

Informationsmaterial om robotforskningen i gruppen Adaptiva System

Mattias Wahde

2005-09-10

Kort sammanfattning

- *Målet med vår forskning är att ta fram autonoma (fritt rörliga) robotar som är kapabla att utföra (helt eller delvis, d.v.s. tillsammans med människor) ett flertal relevanta uppgifter, särskilt farliga eller monotona arbeten som idag utförs av människor. I nuläget arbetar vi med en allmän transportrobot, som ska kunna sköta internt transporter i t.ex industrier eller sjukhus.*
- En av de största utmaningarna idag inom detta forskningsområde, handlar om hur man får robotar att uppvisa intelligent beteende så att de, på ett pålitligt och säkert sätt, kan utföra relevanta, komplicerade uppgifter.
- Vi arbetar med beteendebaserad robotik, där den artificiella hjärnan hos en robot byggs upp underifrån (bottom-up-principen), med utgångspunkt i ett antal enkla beteenden, som sedan kombineras för att generera ett önskat totalbeteende hos roboten. Vår forskning handlar främst om hur man, enkelt uttryckt får robotar att välja rätt beteende vid rätt tillfälle (beteendeorganisation).
- Vi använder biologiskt inspirerade beräkningsmetoder i vår forskning, särskilt s.k. evolutionära algoritmer som är baserade på naturlig (darwinsk) evolution.

Varför är vår forskning viktig?

- Autonoma robotar kommer att ha en mycket stor inverkan på samhället i framtiden. Framtidsprojektioner baserade t.ex. på undersökningar i Japan, visar att marknaden för autonoma robotar inom några årtionden kommer att bli lika viktig som t.ex. bilindustrin är idag.
- Japan är långt före Europa och USA när det gäller hårdvara, d.v.s. själva robotarna. Däremot kan vi konkurrera när det gäller framtagandet av de system (som man kan kalla *artificiella robothjärnor*) som förser robotarna med intelligent beteende.
- Dagens autonoma robotar besitter intelligens av ungefär insektsnivå. Genom vår forskning hoppas vi, inom den närmaste tioårsperioden, kunna generera betydligt intelligentare robotar som blir kapabla att utföra relevanta uppgifter på ett pålitligt och säkert sätt.

Autonoma robotar

- **Autonoma robotar** är fritt rörliga robotar (som rör sig med hjälp av t.ex. hjul, ben eller larvfötter).
- Sådana robotar kommer i framtiden att utföra farliga eller enformiga arbeten som idag utförs av människor, t.ex. tunga lyft, interntransporter i industrier, sjukhus m.m., inspektion av farliga anläggningar (gruvgångar, kärnreaktorer etc.), räddningsinsatser vid naturkatastrofer (t.ex. jordbävningar), äldreomsorg etc.
- Utvecklingen av autonoma robotar har kommit längst i Japan, där flera industriföretag, t.ex. Honda och Sony, har utvecklat tvåbenta s.k. humanoida robotar och andra företag, t.ex. NEC har utveckla prototyper till hjulförsedda hushållsrobotar.



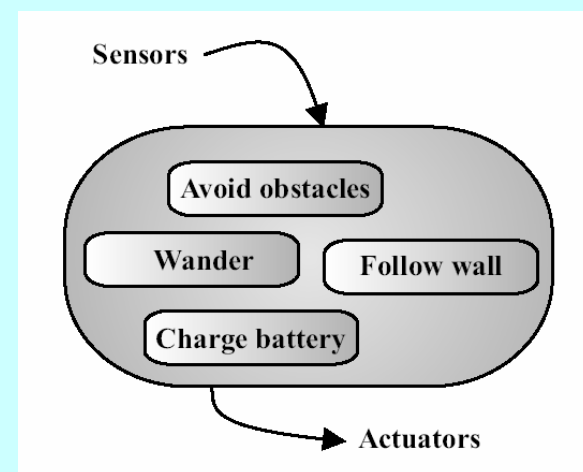
Transportrobot, under utveckling.
(bilden tagen från en simulering).

Autonoma robotar, forts.

- Autonoma robotar förväntas arbeta i s.k. ***ostrukturerade miljöer***, d.v.s. miljöer som ändras ofta och på ett oförutsägbart sätt.
- För att fungera i en sådan miljö måste en robot vara kapabel att observera och bedöma situationer, samt att fatta beslut baserat på sina observationer.
- Autonoma robotar kommer att behöva göra ständiga avvägningar mellan motstridiga mål (t.ex. att utföra en given uppgift *och* samtidigt se till att inte helt ladda ur batterierna).
- Robotarna måste även utföra sina uppgifter på ett *säkert* sätt, d.v.s. utan att på något sätt utgöra ett hot mot människor.

Beteendebaserad robotik

- Det finns flera sätt att generera artificiella robothjärnor. Inom **beteendebaserad robotik** består hjärnan hos en robot av ett antal enkla beteenden, som kombineras för att uppnå det önskade totalbeteendet. Beteendebaserade robotar förses i första hand med de mest basala, överlevnadsrelaterade beteendena, d.v.s. sådana som krävs t.ex. för att undvika kollisioner och finna energikällor. Först därefter läggs mer avancerade beteenden till.
- Denna metod, som har sitt ursprung i arbeten utförda av bl.a. Rodney Brooks vid MIT, är starkt inspirerad av **etologi**, d.v.s. läran om djurs beteenden.



Beteendebaserad robotik (forts.)

- Även enkla biologiska organismer är, som ett resultat av evolutionen, kapabla att fatta rationella beslut i de situationer de hamnar i, och biologiska organismer utgör därför en riklig utgångspunkt för vårt arbete med artificiella organismer (d.v.s. robotar).
- I dagsläget har vi nått ungefär till insektsnivå, d.v.s. de artificiell robothjärnorna har ungefär samma kapacitet som nervsystemet hos en insekt. Målet är givetvis att, över de kommande åren, bygga alltmer avancerade robothjärnor.

Beteendeorganisation

- Beteendebaserade robotar har en repertoar av ett flertal enkla beteenden att välja mellan. Ett av de svåraste problemen inom beteendebaserad robotik är:

Hur får man en robot att konsekvent aktivera rätt beteende vid rätt tillfälle?

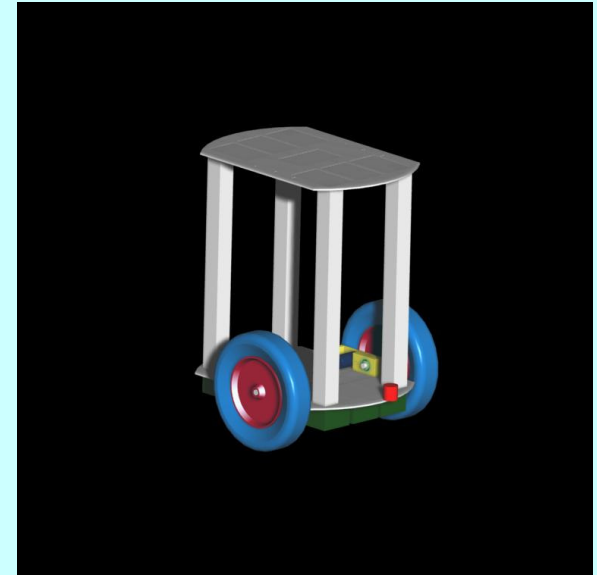
- Detta problem kan kallas ***beteendeorganisationsproblemet***, och flera metoder har föreslagits för att lösa det. Ett problem med de flesta metoder är att de kräver att användaren kan klara av att bestämma ett antal parametrar som i sin tur avgör beteendevalet. Dessutom är det vanligt att metoderna är mycket specifika, d.v.s. bara användbara i vissa situationer.
- Inom forskargruppen Adaptiva system vid Chalmers arbetar vi med en generell metod för beteendeorganisation för autonoma robotar, i vilken de parametrar som bestämmer beteendevalet genereras automatiskt, d.v.s. användaren behöver inte för hand bestämma hur beteendevalen skall ske.

Nyttofunktionsmetoden

- Vi kallar vår metod **nyttofunktionsmetoden**, helt enkelt eftersom den baseras på en storhet som kallas *nytta* (utility). Kort sammanfattat kan man säga att metoden gör det möjligt för roboten att, i varje situation, bestämma nyttan (d.v.s. värdet) av de olika möjliga beteendena, och att därefter aktivera det lämpligaste beteendet (i den aktuella situationen).
- För att bestämma nyttan av olika beteenden (i alla tänkbara situationer) använder vi s.k. **evolutionära algoritmer**, d.v.s. metoder som imiterar naturlig, biologisk (darwinsk) evolution.
- Evolutionära algoritmer är mycket effektiva och kan på ett snabbt sätt genomsöka ett mycket stort antal tänkbara strukturer för robothjärnor, i jakten på den bästa tänkbara. För att göra sökningen så snabb som möjligt sker den i en simulerad miljö, varefter den bästa robothjärnan lyfts över i den verkliga roboten, en process som ofta kräver flera upprepningar och finjusteringar (simuleringar kan aldrig exakt återskapa verkligheten).
- Evolutionära algoritmer har dessutom fördelen att de minimerar de förutfattade meningar om hur systemet (robothjärnan) *bör* se ut, som man ofelbarligen kommer att lägga in om man istället försökte generera robothjärnan för hand.

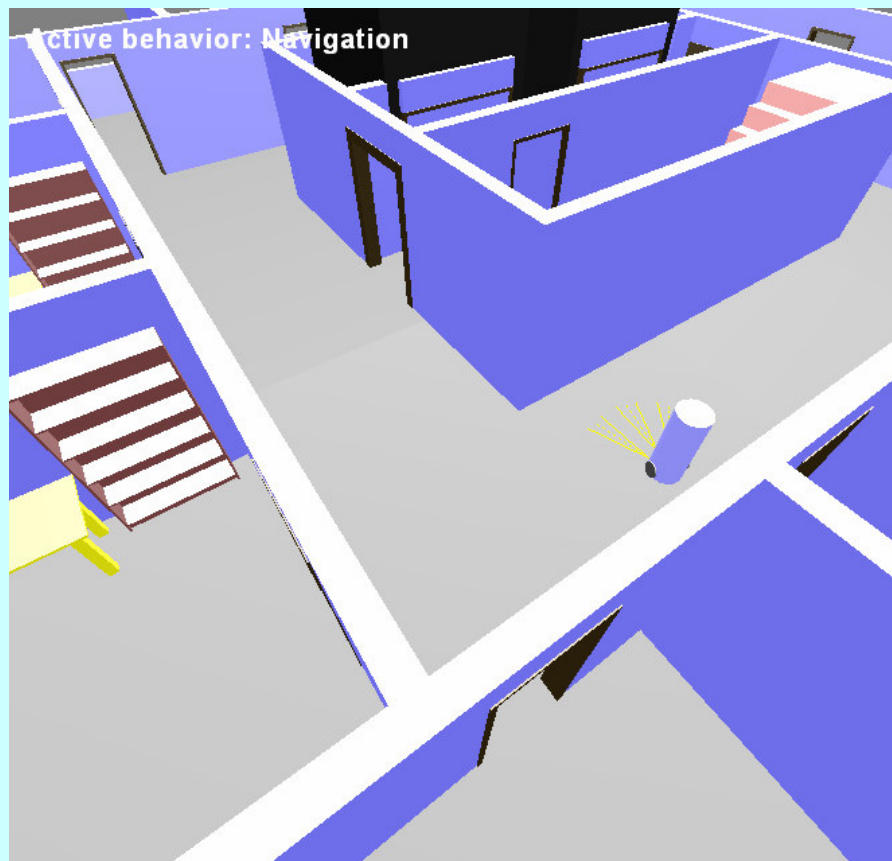
Transportroboten

- Vårt huvudprojekt i nuläget är en *allmän transportrobot*, d.v.s. en robot som, på ett pålitligt, effektivt och säkert sätt, ska kunna utföra internt transporter i t.ex. kontor, industrilokaler och sjukhus.
- Projektet utförs i samarbete med Waseda University i Tokyo.
- Både själva hårdvaran (roboten) och mjukvaran (robotens hjärna) kommer att konstrueras inom ramen för projektet.
- För närvarande arbetar vi med modifikationer och tillägg till nyttofunktionsmetoden, för att göra det möjligt att hantera de mycket komplexa artificiella robothjärnor som kommer att behövas för transportroboten.
- En central del i projektet är den robotsimulator i vilken den evolutionära algoritmen körs (bild: se nästa sida)
- Projektet finansieras delvis av Carl Tryggers stiftelse.



Konceptuell bild över transportroboten (slutgiltig form ännu ej fastställd).

Transportroboten (forts.)



Transportroboten i aktion i en typisk kontorsmiljö (bild från simulering).