetkellä käytetty *Penrosen painotusperiaate* antaa (useiden tilastollis-peeliteoreettisten jakaumatarkastelujen jälkeen) saman neliöjuuren ... *mutta sepä ei anna äänikynnystä!*

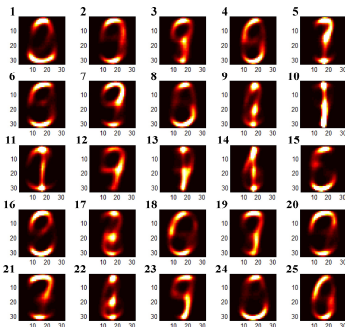
66



67

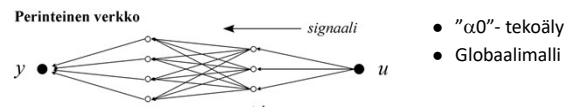
Kokeilu: käsinkirjoitettujen numeroiden piirteet

- Datan dimensio $32 \times 32 = 1024$ pikseliä
- Huono luokituskyky, heikosti erottelevat piirteet
- Mitä tehdä, miten edetä?

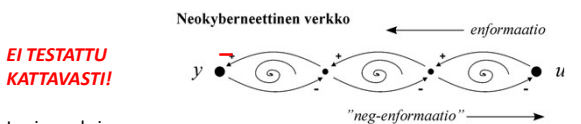


68

Moderni lähestymistapa: kuin "syvät verkot"



- "α0"- tekoäly
- Globaalimalli



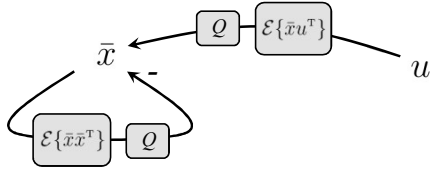
Laajennoksia:

- Yksi taso ei riitä: lisää korreloitavaa tarjolla rinnakkaisista "tilkuista"
- Ohjattu oppiminen, "vetäminen" kohti oikeaa regressioluokitusta y

69

2. takaisinkytkentävaihtoehto: *mentaalisysteemi?*

- Jatkuvuustila $\bar{x} = \Phi^T u = (\mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\})^{-1} \mathcal{E}\{\bar{x}u^T\} u$
- Estimaatti $\hat{u} = \Phi \bar{x}$



$$X(s) = (sQ^{-1} + \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\})^{-1} \mathcal{E}\{\bar{x}u^T\} U(s)$$

70

Kohti uutta: *"episteeminen neokybernetiikka"*

- Jonkinlainen evolutiivinen innovaatio on joskus mahdollistanut harppauksen rakenteissa kohti *aineetonta informaatiota!*
- Tämä edellyttää kaaoksen pidemmälle menevää hallintaa: kykyä erottaa toisistaan *globaalin tason eteenpäin- ja takaisinkytkentä*
- Nyt rakenteessa tarvitaan eksplisiittinen takaisinkytkentä ja siinä miinus-merkki – tämän toteuttaa ns. "anti-Hebbin oppiminen"
- Puskurointiominaisuus on kadonnut ja robustisuus on heikennyt – *tyypillinen, perinteinen optimaalisuuden haittapuoli!*
- Kohti abstraktioita: jouset unohtuvat... informaatiota voidaan jakaa ... fyysikaalinen energiatalkinta löystyy ...
- Häviötön:** mallittunut varianssi säilyy ... **mihin energia kasautuu?** Energian, jopa jonkinlaisen "mentaalimassan" tursuminen (luku 2)

71

Niin, *makroskooppista energiaa*

- Jatkuvuustilan lauseke $\bar{x} = (\mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\})^{-1} \mathcal{E}\{\bar{x}u^T\} u$ voidaan tulkita sen iteraation tasapainoksi, jossa haetaan nollakohtaa gradientille $-\mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\} x + \mathcal{E}\{\bar{x}u^T\} u$
- Tämä nollakohta on *minimi* seuraavalle kustannuskriteerille (koska kerroinmatriisi on aina *positiividefiniitti*, ominaisarvot $\lambda_i > 0$):

$$\frac{1}{2} x^T \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\} x - x^T \mathcal{E}\{\bar{x}u^T\} u$$
- Tämä on rakenteiden mekaniikasta tuttu *deformaatioenergian* lauseke, jossa $\mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\}$ on *deformaatiomatriisi* – nyt *adaptoituva*
- Tällainen energia ei ole mielekäs pelkästään neuronaalisella mikrotasolla – ehkä jopa mitattavissa? – Vrt. *MRI-kuvantaminen*
- Tämä on kuin aistimusten jousipatja, trampoliini ... pommupullina!**

72

Hahmonsovitus

- Toinen ekvivalentti kustannuksen muotoilu (vakioita vaille): haetaan x joka minimoi *hahmon rekonstruointivirheen* $u - \Phi x$

$$\frac{1}{2} (u - \Phi x)^T \Phi \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\} \Phi^T (u - \Phi x)$$
- Tässä painomatriisina on *estimaattien kovarianssimatriisi*:

$$\Phi \mathcal{E}\{\bar{x}\bar{x}^T\} \Phi^T = \mathcal{E}\{\hat{u}\hat{u}^T\}$$
- Vertaa tätä normaalijakautuneen (gaussisen) datan "suurimman uskottavuuden" hahmonsovituskriteerin painomatriisiin:

$$\mathcal{E}\{uu^T\}^{-1}$$
- Huomaa taas se inversio: painotetaan kovarianssia eli *relevanssia*, ei invarianssia eli *kohinaa!*

73

"Epätodennäköisyyden vuoren" invertoiminen

• **Äärellisen horisontin jatkuva-aikainen LQR**

• **Neokybernetinen jatkuva-aikainen säätö**

$A = \mathcal{E}\{xx^T\}, B = \mathcal{E}\{xu^T\}$
 $X(s) = (sI + A)^{-1} B U(s)$
 $X(0) = A^{-1} B U(0)$

74

Vertailua *perinteiseen kognition mallitukseen*

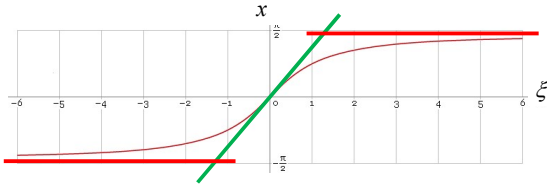
- Peter Gärdenfors* on esittänyt ajatuksen *käsiteavaruudesta*: piirteiden numeroarvot määräävät käsitteen sijainnin mielessä
- Nyt kuitenkin perusyksikkönä ei ole piste vaan *jousitettu dialektinen pistepari* (vrt. myöhemmin "kaksilot", dualismit, ym.)
- Näin ei erikseen tarvitse määritellä yksiköiden välisiä suhteita, tai edes päättelysääntöjä: jouset pyrkivät minimienergiaan
- Käsitteet ovat nyt jonkinlaisia *värähteleviä möykkäjä avaruudessa*, tai oikeastaan *harvakoodautuneita aliavaruuksia*
- Tästä voitaisiin laajentaa kohti globaalia näkökulmaa – ja samalla jumittaa yksityiskohtiin ... taisteluihin mielen sisällä ja ulkopuolella
- Viimeinen mahdollisuus pitäytyä standardinmukaisissa lähestymistavoissa ... armeliaasti kerjätä tiedeyhteisön hyväksyntää ...**



75

Perceptroni $x = f(\xi) = f(w_0 + w_1u_1 + \dots + w_nu_n)$

- **Vakio** – kyllästynyt, binaarinen sijainnin approksimaatio
= "Kuollut" – staattinen "reuna", kehys; *logiikka?*



- **Lineaarinen** – aktiivinen, jatkuva-arvoinen tarkennus
= "Elävä" – dynaaminen muutos, liike?

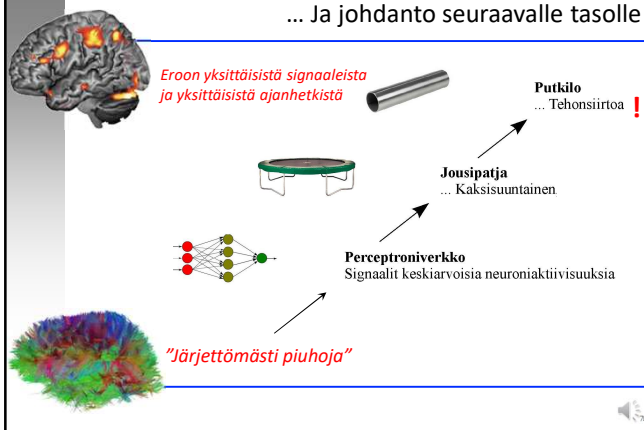
76

... Yhteenvedo ensimmäisestä luvusta

- Oletetaan, että *kognitiokoneiston toiminta ja kehittyminen on reagointia ulkomaailmaan*. – Sovelletaan sitten evidenssiä –
1. Mielen rakentuminen perustuu *dialektisiin kontrasteihin*, joista kukin virittää havaintoavaruuteen *akselin* ääripäidensä välille
 2. Tämän päällä neuroniverkko määrittää *takaisinkytketyn säädön*: akseleille muodostuu "josten" määräämä *linearisoitu metriikka*
 3. Jousiverkon reagointi varioiviin herätteisiin pumppaa jousiin (aivan perinteistä, mitattavissa olevaa?) *mekaanista energiaa*
 4. Herätteiden eteneminen verkossa näyttyy *energiavirtauksena*, ja tämä virtaus voi siirtyä myös verkkojen välillä
 5. *Eteenpäinpäisy edellyttää käsitteiden uudelleenneimistä ...*

77

... Ja johdanto seuraavalle tasolle



78

Vielä lisää: *ei tarvita "vahvaa emergenssiä"*

- Antero Vipusen jäljillä: evoluutio on toteutettavissa harppauksitta – voidaan rakentaa johdonmukainen "elämien hierarkia"
- Vähittäistä kehitystyötä, monimuotoisuuden kasvattamista – myös *seuraavissa luvuissa jatketaan* – mihin tämä perustuu?
- **Inversio**: "keskeisin", eli *järki*, on sivuraiteella, aivojen ulkokuorella – energia pursuaa ytimestä, syvistä kerroksista; yhä, alusta lähtien
- Ohut sivistyksen kuori valmiina ohitettavaksi, alemmat kerrokset valmiina ottamaan ohjat – *niin biologisesti kuin kulttuurisestikin*
- **Tunteet sisältönä** – tärkeimmät päätökset (*taistele tai pakene*) ovat **binaarisia, skalaaristen painotettujen summien kynnystyksiä**
- Hormonit hoitavat tunneohjausta jopa ennen hermojärjestelmää – kemialliset aikavakiot tällöin minuutteja ... *sähköiset vain sekunteja*

79