

58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op)

Syksy 2005

Raul Hakli

lukut01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Raul Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.1/32

KURSSIN AIKATAULU JA KURSSIKIRJA

Luennot:

Yonleht. Raul Hakli 6.9.–13.10. TI 12–14, TO 10–12 CK112,
1.11.–8.12. TI 12–14, TO 10–12 CK112

Harjoitusryhmät:

1. Tuntiop. Olaf Laczak 12.9.–9.12. TI 14–16 BK106
2. Tuntiop. Olaf Laczak 12.9.–9.12. TO 12–14 CK111
3. Tuntiop. Olaf Laczak 12.9.–9.12. TO 14–16 CK111

Kurssikokeet:

1. ma 17.10. klo 16–19
2. to 15.12. klo 9–12

Oppikirja:

Stuart Russell & Peter Norvig: *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (Second Edition), Prentice Hall, 2003.

lukut01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Raul Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.3/32

TEKOÄLYN TAVOITTEISTA

- Toisaalta pyrkimys *ymmärtää* älykkyyttä, toisaalta älykkyyden *tuottaminen*
- Monitieteinen projekti: filosofia, psykologia, kognitiotiede, tietojenkäsittelytiede, insinööritieteet, kielitiede, yhteiskuntatieteet
- Tekoäly ei nojaa vain teoreettiseen tai empiiriseen tutkimukseen vaan pyrkii tuottamaan älykkyyttä konstruomalla ohjelmia ja robotteja, jotka ajattelevat tai toimivat tavalla jota pidämme älykkäänä.

lukut01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Raul Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.5/32

Toisaalta voidaan tehdä jaottelu:

- tekoäly teknisenä tieteenä (älykkäältä vaikuttavien järjestelmien toteuttaminen)
- heikko tekoäly (työväline älykkyyden mallintamiseen tai tutkimiseen)
- vahva tekoäly (kone intentionaalisena tai tietoisena systeeminä)

lukut01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Raul Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.7/32

1 JOHDANTO

- Kurssi antaa perustiedot tekoälyn (Artificial Intelligence, AI) keskeisistä tavoitteista, ongelmista ja menetelmistä.
- Kurssi on Älykkäiden järjestelmien erikoistumislinjan syventävien opintojen pakollinen peruskurssi
- Kurssilla tarkastellaan älykkään agentin käsitettä ja toimintaa.
- Käsiteltäviä aihepiirejä ovat etsintä, looginen tietämyksen esittäminen ja päättely, toimintojen suunnittelu, päättely epävarman tietämyksen alla ja päätöksenteko.
- Tekoäly-kurssin aihepiiriä laajennetaan ja syvennetään mm. sellaisilla laitoksen kursseilla kuin Koneoppiminen, Kolme käsitettä -trilogia, Graphical models, Robotiikka (?), Hajautettu tekoäly (?) jne.

lukut01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Raul Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.2/32

LUENTOJEN SISÄLTÖ

1. Johdanto
2. Älykkäät toimijat (agentit)
3. Etsintä ja ongelmanratkaisu: sokeat etsintämenetelmät
4. Informoidut etsintämenetelmät ja heuristiikat
5. Rajoiteongelmat
6. Pelit
7. Loogiset agentit ja lauselogiikka
8. Predikaattilogiikka
9. Päättely
10. Tietämyksen esittäminen
11. Suunnittelu
12. Epävarmuus
13. Päätöksenteko
14. Tekoälyn filosofia

lukut01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Raul Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.4/32

TEKOÄLYN LUONNEHDINTAA

Nelikenttä:

	Ihmismäisyys	Rationaalisuus
Ajattelu		
Toiminta		

Saadaan neljä lähestymistapaa tekoälyyn:

- Inhimillinen toiminta: Turingin testi
- Inhimillinen ajattelu: kognitiivinen mallinnus
- Rationaalinen ajattelu: ajattelun lait, logiikka
- Rationaalinen toiminta: rationaaliset agentit, päätöksenteko

lukut01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Raul Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.6/32

TEKOÄLYN PERUSTA

- Filosofia (428 e.a.a. –)
- Matematiikka (n. 800 –)
- Taloustiede (1776 –)
- Neurotieteet (1861 –)
- Psykologia (1879 –)
- Tietokonetekniikka (1940 –)
- Sääntöteoria ja kybernetiikka (1948 –)
- Kielitiede (1957 –)

lukut01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Raul Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.8/32

Voiko formaaleilla säännöillä saada päteviä johtopäätöksiä?

- Aristoteleen (384–322 e.a.a.) syllogismit
- Ramon Lull (1232–1315): idea koneen suorittamasta päättelystä
- Leonardo da Vinci (1452–1519): suunnitelma mekaanisesta laskukoneesta
- Wilhelm Schickard (1592–1635): ensimmäinen toteutus, myöhemmin kuuluisampi Blaise Pascal (1623–1662) Pascaline (1642).
- Thomas Hobbes (1588–1679): päättely on samanlaista kuin numeerinen laskenta
- Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) rakensi mekaanisen laskukoneen ja kaavaili universaalia merkkikieltä.

luku01.tex – 58066:7 Tehtävyt (4 ov / 8 opt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.9/32

Mitä tieto on ja mistä se tulee? Kuinka toiminta syntyy tiedon pohjalta?

- John Locke (1652–1704) kritisoi käsitystä synnynäisistä ideoista. Mieli on alussa *tabula rasa*.
- Berkeley (1685–1753): fenomenalismi: Puhe ulkomaailmasta on hyvä tapa järjestää olemista, mutta ulkomaailman objekteja ei ole olemassa.
- David Hume (1711–1776): Mielelle ei ole läsnä mitään muuta kuin havainnot eikä se voi kokea niiden yhteyttä olioihin → skeptisismi (kuitenkin teoreettista)

Immanuel Kantin (1724–1804) filosofia sijoittuu rationalismin ja empirismin välimaastoon: Kantin mukaan dogmaattista rationalismia on muodostaa käsitteitä ja kuvitella, että ne vastaavat meistä riippumatonta todellisuutta. Toisaalta Kant ei myöskään hyväksy empiristien puhdasta kokemusta: Mieleemme muokkaa kokemusta eikä vain päinvastoin.

luku01.tex – 58066:7 Tehtävyt (4 ov / 8 opt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.11/32

Mitkä ovat formaalin päättelyn säännöt?

- Aristoteles: formalisoinnin idea
- George Boole (1815–1864): laskulait totuusarvoille → propositiologiikka
- Gottlob Frege (1848–1925): ensimmäisen kertaluvun predikaattilogiikka teoksessa *Begriffsschrift* (1879), yritys logisoida matematiikka
- Bertrand Russell (1872–1970): ongelma Fregen systeemissä. Kehitti yhdessä Alfred N. Whiteheadin (1861–1947) kanssa ongelman ratkaisevaa tyyppiteoriaa teossarjassaan *Principia Mathematica* (1910–1913).
- Alfred Tarski (1902–1983): semanttiset periaatteet, joilla loogisten kielten totuus voidaan määritellä.

luku01.tex – 58066:7 Tehtävyt (4 ov / 8 opt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.13/32

Logiikan, laskettavuuden ja laskennan vaativuuden lisäksi matematiikan tärkeä kontribuutio tekoälylle on todennäköisyyslaskenta, jonka avulla voidaan käsitellä tilanteita, joissa varmojen premissien ja päättelysääntöjen lisäksi on olemassa epävarmaa informaatiota.

- Gerolamo Cardano (1501–1576): todennäköisyyden idea
- Tärkeitä kehittäjiä Pierre Fermat (1601–1665), Blaise Pascal (1623–1662), James Bernoulli (1654–1705) ja Pierre Laplace (1749–1827).
- Modernin epävarman päättelyn perustalla on Thomas Bayesin (1702–1761) ajatus todennäköisyysarvojen päivittämisestä uuden informaation valossa.
- Todennäköisyysteorialla on myös nuorempia kilpailijoita epävarman tietämyksen käsittelyssä.

luku01.tex – 58066:7 Tehtävyt (4 ov / 8 opt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.15/32

Mikä on mentaalisen mielen ja fyysisen aineen suhde?

- Thomas Hobbes (1588–1679): materialismi
- René Descartes (1596–1650): dualismi
- Benedictus de Spinoza (1632–1677): substansseja on vain yksi, mutta sillä on useita ominaisuuksia.
- Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716): substanssi on voima, ei aine. Ennaltamäärätty harmonia.

Mannermaalla siis hallitsi rationalismi, jossa korostettiin järjen käyttöä metafysiikkaa rakennettaessa: 1) järki voi antaa tietoa olevan rakenteesta, 2) siitä voidaan rakentaa yhtenäinen kuvaus, 3) tieto on deduktiivista, 4) kaikki on selitettävissä tällaisen järjestelmän avulla.

Brittein saarilla vallassa oli empirismi, joka keskittyi tieto-oppiin:

MATEMATIIKKA (N. 800–)

Kysymyksiä:

- Mitkä ovat formaalin päättelyn säännöt, joilla saadaan tosia johtopäätöksiä?
- Mitä voidaan laskea?
- Kuinka päätellään epävarmasta informaatiosta?

Filosofit olivat esittäneet tekoälyn tärkeät kysymykset mutta niiden täsmällinen käsittely vaati matemaattista formalisointia tärkeillä osa-alueilla: logiikassa, laskennassa ja todennäköisyydessä.

luku01.tex – 58066:7 Tehtävyt (4 ov / 8 opt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.12/32

Mitä logiikalla ja laskemisella on mahdollista saavuttaa? Taustalla al-Khwārizmī, Leibniz,...

- David Hilbert (1862–1943): Entscheidungsproblem
- Kurt Gödel (1906–1978): predikaattilogiikan täydellisyyslause (1930), epätäydellisyyslause (1931) vastasi kielteisesti Hilbertin 23. ongelmaan.
- A. Turing (1912–54): Turingin kone, Churchin-Turingin teesi
- 1960-luvulta lähtien laskennan vaativuusteoria

Yritys perustaa matematiikka formaaliin logiikkaan kariutui. Tekoäly otti kuitenkin sen välineet käyttöönsä:

- Tietämys maailman tilasta pyritään esittämään kuvailevasti sitoutumatta ennalta mihinkään tiettyyn käyttöön.
- Tietämyksen käyttö erillisen päättelyjärjestelmän tehtävä.
- Päättelyjärjestelmä käsittelee merkkejä, ei merkityksiä.

luku01.tex – 58066:7 Tehtävyt (4 ov / 8 opt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.14/32

TALOUSTIEDE (1776–)

Kysymyksiä:

- Kuinka tehdään päätöksiä jotka maksimoivat hyötyä?
- Kuinka se tehdään silloin kun muut yrittävät maksimoida omaansa?
- Kuinka se tehdään silloin kun hyöty voidaan saavuttaa vasta myöhemmin?

Henkilöitä:

- Adam Smith (1723–1790): ajatus yksilöistä jotka maksimoivat taloudellista hyvinvointiaan
- preferenssien (tai utiliteettien) formaalia käsittelyä kehittivät Léon Walras (1834–1910) ja edelleen Frank Ramsey (1931) ja John von Neumann sekä Oskar Morgenstern päätös- ja peliteoriaksi.
- Herbert Simon (1916–2001): "satisficing"

luku01.tex – 58066:7 Tehtävyt (4 ov / 8 opt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.16/32

Kuinka aivot prosessoivat informaatiota?

- Kauan on uskottu että aivoilla ja ajattelulla on jokin yhteys. Pidetty tietoisuuden keskuksena 1700-luvulta asti.
- Paul Broca (1824–1880): afasiapotilaiden tutkiminen, kognitiivisten tehtävien lokalisointi
- Camillo Golgi (1843–1926) kehitti menetelmän, joka mahdollisti yksittäisten solujen tarkastelun
- Santiago y Cajal (1852–1934) esitti että aivotoiminnot tapahtuvat juuri neuroneissa
- Hans Berger: EEG-laite (1929)

Nyt aletaan tietää mitä aivojen alueet ohjaavat mitäkin osaa kehossa ja mistä ne saavat havaintosyötteitä, mutta kaikesta ei vielä olla yksimielisiä. Vielä on auki, kuinka toiminnot siirtyvät alueelta toiselle aivojen vahingoituessa, eikä muistin toimintaa vielä oikein tunneta.

luku01.tex – 58066-7 Tehtävyt (4 ov / 8 spt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.17/32

Kuinka ihmiset ja eläimet ajattelevat ja toimivat?

- Hermann von Helmholtz (1821–1894) ja Wilhelm Wundt (1832–1920): Ihmisen näköaistin kokeellinen tutkiminen.
- John Watson (1878–1958): Ainoastaan objektiivisten eli havaittavien (siis myös mitattavissa olevien) asioiden tarkastelu oli sallittua → behaviorismi
- Vähitellen kognitiivinen psykologia, joka ammensi mm. pragmatisti William Jamesin (1842–1910) työstä. Englannissa Frederic Bartlett (1886–1969) ja oppilaansa Kenneth Craik (1914–1945) harrastivat kognitiivista mallintamista ja Craikin kirja *The Nature of Explanation* (1943) palautti arkipsykologian mentaalista käsittelevät termit tieteelliseen kielenkäyttöön.
- USAssa sai alkunsa tietokonehallinnuksen inspiroima *kognitiotiede* syyskuussa 1956. Konferenssissa George Miller, Noam Chomsky, Allen Newell ja Herbert Simon.

luku01.tex – 58066-7 Tehtävyt (4 ov / 8 spt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.18/32

KOGNITIIVISEN PSYKOLOGIAN AGENTTIMALLI

Kognitiivinen psykologia tarkastelee ihmistä informaation käsittelijänä ja monet suunnan edustajat ajattelevat että kognitiivisten teorioiden pitäisi olla tietokoneohjelmien kaltaisia eli mallintaa kognitiiviset prosessit hyvinmääriteltynä informaationkäsittelytoimituksina. Craikin muotoilu oli pääpiirteissään seuraava:

1. Ulkoa tuleva ärsyke (stimulus) pitää muuntaa sisäiseen esitysmuotoon (internal representation)...
2. jota toimijan kognitiiviset prosessit käsittelevät tuottaen tuloksina uusia sisäisiä esitysmuotoja...
3. jotka sitten muunnetaan takaisin toiminnaksi.

luku01.tex – 58066-7 Tehtävyt (4 ov / 8 spt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.19/32

TIETOKONETEKNIikka (1940–)

Kuinka rakennetaan tehokkaita tietokoneita?

- Leonardo da Vinci (1452–1519): suunnitelma mekaanisesta laskukoneesta
- Wilhelm Schickard (1592–1635): ensimmäinen toteutus, myöhemmin kuuluisampi Blaise Pascal (1623–1662) Pascaline (1642).
- G.W. Leibniz rakensi mekaanisen laskukoneen, jossa yhteenlaskun lisäksi kertolasku, jakolasku ja neliöjuuret.
- Ensimmäinen ohjelmoitava laite oli Joseph Marie Jacquardin (1752–1834) kutomakone, jota ohjelmoitiin reikäkortilla.
- Charles Babbage suunnitteli ja rakensi 1800-luvun puolivälissä kahta konetta, joita ei kuitenkaan onnistunut saamaan valmiiksi.

luku01.tex – 58066-7 Tehtävyt (4 ov / 8 spt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.20/32

SÄÄTÖTEORIA JA KYBERNETIIKKA (1948–)

- Ensimmäinen itseään säätelevä laite oli Aleksandriassa Egyptissä 250 eKr rakennettu vesikello, joka piti veden virtauksen vakiona.
- James Watt (1736–1819): höyrykoneen säädin
- Cornelis Drebbel (1572–1633): termostaatti
- Norbert Wiener (1894–1964): säätöteorian keskeinen kehittäjä. Kirja *Cybernetics* (1948) oli menestys ja toi älykkään koneen mahdollisuuden suuren yleisön tietouteen.

luku01.tex – 58066-7 Tehtävyt (4 ov / 8 spt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.22/32

KIELITIEDE (1957–)

- Behavioristi B.F. Skinner julkaisi vuonna 1957 kirjan *Verbal Behavior*, joka oli perusteellinen ja asiantunteva esitys kielenoppimisesta.
- Kirja sai murskakritiikin Noam Chomskyltä, joka oli juuri julkaissut kirjan *Syntactic Structures* omasta teoriastaan.
- Behavioristinen teoria ei kyennyt selittämään kielen luovuutta, sitä että lapsi pystyy ymmärtämään lauseita joita ei ole koskaan ennen kuullut.
- Chomskyn generatiivisten kielioppien teoria pystyi tähän ja lisäksi se oli riittävän formaali ollakseen ohjelmoitavissa.
- Luonnollisen kielen käsittely tietokoneella osoittautui kuitenkin odotettua vaikeammaksi.

luku01.tex – 58066-7 Tehtävyt (4 ov / 8 spt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.23/32

TEKOÄLYN HISTORIAA

Tekoälyn ennakoiti (1943–1955)

- Ensimmäinen tekoälyartikkeli: McCulloch ja Pitts: A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity (1943). Osoitti kuinka yksinkertaisten laskentayksikköjen, neuronien, muodostamilla verkoilla voidaan esittää loogiset konnektiivit ja laskea kaikki laskettavat funktiot. Arvelivat myös että verkot voisivat oppia.
- Donald Hebb antoi (v. 1949) yksinkertaisen päivityssäännön verkkojen oppimiseen.
- Marvin Minsky ja Dean Edmonds: ensimmäinen neuroverkkotietokone (40 neuronial) Snarc 1951.
- Alan Turing: Artikkel "Computing machinery and intelligence" jossa esiteltiin Turingin testi ja hahmoteltiin koneoppimisen, geneettisten algoritmien ja palauteoppimisen (reinforcement learning) ideat

luku01.tex – 58066-7 Tehtävyt (4 ov / 8 spt) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.24/32

Tekoälyn synty (1956)

- John McCarthy organisoii yhdessä Minskyn, Claude Shannonin ja Nathaniel Rochesterin kanssa workshopin Dartmouthissa. Kymmenen osallistujaa jotka olivat kiinnostuneita automaateista, neuroverkoista ja älykkyydestä.
- Allen Newell ja Herbert Simon: Logic Theorist (LT)
- McCarthy keksi termin "artificial intelligence"
- Selvisi että tekoäly oli oma tutkimusalaansa: ei pelkästään pyrkinyt selvittämään ihmisen ajattelun luonnetta vaan myös toistamaan sitä, toisaalta laskennallinen metodologia

luku01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.25/32

Realiteettien tajuaminen (1966–1973)

- Lupaavalla vaikuttaneet järjestelmät jotka toimivat hyvin rajatuissa ongelmatapauksissa eivät toimineetkaan yleisemmissä tapauksissa tai isommilla aineistoilla.
- Ongelmien vaikeutta oltiin aliarvioitu. Esim. kielenkääntämiseen ei riitäkään sanaston ja kieliopin tunteminen vaan tekstiä pitää tulkita.
- Myös laskennan vaativuusteorian kehittyminen osoitti että skaalautuvuusongelmat ovat periaatteellisia eivätkä ratkea koneiden nopeutuessa ja muistin lisääntyessä kuten oltiin ajateltu.
- Vastoinikäymisiä kone-evoluutiossa (GA) ja neurolaskennassa (Minsky & Papert: *Perceptron*)
- Optimismi karisee ja rahoitus supistuu

luku01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.27/32

Teollisen soveltamisen aika (1980–)

- Lähes kaikki amerikkalaiset suuryritykset kehittävät ja käyttävät asiantuntijajärjestelmiä
- Suuria kansallisia ja kansainvälisiä kehityshankkeita
 - Japanin 5. sukupolven tietokonehanke
 - USA:n Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC)
 - Iso-Britanniassa Alvey-raportti
- Kahdeksankymmentäluvun lopulla tekoälyteollisuus oli kasvanut miljardien dollarien suuruisiksi.

luku01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.29/32

Tekoälyn kypsyminen tieteeksi (1987–)

- Alkuaikojen ad hoc -kokeiluista ja täysin uusista ideoista on luovuttu ja pyritty mieluummin palaamaan tutkittuihin matemaattisiin teorioihin, esim. probabilistiset menetelmät epätasäällisyyden käsittelyssä.
- Tämä on mahdollistanut metodologian kypsymisen ja uusien tulosten rakentamisen aikaisempien varaan.
- Toisaalta seurauksena on myös ollut alan pirstaloituminen: kullakin osa-alueella on omat kehittyneet teoriansa, mutta tekoälyä yhtenäisenä tutkimusalueena ei enää ole samassa mielessä kuin ennen.
- Viime aikoina esiin noussut älykkään agentin idea on jälleen yhdistänyt alaa: olisiko jo mahdollista kerätä eri osa-alueilla saatuja tuloksia ja yhdistää niitä älykkääksi agentiksi?

luku01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.31/32

Alkuinnostus (1952–1969)

- onnistumisia useissa älykkyyttä vaativissa tehtävissä
- Newell & Simon: General Problem Solver (GPS) ja hypoteesi fysikaalisesta symbolisysteemistä
- Arthur Samuel: Tammiohjelma, joka oppi pelaamaan paremmin kuin tekijänsä.
- McCarthy: LISP-ohjelmointikieli, Advice Taker -ohjelman idea: ongelma-alueen tietämyksen ja yleispätevän päättelyn erottelu toisistaan
- Minskyn ja oppilaiden mikromaailmat, esim. Winogradin SHRDLU

luku01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.26/32

Tietämysjärjestelmät (knowledge-based systems) (1969–1979)

- Yleiset ongelmanratkaisijat olivat heikkoja siinä mielessä että ne eivät skaalautuneet monimutkaisille sovellusalueille, joissa vaadittiin laajaa sovelluskohtaista tietämystä
- Siirryttiin *asiantuntijajärjestelmiin* (expert systems), joissa ensin alan asiantuntijoita haastatteleamalla pyrittiin selvittämään sovellusalueella tarvittava tietämys ja päättelysäännöt ja sitten esittämään ne tietokoneella, esim. DENDRAL, MYCIN
- Samalla kehitettiin uusia kieliä ja päättelyjärjestelmiä tietämyksen esittämiseen ja päättelyyn: Prolog, PLANNER, Minskyn kehukset (frames), Schankin skriptit (scripts) jne

luku01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.28/32

Tekoälyn talvi (AI winter)

- Lopulta petyttiin jälleen: vuosikymmenen vaihteeseen mennessä suuria odotuksia ei oltu lunastettu.
- Asiantuntijajärjestelmät olivat valtavia jähmeitä sääntöjärjestelmiä joiden tietämystä oli lopulta mahdoton päivittää, siirtää tai edes ymmärtää
- Kansallisetkaan projektit eivät tuottaneet odotettuja tuloksia

Neuraaliverkkojen paluu (1986–)

- Back-propagation-oppimisalgoritmi keksittiin uudelleen, mikä johti neurolaskennan uuteen nousuun
- *Konnektionismi* nähtiin lupaavana vaihtoehtona loogiselle ja symboliselle lähestymistavalle.
- Uusia neuroverkkomalleja esitettiin, esim. Teuvo Kohosen SOM (Self-Organizing Map)

luku01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.30/32

TEKOÄLYN NYKYTILA

- Suunnittelu
- Pelit
- Sääto
- Diagnosointi
- Logistiikka
- Robotiikka
- Kielen ymmärtäminen ja ongelmanratkaisu

luku01.tex – 58066-7 Tekoäly (4 ov / 8 op) – Rauli Hakli – 8/9/2005 – 15:07 – p.32/32