



## Yleistä

- 6 opintopistettä
- Jatko-opintokelpoinen? Tarkistettava!
  
- Luennot, saattavat loppua ennen periodin V päätöstä
- Viikkoharjoitukset
- Harjoitustyöt: 3 kpl
  
- Sisältöön mahdollista vaikuttaa nyt
  
- Luennoidaan vain joka toinen vuosi
  - Seuraava: kevät 2009



## Organisaatio & aikataulu

**Luennot:** prof. Tapio Elomaa

- ma 12–14 T B216, to 14–16 T C210
- 5.2.– 10.5.
  - perioditauko 19.–25.3.
  - Pääsiäisloma 5.–11.4.

**Viikkoharjoitukset 12.2. →**

- DI Heidi Koivistoinen, DI Jussi Kujala (+ Arkkite. Minna Ruuska)
- ma 14–16 sali T C161,
- to 12–14 sali T C133 ja
- pe 14–16 sali T B207

Koe ma 14. toukokuuta 2007



## Harjoitustyöt

- Kurssilla on kolme pakollista harjoitustyötä.  
Kurssin suorittaminen edellyttää kaikkien töiden tekemistä
  - Kukin työ arvostellaan asteikolla 0-?.  $\geq 1$  on hyväksyty
1. Prolog-harjoitus  
Palautuspäivä ?. ?.
  2. Peliagentti ja selvitys sen käyttämistä tekoälytekniikoista  
Ryhmätyö, Palautuspäivä ?. ?.
  3. Essee. Vapaavalintainen aihe oppijakson aihealueelta.  
Palautuspäivä ?. ?.



## Viikkoharjoitukset

- Viikkoharjoituksiin osallistuminen on **erittäin** suositeltavaa
- Harjoitustehtävät verkkoon keskiviikkoisin
- Valmiudesta esittää taululla vastaus kysymykseen saa kustakin merkinnän
- Kussakin harjoituksissa on n. 5 tehtävää →  
kaikkiaan merkintöjä voi kerätä n.  $5 \times 10 = 50$  kappaletta

Merkintöjä	Lisäpisteet
25%	1
40%	2
55%	3
70%	4
80%	5
90%	6



## Arvostelu

- Kurssin arvostelussa otetaan huomioon
  - tentti (max 30 p.)
  - viikottaiset laskuharjoitukset (max 6 p.) ja
  - Pakolliset harjoitustyöt (yht. max 24 p.)
  - Kokonaispisteiden max on 60 p.
- Arvosana määräytyy **olettavasti** seuraavasti:

pisteet	30	35	40	45	50
arvosana	1	2	3	4	5



## Materiaali

- Kurssin oppikirja on
  - S. Russell, P. Norvig: *Artificial Intelligence, A Modern Approach*, Second ed., Prentice Hall, 2003
- Melkein mikä tahansa aiheen oppikirja kattaa kurssilla käsitellyt asiat
- Valmista monistetta ei ole, luentokalvot pannaan verkkoon luentojen tahtiin
  - <http://www.cs.tut.fi/kurssit/OHJ-2550/>
  - <http://www.cs.tut.fi/~elomaa/opetus/OHJ-2550/>
- Tentti perustuu luentoihin (ei siis yksinomaan kalvoihin)



## Luentoaikataulu

### Tekoäly tänään — ”lehdistökatsaus”

1. Johdanto (I, 1)
  1. Taustaa
  2. Tekoälyn historia
  3. Älykkäät agentit
2. Logiikka, tietämys ja päättely (III, 2-3)
3. Ongelmanratkaisu ja hakualgoritmit (II, 5-6)
4. Epävarma tietämys ja päättely (V, 7-9)
5. Toiminnan suunnittelu (IV, 9-10)
6. Koneoppiminen (VI, 10-12)



SHAKKI & BRIDGE

Kone oli maailmanmestaria vahvempi

Tasankohetimitä Deep Fritzin ja maailmanmestari Vladimir Kramnikin kuusi-

Rf6 g, Rc3 a6 6. Le4 e6 7. o-o Ley 8. Lb3 Dc7 9. Te1 Re6 10. Te3



Dh4 Db7 a8. Te1 b7 29. Tf5 Rb7 30. Dxa4 (Hämnen löki-)

Toteutettiin viimeisessä pelissä pelissä oli myös vaihtia.

Virhe ratkaisi

Maailmanmestari Vladimir Kramnik hävisi Bonniassa pel-

TEHTÄVÄSHAKKI

Tänään tulee kolmeosainen 190 vuotta vanha joulukalenteri.

Hoivamaista tulee kolmeosainen 190 vuotta vanha joulukalenteri.



Dmitri Jakovenko johtaa Venäjän maajoukkueen karsin-



TAMPEREEN TEKNIILLINEN YLIOPISTO Ohjelmistotekniikan laitos

8.2.2007

Robottilelujen uusi sukupolvi havaitsee ja oppii Mistä on pienet robotit tehty?



Johdattaa ja ohjeistaa, innostaa ja auttaa. Niistä on pienet robotit tehty - ja niillä on vielä ri-

Harjoittelun aloittaneet val-

Käsiteltiin monipuolisesti 2006-



KANALIAN OHJELMOINTI. NINJA NINJA NINJA on suunniteltu...



NINJA NINJA NINJA on suunniteltu...

TAMPEREEN TEKNIILLINEN YLIOPISTO Ohjelmistotekniikan laitos

OHJ-2550 Tekoaly, kevät 2007

8.2.2007





# Pelastus parkkipaniikkiin

Tekniikkajournalistit on esittänyt parhaimman valinnan ajoneuvoille. Tiedustomme, olisiko valintojen kehittäminen teknologia ratkaisu ahtaiden parkkipaikkojen kammoon.

## Viisi testijajaa

**Sara (50)** *Isäntä ja kolme lasta*  
 Sara on 50-vuotias, kahdeksan lapsen äiti ja kahdeksan koiran omistaja. Hän on aktiivinen ja liikkuva henkilö, joka pitää huolta omasta terveydestään ja perheensä hyvinvoinnista. Hän on myös kiinnostunut uusista tekniikoista ja laitteista.

**Mario (20)** *Isäntä ja kolme lasta*  
 Mario on 20-vuotias opiskelija ja kolmen lapsen isä. Hän on aktiivinen ja liikkuva henkilö, joka pitää huolta omasta terveydestään ja perheensä hyvinvoinnista. Hän on myös kiinnostunut uusista tekniikoista ja laitteista.

**Christel (60)** *Isäntä ja kolme lasta*  
 Christel on 60-vuotias eläköeläinen ja kolmen lapsen äiti. Hän on aktiivinen ja liikkuva henkilö, joka pitää huolta omasta terveydestään ja perheensä hyvinvoinnista. Hän on myös kiinnostunut uusista tekniikoista ja laitteista.

## AUDI A3

### Piippausta aamunkoittoon asti

**CITROËN C4 PICASSO**

### Katjetäjä kääntä ratsia

**MERCEDES CL**

### Vihreät viivat turkai pohjalta

**is-Desiel (10)**

**Diebler (10)**

# Siivousrobotit

Ymmärrän kyllä niitäkin, jotka pitävät siivousta rentoutavana puuhalluna stressaavan työn vastapainona. Toisaalta paremmiin ymmärränsi meitä, jotka haluvat pikaisi sitä mahdollisimman vähällä - teettämällä se toisilla. Paras vaihtoehto olisi luonnollisesti kutsua läysi viikkosiivoojia. Kun siihen ei monista syistä aina ole mahdollisuutta, niin markoitet siivousrobotista alkavat tyypäkin kiinnostaa.

**Robotti vai autoaatti?**

Luottaen, joka siivoo itsestään, voidaan kutsua siivousrobotiksi. Autonomaati se on siivota, kun se tulee kikkalle ohjelmastaan ja ylläpitämisestä. Kun alit otat robotit se ohjelmasta on päätetty. Varsinkin laitteiden osuudesta onsi "Tähditän ja Kirahon Nökön siivotaan viikoksi autotallaan ja kaksikolmeviikoksi, kun se on siivota jalkapallokentällä. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi.

**Navigoinnissa on eroja**

Tähditän siivotaan ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi.

**Robotti vai autoaatti?**

Luottaen, joka siivoo itsestään, voidaan kutsua siivousrobotiksi. Autonomaati se on siivota, kun se tulee kikkalle ohjelmastaan ja ylläpitämisestä. Kun alit otat robotit se ohjelmasta on päätetty. Varsinkin laitteiden osuudesta onsi "Tähditän ja Kirahon Nökön siivotaan viikoksi autotallaan ja kaksikolmeviikoksi, kun se on siivota jalkapallokentällä. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi.

**Siivousrobotit**

**Robotti vai autoaatti?**

Luottaen, joka siivoo itsestään, voidaan kutsua siivousrobotiksi. Autonomaati se on siivota, kun se tulee kikkalle ohjelmastaan ja ylläpitämisestä. Kun alit otat robotit se ohjelmasta on päätetty. Varsinkin laitteiden osuudesta onsi "Tähditän ja Kirahon Nökön siivotaan viikoksi autotallaan ja kaksikolmeviikoksi, kun se on siivota jalkapallokentällä. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi. Tähditän siivotaan kahdeksan viikoksi ja Kirahon Nökön siivotaan kahdeksan viikoksi.

## JOHDANTO

# 1

- Tekoäly on käsitteenä laaja, korkealentoinen ja ajan myötä muuttuva
- Nykyisin ehkä enemmän filosofien ja kognitiotieteilijöiden kenttää
- Tietojenkäsittelyllisesti tekoäly käsittää joukon tavoitteiltaan rajatumpia tutkimusaloja, jotka ovat jo eriytyneet melko etäälle toisistaan
- Yhteistä eri osa-alueille on pyrkimys koneiden "älykkyyden" nostamiseen
  - Toisin katsoen: ohjelmistojen käytön helpottamiseen
- Tuloksena käyttökelpoisia ohjelmistoja ja mekaanisen laskennan rajoja kartoittavaa teoriaa



## Määritelmä?

- Älykkäälle koneelle ainoa tuntemamme vertailukohta olemme me itse
- Toisaalta vertailu *inhimilliseen* älykkyyteen rajaa pois muut (paremmat) vaihtoehdot
- Ideaalista älykkyyttä kutsutaan *rationaalisuudeksi*
- Toisaalta älykkyyttä voidaan tarkastella *ajattelun* tai *toiminnan* näkökulmasta
- Yhdistelminä saadaan neljä toisistaan poikkeavaa näkökulmaa tekoälyyn



## Turingin testi



- Englantilaisen matemaatikon Alan Turingin 1950 esittämä kriteeri koneen älykkyydelle on se, ettei ihminen erota konetta ihmisestä keskustellessaan sen kanssa tekstiviestein
- Eräs inhimillisen toiminnan testi
- Ns. *totaalisessa* Turingin testissä koneen on pystyttävä myös havainnoimaan ja manipuloimaan fyysistä ympäristöään
- Aikarajoitettuja kilpailuja järjestetään vuosittain
- Parhaiten knoppitietoisia kilpailuttajia vastaan pärjäävät huijausohjelmat
- Inhimilliset asiantuntijat arvioidaan suurimmalla tn:llä koneiksi



## Kognitiivinen mallintaminen

- Inhimillisen ajattelun tutkimus kuuluu psykologian ja kognitiotieteen kenttään
- Myös tietysti neurofysiologia jne.
- Vahva yhteys tekoälytutkimukseen, jos näkökulma on inhimillinen ajattelu
- Ajattelun/mielen algoritmiikka ja tietämysrakenteet
- Allen Newell ja Herbert Simon (1961): General Problem Solver (GPS) -päättelyaskelten ja inhimillisen päättelyn vertailu



## Rationaalisuus

- Rationaalinen ajattelu on oleellisesti formaalin logiikan ja loogisen päättelyn tutkimista
- (Yksinomaan) logiikkaan perustuvat menetelmät kärsivät laskennan vaativuudesta sekä epävarman tiedon esittämisen vaikeudesta
- Rationaalisen toiminnan mallissa tarkastellaan *agentteja*
- Agenti on toimija
- Ohjelmistoagentin erottaa ohjelmasta esim. sen autonomisuus, ympäristön havainnointikyky, adaptiivisuus, pitkä elinikä, kyky omaksua muiden tavoitteita, tjms.
- Rationaalinen agentti toimii parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi havaintojensa ja tietämyksensä puitteissa
- Epävarmuuden vallitessa pyritään maksimoimaan odotusarvoa
- Rationaalinen toiminta pitkällä tähtäyksellä voi edellyttää epärationaalista vaikuttavaa toimintaa lyhyellä tähtäyksellä
- Reaalimaailmassa täydellinen rationaalisuus ei useimmiten ole mahdollista (ajanpuutteen takia)



## Taustatieteitä

- Filosofia ja matematiikka
  - Formaali päättely, mielen ja tiedon olemukset, jne.
  - Päättelysäännöt, laskettavuus ja sen vaativuus, epävarma päättely (todennäköisyyslaskenta), jne.
- Taloustiede
  - päätös- ja peliteoria, operaatiotutkimus, jne.
- Neurotieteet
- Psykologia ja kognitiotiede
- Tietotekniikka
- Kontrolliteoria ja kybernetiikka
- Lingvistiikka



## Tekoölyn historiaa



- Ensimmäiseksi tekoölyjulkaisuksi voidaan katsoa McCulloch ja Pitts (1943)
  - Esitetään kuinka yksinkertaisten laskentaelementtien, *neuronien*, muodostamalla verkolla voidaan laskea loogiset konnektiivit (**and**, **or**, **not**, jne.)
  - Osoitetaan, että kaikki laskettavat funktiot voidaan laskea neuroverkolla
  - Vihjattiin verkkojen voivan oppia
- Hebb (1949) antaa yksinkertaisen päivityssäännön neuroverkkojen opettamiseen
- Turing (1950) esittelee testinsä, koneoppimisen, geneettiset algoritmit ja palauteoppimisen
- 1956 John McCarthy järjesti aihealueesta kiinnostuneiden tutkijoiden tapaamisen, missä tutkimusalue sai nykyisen nimensä
- Heti alusta lähtien keskeisiä yliopistoja olivat nykyisinkin tekoölytutkimuksen huipulla olevat CMU, MIT ja Stanford



## Historiaa /2

- McCarthy (1958) Lisp-ohjelmointikieli
- 1950- ja 1960-luvuilla saavutettiin huomattavia edistysaskelia mikromaailmoissa (esim. palikkamaailma) tapahtuvassa toiminnassa Robotiikkakin eteni: esim. SRI:n Shakey (1969)
- Samoin neuroverkkotutkimus (Widrow & Hoff, Rosenblattin perceptron)
- Vähitellen kuitenkin kävi selväksi, että mikromaailmojen menestys ei sellaisenaan skaalautunut ylöspäin. Se oli saavutettu ilman syvempää ymmärtämystä kohdeongelmasta ja laskentaintensiivisin menetelmin
- Neuroverkkotutkimuksen tietojenkäsittelystä tappoi yli vuosikymmeneksi Minskyn ja Papertin todistus perceptronin heikosta esitysvoimasta (xor-funktio)
- 1970-luvulla kehitettiin asiantuntijajärjestelmiä, joihin kerättiin yhden sovellusalueen syvää tietämystä



## Historiaa /3

- Asiantuntijajärjestelmillä saavutettiin monilla aloilla ihmisasiantuntijoita parempi suorituskyky ja niistä tuli tekoälytutkimuksen ensimmäinen kaupallinen menestystarina
- Asiantuntijajärjestelmien kehittäminen osoittautui kuitenkin vaativaksi käsityöksi
- Logiikkaohjelmointi eli kirkkaimman kukoistuksensa 1980-luvun puolessa välissä
- Neuroverkkotutkimus nousi taas tutkimusalaksi tietojenkäsittelyssä 1980-luvun puolivälistä lähtien
- Myös koneoppimistutkimuksen nousukausi ajoittuu 1980-luvulle
- Samaten Bayes-verkkojen tutkimus lähti liikkeelle tuolloin
  - Ehkä toinen merkittävä kaupallinen sovellus Microsoftin vahvan näkyvyyden takia
- Sittenkin samoja asioita on tutkittu myös tietämyksen muodostamisen nimikkeellä
- Agenttitekniologia on nouseva trendi monella tietojenkäsittelyn alueella
- Viimeaikainen kehitys on ollut myös suuntautuminen analyttiseen tutkimukseen *ad hoc* tekniikkojen sijaan
  - Koneoppimisen teoreettiset mallit
  - Toiminnan suunnittelun uudet menetelmät
  - Peliteorian uusi kukoistus



## ÄLYKKÄÄT AGENTIT

# 1.1

- Agentti havainnoi **toimintaympäristöään** *sensorein* ja vaikuttaa siihen *aktuaattorein*
  - Ihmisen sensoreita ovat mm. silmät, korvat ja nenä sekä aktuaattoreita esim. kädet ja jalat
  - Robotin sensoreita voivat puolestaan olla kamerat ja laser-etäisyysmittarit, aktuaattoreita ovat eri moottorit
  - Ohjelmistoagentti puolestaan havainnoi näppäinpainalluksia, tiedostojen sisältöjä ja tietoliikennepaketteja
  - Sen toimintoja puolestaan ovat näytölle tai tiedostoon kirjoittaminen ja tietoliikennepakettien lähettäminen
- Oletamme agentin havainnoivan oman toimintansa, muttei välttämättä niiden vaikutusta
- Yleisesti ottaen agentin toiminta kullakin hetkellä voi riippua koko sen havaintohistoriasta
- *Agenttifunktio* kuvaa havaintojonon toiminnaksi
- Funktion kaikkien mahdollisten syöte-vaste -parien taulukko on täydellinen ulkoinen kuvaus agentista
- Sisäisesti agentin määrittää sen kontrolliohjelma



## Agentin toiminnan arviointi

- Tavoittelemamme rationaalisen agentin pitäisi menestyä suorittamassaan tehtävässä
- Menestyksen arvioimiseksi tarvitsemme *tuloksellisuusmitan*
- Toiminnan rationaalisuus riippuu
  - tuloksellisuusmitasta joka määrää menestyksen,
  - agentin maailmaa koskevista ennakkotiedoista,
  - sen mahdollisista toiminnoista ja
  - havaintohistoriasta

Jokaisella havaintojonolla *rationaalinen agentti* valitsee toiminnan, joka odotusarvoisesti maksimoi tuloksellisuusmitan havaintohistorian ja ennakkotietojen valossa



## Toimintaympäristöjen ominaisuuksia

Toimintaympäristöjä voidaan luokitella ainakin seuraavien ominaisuuksien perusteella

- **Täysin vai osittain havainnoitava?**
  - Täysin havainnoitavassa maailmassa agentti saa sensoreiltaan kaiken toiminnan valintaan vaikuttavan relevantin tiedon
  - Näin ollen se ei tarvitse ylläpitää omaa käsitystään maailman tilasta
  - Ympäristö voi olla vain osittain havainnoitavissa perusuolteensa takia tai sensoreiden epätarkkuuden vuoksi
- **Deterministinen vai stokastinen?**
  - Jos maailman nykyinen tila ja agentin suorittama toiminto määräävät seuraavan tilan, on maailma deterministinen. Muuten se on stokastinen.
  - Deterministinenkin maailma voi vaikuttaa stokastiselta, jos se ei ole täysin havainnoitavissa
- **Episodinen vai sekventiaalinen?**
  - Episodisessa maailmassa edellisten episodien toiminnot eivät vaikuta tulevaisuuden episodeissa
  - Sekventiaalisessa maailmassa puolestaan tehtävät päätökset vaikuttavat myös tuleviin päätöksiin



## Toimintaympäristöt /2

- **Staattinen vai dynaaminen?**
  - Staattisessa maailmassa agentti voi pysähtyä pohtimaan toimintaansa ilman pelkoa asetelman muuttumisesta
  - Dynaamisessa maailmassa agentin on jatkuvasti tarkkailtava maailman tilaa
  - *Semidynaamisessa* ympäristössä maailma sinänsä ei muutu ajan kuluessa, mutta agenttia rangaistaan toiminnan suunnitteluun kuluva ajasta
- **Diskreetti vai jatkuva-arvoinen?**
  - Jako kohdistuu maailman tilaan, aikaan ja agentin havaintoihin ja toimintoihin
- **Yksi vai monta agenttia?**
  - Monen agentin maailmassa voidaan kilpailla tai tehdä yhteistyötä



## Robotin kannalta "reaalimaailma" on ...

- *Osittain havainnoitava*
  - Sensorit ovat epätäydellisiä ja havainnoivat vain lähiympäristöä (sama pätee myös ihmiselle)
- *Stokastinen*
  - Pyörät lipsuvat, akut tyhjenevät, osat hajoavat – koskaan ei ole varmaa, että aiottu toiminto toteutuu
- *Sekventiaalinen*
  - Toimintojen seuraukset muuttuvat ajan myötä ⇒ robotin on hallittava sekventiaalisia päätösongelmia ja kyettävä oppimaan
- *Dynaaminen*
  - Milloin pohtia, milloin toimia
- *Jatkuva/Ääretön*
  - Algoritmien on toimittava tässä ympäristössä, ei esimerkiksi äärellisessä diskreetissä hakuvaruudessa
- *Yhden/monen agentin maailma*
  - Riippuu siitä halutaanko muut oliot nähdä agenteina vai stokastisesti toimivina ympäristön osina



- Koska agentin havaintohistoria-vaste -parien taulukko kuvaa sen ulkoisen käyttäytymisen, niin periaatteessa agentin kontrolliohjelma voisi perustua tällaiseen taulukointiin
- Tietysti tämä on toimiva ratkaisu vain hyvin pienissä toimintaympäristöissä
- Realistisissa tapauksissa taulukointi ei ole käyttökelpoinen ratkaisu
- Agentin kontrolliohjelman on siis saatava aikaan haluttu toiminto kullakin havaintohistorialla ilman kaikkien vaihtoehtojen taulukointia
- Seuraavat perustyyppit ovat yleisimmät ratkaisut tähän ongelmaan



## Refleksiivinen agentti

- Yksinkertaisin kontrolliohjelma määrää agentin toimimaan tämänhetkisen havainnon perusteella jättäen aiemmat havainnot huomiotta
- Refleksit ovat käytössä hätäkeinoina niin ihmisillä kuin roboteillakin
- Refleksiivinen toiminta tuottaa oikeita päätöksiä vain jos toimintaympäristö on täysin havainnoitavissa
- Agentin sisäinen tilan perusteella voidaan valita kulloinkin voimassa oleva sääntöjoukko
- Täten pystytään ylläpitämään maailmanmallia, joka kattaa osia siitä, mitä ei voida havainnoida



## Tavoitehakuinen agentti

- Agentilla on havaintojensa lisäksi tiedossaan tavoite, johon se pyrkii
- Tavoite on jokin ympäristöä koskeva väittämä, joka tulisi toteuttaa
- Yhdistämällä tavoite ja tieto mahdollisten toimintojensa vaikutuksista voi agentti pyrkiä toteuttamaan tavoitteen
- Jos tavoitetta ei voida saavuttaa suoraan yhden toiminnon seurauksena, niin on suunniteltava sarja toimintoja sen saavuttamiseksi
- Voidaan käyttää joko hakualgoritmeja (luentoviikot 5–6) tai toiminnan suunnittelua (7)



## Hyötyä tavoitteleva agentti

- Agentti voi saavuttaa tavoitteensa monella tapaa, ratkaisulla voi olla laatueroja
- Tavoitteen asettaminen sellaisenaan ei riitä ilmaisemaan monimutkaisia asetelmia
- Jos maailman mahdollisille tiloille asetetaan järjestys *hyötyfunktio* (utility function), niin agentti voi pyrkiä parantamaan sen arvoa
- Hyötyfunktio kuvaa tilan (tai tilajonon) reaaliluvuksi
- Funktiota ei tarvitse olla eksplisiittisesti olemassa, jotta menetelmää voitaisiin käyttää



## Oppivat agentit

- Agenttien koodaaminen käsin kaikkiin mahdollisiin tehtäviin vaikuttaa toivottamalta tehtävältä
- Jo Turing (1950) ehdotti oppimista menetelmäksi älykkäiden järjestelmien luomiseksi
- Agenttiteknologiassa oppimiskomponentin on oltava irrallinen varsinaisesta toimintakomponentista
- Palaamme oppimisen tekniikoihin yksityiskohtaisesti kurssin loppupuolella

