

Myrerobotter laver det beskidte arbejde

Svære og farlige arbejdsopgaver vil måske i fremtiden blive klaret af sværme af meget små robotter, der arbejder sammen om opgaven, for eksempel rengøring på vanskelige eller farlige steder. Forskerne henter inspiration i dyrenes verden - hos bier, myrer og andre sociale insekter.

Fodboldbølger og sociale insekter

Når publikum på et fodboldstadion hylder deres hold, laver de en bølge. Folk rejser og sætter sig på skift, og ovenfra ser det ud som en bølge gennem menneskemængden. Man kan ikke selv se bølgen i sin fulde udstrækning, man ser bare på sidemanden for at vide, hvornår man skal rejse sig. Det er ikke svært at deltage i en bølge. Men det kræver mange mennesker, hvis det skal virke ordentligt.

Fodboldbølgen kan være et billede på den form for intelligent adfærd, som kendetegner sociale insekter; det vil sige insekter som myrer og bier, der organiserer sig i store fællesskaber. Det enkelte insekt følger bare nogle få simple regler, men så snart insekterne er mange nok, fører det til en meget kompleks adfærd for hele gruppen.

Insekternes sociale adfærd bliver kaldt "swarm intelligence" eller på dansk: sværmintelligens. Det er, når den samlede gruppe kan løse komplekse opgaver, selvom det enkelte insekt kun kan sanse meget få ting, og selvom der ikke er nogen, der styrer flokken. Der er ingen ledere eller mellemledere. De komplekse opgaver kan f.eks. være at søge efter føde eller passe larverne i boet eller tuen.

Eksempler på sværmintelligens

Der er mange eksempler på at sociale insekter med sværmintelligent adfærd. Nogle er ekstremt simple, og andre bygger på komplicerede former for kommunikation mellem insekterne. Her er nogle eksempler:

- Når myrer i en myrekoloni skal finde den korteste vej til noget at spise, sker det ved, at den enkelte myre vælger den vej, hvor der er afsat flest feromoner. Feromoner er små duftstoffer, en myre afsætter på sin rute. I starten vælger myrerne tilfældigt, men fordi, der er så mange myrer, vil den korteste vej hurtigt være den, hvor duftsporene er mest friske, og hvor der hurtigt vil blive flest af dem. På den korte vej vil flest myrer nemlig nå hurtigere tilbage til tuen og nå at afsætte flere duftstoffer, end det sker på den lange vej.
- I en bikube grupperer arbejderbier sig i en rundkreds omkring dronningebien, der lægger æg. Selvom dronningen bevæger sig rundt, vil de nærmeste arbejderbier blive ved med at forme en cirkel rundt om hende. Bierne er næsten blinde, men dronningen udsender feromoner, som fortæller, at hun er i nærheden, at hun er sund, og at hun skal have mad. Dette signal er vitalt for hele kolonien. Hvis bierne omkring dronningen ikke opfatter, at hun er sund, kan der ske det, at de selv begynder at lægge æg. Det kan være en katastrofe for kolonien, fordi den vil sprænges af for mange æg.

Sådan fungerer sværmintelligens

Der er sværmintelligens, der er sværmafærd, og så er der måden, dyr i store flokke organiserer sig på. Det er tre forskellige ting, men de har det til fælles, at det ser imponerende og velkoordineret ud. Men i virkeligheden er der ikke nogen, der styrer dyrene, og de instinkter, de følger, er ofte meget simple.

For eksempel skal der kun tre regler til at forklare, hvordan fisk bevæger sig samlet i store flokke. Ligesom i en fodboldbølge på et stadion handler det for fisken om at lægge mærke til sin nærmeste nabo placering og bevægelser: 1: Hvis du er for tæt på, så bevæg dig væk. 2: Hvis du er for langt væk, så bevæg dig nærmere. 3: Hvis du er i den rigtige afstand, så læg dig parallelt med din nærmeste nabo. Der er dog en force majeure-regel, som siger, at fisken skal glemme alt om de tre regler, hvis en haj er ude på at æde den.

Disse tre-fire regler, og så fiskens anatomi og det høje antal fisk i en flok, er nok til at forklare den flotte samlede bevægelse, man ser hos en stime.

Der kan være mange grunde til, at naturen har udviklet sværmintelligens. Man kan for eksempel pege på to virkninger af sværmintelligens blandt dyr. 1: En stor sværm af insekter, fugle eller fisk kan ligne én samlet organisme og dermed skræmme rovdyr. 2: Ved hjælp af feromoner eller andre sanseindtryk kan information lynhurtigt blive spredt ud i hele sværmen.

Sværmintelligente mikroroboter

I science fiction-film ser man robotter som selvstændige væsner med en højere intelligens eller følsomhed end menneskers. Det kan være rene robotter, der ligner mennesker til forveksling, eller det kan være overdimensionerede og superintelligente væsner, der ligner krydsninger af krybdyr og insekter. Fælles er, at det er individer, der er i besiddelse af overlegne eller meget anderledes evner.

Men hvis robotforskningen i dag får vind i sejlene, vil nogle af fremtidens robotter være mikroskopisk små, og hver for sig vil de ikke være særligt intelligente. Til gengæld vil de kunne løse komplicerede opgaver, hvis de bare er mange nok. Det er en anden måde at udvikle robotter på, og den adskiller sig fra den kunstige intelligens, som prøver at efterligne den menneskelige måde at tænke på.

Hvad skal der til, for at en masse mikroroboter kan kaldes en robotsværm og fungere ligesom sociale insekter? Robotterne skal hver især have en begrænset regnekraft og hukommelse. Deres måde at kommunikere på må ikke være styret udefra. Robotternes sanser i form af radiosignaler, lys, lydbølger eller lignende skal være sanser, der kun opfanger signaler helt tæt på. Der skal være mange af dem, og fordi de følger nogle simple regler og kommunikerer simple oplysninger fra robot til robot, skal de være i stand til at løse komplicerede opgaver, som en enkelt eller nogle få af robotterne ville være ude af stand til.

Forskningen inden for sværmrobotter er et meget nyt område, som stadig ikke er endeligt defineret. Men i 2004 har nogle forskere på en workshop om "Swarm Robotics" foreslået følgende definition:

"Swarm robotics is the study of how large number of relatively simple physically embodied agents can be designed such that a desired collective behaviour emerges from the local interactions among agents and between the agents and the environment"

Forskningen i sværmintelligens og robotsværme står over for mange udfordringer. Selvom sociale insekter følger simple regler, og selvom insektet kun modtager simpel information fra sine omgivelser, så er insekter som bier og myrer meget avancerede væsner. Især deres fysiologi er svær at hamle op med. En af de helt store udfordringer for de ingeniører, der skal udvikle mikroroboter, er således at fremstille hardware-delen af de mikroroboter, der skal kunne bevæge sig rundt og opfange kommunikationssignaler i form af for eksempel lys, lyd eller radiobølger.

Hvad kan robotsværme bruges til?

Hvis det lykkes at overføre nogle af de væsentligste træk fra insekters kollektive intelligens til en sværm af mikroroboter, vil nogle af robotsværmenes markante fordele være:

- Robusthed: En sværm af mikroroboter vil virke effektivt, selvom nogle robotter i sværmen går i stykker. Den enkelte robot kan undværes, ligesom den enkelte myre i en myrekoloni.
- Decentral koordination: Der er ikke en central styrende enhed, som har kontrollen over sværmen. Derfor kan sværmen ikke ødelægges ved at fjerne det styrende led.
- Fleksibilitet: Bier og myrer løser mange forskelligartede opgaver. På samme måde bør en robotsværm også kunne sættes til at løse forskellige opgaver i forskellige miljøer. Men dette vil naturligvis også afhænge af, hvor effektivt det er muligt at designe deres hardware.
- Forskere har visioner om, at sådanne egenskaber i særligt grad vil gøre robotsværme mere effektive til at løse opgaver som for eksempel følgende:
- Miljø-overvågning i søer og lignende. Ved en lækage med kemikalier vil en robotsværm hurtigt kunne lokalisere problemet, og måske kan de også være bygget til at stoppe skaden.
- Farlige opgaver som for eksempel minerydning.
- Medicinske opgaver uden på kroppen eller inden i kroppen.
- Rengøringsopgaver.
- Montageopgaver i mikrostørrelse.

Honningbierne og de 1000 mikroroboter

Lige nu prøver man i et europæisk forskningsprojekt at skabe en sværm af tusind små robotter, som hver for sig ikke er større end et par millimeter. Projektet udføres af forskningsgrupper fra en række europæiske lande og modtager finansiel støtte fra EU. Projektet er tværvideenskabeligt og involverer blandt andet robotingeniører, softwareudviklere og biologer.

Visionen bag projektet, som kaldes iSwarm, er at tage et stort spring fremad i udviklingen af robotsværme. De afgørende fremskridt skal ske omkring antal og størrelse. Hidtil har det ikke været muligt at skabe robotsværme med mere end 10 til 20 robotter, som er meget store i forhold til de sociale insekter, de prøver at efterligne. Robotsværmen skal ikke skabes til et bestemt formål, men den skal kunne afprøves til en lang række forskellige opgaver.

Dr. Karl Crailsheim er leder af en forskningsgruppe på Karl-Franzens-Universität i Graz, Østrig. Gruppen bidrager til forskningsprojektet iSwarm ved at udvikle algoritmer og regler til robotsværmens adfærd. Dem baserer de på deres forskning i kollektiv intelligens hos blandt andet honningbier.

Thomas Schmickl er ph.d. i dr. Crailsheims forskningsgruppe. Han har specialiseret sig i at lave computersimulationer, der kan teste, hvor godt robotsværmen vil virke med de regler, som skabes under inspiration fra den kollektive adfærd hos bierne. Han forklarer, at forskningsgruppen har arbejdet med at sætte biernes adfærdsmønstre på formel for at bruge dem til kommunikationen i en robotsværm. Det gælder for eksempel biernes cirkelformation om dronningen og biernes instinkt for at søge mod bestemte temperaturer.