

Myror i huvudet

– Om kollektiv intelligens

Robert Pallbo

Email: robert.pallbo@lucs.lu.se
Lund University Cognitive Science,
Kungshuset, S-222 22 Lund, Sweden.

1 Inledning

Ingen som har satt sig ner för att betrakta en myrstack kan ha undgått att fascineras av skådespelet. Den febrila aktivitet som råder där är värd att beundras. Att alla dessa hundratusentals, ibland t o m miljontals myror kan agera i en samordning får nästan betraktas som ett underverk.

För kognitionsforskare, som studerar hjärnans funktion, finns det ytterligare skäl till varför myrstackar är värda att studera. Organisationen i myrstackar, eller i insektssamhällen överhuvudtaget, liknar mycket den vi ser i hjärnan. Myrstackar består av en mängd individer som samspelar och på så vis uppnår en kollektiv nivå av intelligens som går bortom den intelligens som de enskilda myrorna besitter. På samma sätt består hjärnan av en mängd hjärnceller som samspelar med varandra och på så vis uppnår en större grad av intelligens än vad de enskilda cellerna besitter. Både myrstackar och hjärnor utgör alltså en form av kollektiv intelligens.

Något som är anmärkningsvärt är att denna kollektiva intelligens uppstår utan någon större grad av centralt styre. Förvisso kan drottningen i en myrstack påverka stackens beteende i viss utsträckning genom att utsöndra olika hormoner, liksom hjärnans aktivitet kan påverkas genom utsöndringen av liknande ämnen, men den detaljerade aktiviteten i både stacken och i hjärnan måste klara sig själv. Individerna måste spontant engagera sig i aktiviteter som harmoniserar med kollektivet utan att någon talar om för dem vad dessa aktiviteter skall vara för något.

När man studerar denna spontana aktivitet bland myrorna i en stack så kan den te sig tämligen irrationell. Även om stackens beteende i stort förefaller vara rationellt och målmedvetet med att bygga upp stacken och bära hem byten, så verkar den individuella myran ganska förvirrad då den går från en aktivitet till den andra. Denna observation leder till en för en kognitionsforskare ytterst intressant fråga. Hur kan en egenskap försvinna när vi byter perspektiv på ett system från en nivå till en annan?

Hur kan stackens rationalitet gå förlorad när vi skiftar vårt perspektiv till den enskilda myran? Och omvänt, hur kan ett system bestående av irrationella enheter ge upphov till något rationellt? I hjärnan handlar det om att byta perspektiv från de enskilda hjärncellerna till våra tankar – ett perspektivskifte som vi har mycket kvar att lära oss om. Därför kan det vara all idé att studera motsvarande perspektivskifte i myrstackar.

Innan vi går djupare in på dessa egenskaper som myrstackar har gemensamt med hjärnan, kan det vara lämpligt att titta lite närmare på hur en myrstack kan fungera. Ett intressant exempel är krigsmyror som har en organisation som är tydligare än våra vanliga svenska stackmyror.

2 Krigsmyror

Det mest iögonfallande när det gäller krigsmyror är att de inte bor i någon stack.¹ De saknar dessutom fast boplatz och vandrar istället från plats till plats. Vid varje plats stannar de 20 dagar vilket är exakt den tid det tar från att nya ägg har lagts, till dess att en ny generation myror har fötts ur dessa. Eftersom myrorna och larverna kräver en ganska bestämd temperatur för att utvecklas ordentligt, så bildar krigsmyrorna en slags stack av sina egna kroppar! De tar tar i varandras ben och bildar på så vis en stor klump av myror. Genom att sträcka eller böja på benen, och därmed öka eller minska tätheten i stacken, så håller de temperaturen konstant med en avvikelse på bara plus minus en grad.

Detta faktum att de använder sig utav en stack bestående av sina egna kroppar innebär att ett samhälle med krigsmyror redan från början måste omfatta ganska många individer. Med allt för få myror kan en stack inte bildas och inga nya myror födas fram. En kritisk undre gräns ligger på storleksordningen en halv miljon myror. Därför kan inte en ny stack bildas genom att en ensam drottning ger sig av och själv grundar en ny stack såsom våra svenska stackmyror gör. I stället så uppstår nya samhällen av krigsmyror när en gammal stack uppnått en viss storlek. Då avlas ett antal nya drottningar fram. När dessa är mogna så beger de sig av åt vart sitt håll. Det är sedan upp till varje enskild myra att bestämma sig för vilken drottning den följer med och varje drottning som lyckats få med sig den kritiska mängden myror bildar en ny stack. Samhällen av krigsmyror förökar sig alltså genom delning!

Sitt namn har krigsmyror fått pga att de varje dag genomför en räd i sin omgivning. Krigsmyror är rövare. De livnar sig inte bara på andra insekter utan plundrar också bofasta myrors skafferier om de får chansen. Dessa råder sker dock inte genom att varje myra ger sig ut på sitt eget rövartåg. Krigsmyrornas råder är väldigt sofistikerade. De bildar en front, bestående av kanske 200 000 myror och som är upp till 20 meter bred. Längs med denna front som rör sig framåt med en hastighet på ca 14 meter i timmen så finkammar de allt i sin väg. Myrorna som ingår i fronten är robusta krigare. De är bra på att erövra byten, men inte särskilt effektiva när det gäller att transportera dem. För detta

¹För mer information om krigsmyror, se (Franks, 1989 och 1990). För insektssamhällen mera allmänt, se (Wilson, 1985). En utmärkt populär framställning av både krigsmyror och vanliga myror är (Hölldobler and Wilson, 1994).

ändamål finns det en särskild form av bärarmyror med långa ben som förflyttar bytena från fronten tillbaka till stacken – en sträcka som kan uppnå 200 meter. Bytena är naturligtvis av varierande storlek. Om bytena skulle bäras av enskilda myror så skulle bytenas storlek avgöra vilken hastighet som det bärs i. För att trafiken mellan fronten och stacken skall flyta effektivt, så måste alla transporter hålla samma hastighet. Detta uppnås genom att varje byte bärs av det antal myror som krävs för att uppnå rytmen i trafiken. Skulle ett byte bäras för långsamt, så uppmärksammas detta av omgivande myror som faller in och hjälper till. På samma sätt kan en myra plötsligt lämna gruppen som bär ett byte för att i stället delta i en annan aktivitet. Då faller det in en ny myra som ersättare i bärarlaget. På så vis kan ett byte bäras av ett lag som helt har bytt medlemmar från det att laget lämnade fronten tills dess att bytet når fram till stacken. Det är värt att notera att trots att de enskilda myrorna kan falla in och ur bärarlaget, så är *aktiviteten* som sådan – transporten av bytet – stabil.

Varje dag så ger sig myrorna av i en ny riktning för sin räd. Efter de 20 dagar som de är bosatta på samma ställe så har de finkammat hela området runt stacken och måste flytta till ett nytt ställe. Krigsmyrorna vandrar i 15 dagar. Skulle de stöta på ett hinder, som t ex ett vattendrag, så kan de bilda en bro av sin egna kroppar för att komma över. Efter vandringens slut så går de på nytt in i 20-dagarsfasen för att föda upp nya myror och cykeln upprepar sig.

Man kan tycka att krigsmyror är väldigt intelligenta varelser som lyckas engagera sig i så pass komplicerade aktiviteter. Men man får inte missta sig. Den enskilda myran har med all sannolikhet ingen aning om vad den håller på med och varför. Detta blir uppenbart inte minst om man studerar vad som händer om en liten grupp myror isoleras. En grupp på t ex 100 myror kan brytas loss från en bro som de har bildat för att passera ett vattendrag och på så vis isoleras från resten av stacken. Vad gör dessa myror? Man kunde förvänta sig någon form av rationellt beteende, men vad de gör är att vandra runt runt i en liten cirkel tills de slutligen dör av utmattning. Från detta förstår vi dels att myrornas intelligenta beteende i stacken är ett kollektivt fenomen och dels att detta kollektiva fenomen kräver långt mer än hundra individer för att uppstå.

3 Kollektiv intelligens

Det räcker naturligtvis inte att bara uppnå en viss mängd individer för att kollektiv intelligens skall uppstå. Ta encelliga bakterier som exempel. Många bakterier är bara många. Mjölken smakar kanske sämre, men den blir inte intelligent. Vad som är viktigt är samspelet mellan individerna i kollektivet. Det är organisationen, inte mängden i sig, som ger upphov till den kollektiva intelligensen.²

Situationen i hjärnan påminner mycket om den i ett insektsamhälle. Här består individerna av hjärnceller som samspelar med varandra genom ett nätverk av förbindelser dem sinsemellan. Liksom myror är hjärnceller inte särskilt begåvade i sig. Faktum är att de inte ens är förmögna att förse sig själva med den näring de behöver. Större delen av

²Se teorin om autopoiesis för en diskussion om organisationens betydelse för levande processer (Maturana, 1975 och Maturana and Varela, 1980).

hjärnan utgörs av så vit vävnad som bland annat har till uppgift att mata hjärncellerna. En bakterie kan därför sägas vara "smartare" än en hjärncell. Den är åtminstone långt mer kompetent.

Vi skall dock komma ihåg att det vi eftersträvar är intelligens på en kollektiv nivå. Detta behöver inte nödvändigtvis innebära att vi bör eftersträva en så hög intelligens som möjligt hos de ingående individerna. Kanske är det precis tvärtom? Kanske är intelligens rent utav ett hinder om den förekommer alltför rikligt hos individerna? Om individerna funderar alltför mycket på vad de håller på med så kommer den kollektiva regleringen att förloras. Bättre är då att låta individerna agera spontant och lite slumpmässigt och att låta de beteenden som är gynnsamma för kollektivet förstärkas genom att samspelet mellan individerna helt enkelt fungerar bättre i dessa fall. Då kommer en individ förvisso att då och då vara engagerad i aktiviteter som inte gynnar kollektivet, men sett ur ett statistiskt perspektiv – och det är ett sådant perspektiv man skall ta när vi talar om miljontals eller miljardtals individer i samverkan – så kommer en stor del av individens aktiviteter vara av det mer gynnsamma slaget.

Denna spontanitet och slumpmässighet handlar dock inte bara om att få saker och ting att hända överhuvudtaget, det handlar också om att få *nya* saker och ting att hända. En spontan irrfärd av en myra kan leda till en för stacken väldigt gynnsam upptäckt. På samma sätt kan en vilse aktivisering av några hjärnceller leda in tanken på nya vägar. Denna kreativitet är något man får på köpet i ett kollektivt system. Och det är ingen liten vinst. Kreativitet är något som annars är mycket svårt att fånga.³

Om man gör individerna för intelligenta riskerar man att förlora denna kreativitet. Detta kan ju förefalla vara positivt för den som vill modellera hjärnans funktion. Att modellera mindre intelligenta hjärnceller torde vara enklare än att modellera mer intelligenta sådana. Tyvärr är det inte så. I stället för att lägga krutet på varje individs intelligens så måste det läggas på samspelet mellan individerna. Detta samspel är oerhört komplext, och det blir knappast enklare av att individerna som ingår i det inte själva känner till det. Inte heller blir det enklare av att kollektivet i sig inte existerar som en konkret enhet utan bara är en abstraktion som vi själva har hittat på i vår beskrivning av systemet. Det enda vi har att jobba med i en modell av kollektiv intelligens är de enskilda individerna och deras samspel. Och för att hålla nere komplexiteten i samspelet är det lätt hänt att individerna görs relativt intelligenta. Man kan se detta mycket inom det forskningsområde som kallas neurala nätverk där man försöker efterlikna hjärnans funktion med en mängd celler som är kopplade samman med varandra så att varje cell kan påverka aktiviteten i omgivande celler.⁴ Ofta designas dessa celler på ett sätt som lämnar väldigt lite utrymme för spontana infall. Aktiviteten blir mer regelbunden och målinriktad. Paradoxalt nog kan man säga att dessa enheter är dumma eftersom de är för intelligenta. De liknar mer en mängd bakterier än ett kollektiv. Neurala nätverk blir sällan mer intelligenta än de enskilda cellerna.

³Se (Pallbo, 1997a) för en vidare diskussion i detta problem.

⁴Se t ex Rumelhart and McClelland, 1986 för en mer allmän beskrivning av neurala nätverk.

4 Olika perspektiv

Hofstadter, som kan sägas vara den som populariserade liknelsen av hjärnan som en myrstack,⁵ har tagit fasta på skillnaden mellan dessa båda perspektiv. Han menar att för att förstå tankens väsen, måste vi studera den aktivitet i hjärnan som sker under 100-millisecondnivån,⁶ dvs den tidsskala som de enskilda hjärncellerna arbetar i (till skillnad från tankar som inte hinner växa fram på så liten tid). På denna nivå, eller i detta perspektiv, så saknar de begrepp vi använder för att tala om tankar sin mening. Det går inte att peka på en hjärncell och säga att när denna cell är aktiv så tänker jag på min mormor. Varje cell är i sig obetydlig och kan när som helst försvinna utan att det skulle märkas på den kollektiva nivån. På samma sätt ödelägger inte förlusten av en enstaka myra stacken den ingick i. Hofstadter menar att denna nivå är den som bäst lämpar sig för en datorlik beskrivning. En sådan beskrivning är alltid något mekaniskt, men det behöver inte innebära att den kollektiva nivån, våra tankar, blir mekaniska – lika lite som myrstacken beter sig irrationellt bara för att de individuella myrorna gör det. Dock är detta sätt att angripa kognition ganska ovanlig. Inom forskningsområdet konstgjord intelligens brukar man modellera våra tankeprocesser direkt på den högre, kognitiva nivån med datorlika modeller. Men då blir också resultatet därefter – väldigt stela system som kanske kan lära sig att spela schack men inte kan göra en för människor så enkel sak som att känna igen sin egen mormor. I dessa konstgjorda system finns det en central enhet som manipulerar och kontrollerar en massa data om världen. Men våra hjärnor är inte sådana. De manipulerar inte våra tankar. Snarare är det så, menar Hofstadter, att våra hjärnor bara är en plats vari tankar själva samspekar med varandra.⁷

Det ligger något väldigt intressant i skiftet av perspektiv. Trots att det är exakt samma system vi har att göra med, så påvisar det helt olika egenskaper beroende på vilken nivå vi väljer att betrakta det på. Det gäller inte bara myror och myrstacken eller hjärncellers aktivitet och tankar. Samma fenomen kan man finna också inom andra områden. Den nya fysiken är ett lysande exempel. Vår fysiska värld står inte att känna igen om vi väljer att betrakta den ur ett kvantfysiskt perspektiv. Mycket av det som vi tar för självklara egenskaper hos världen visar sig vara beroende av vårt val av perspektiv. Ändå är det som sagt samma system.

Man kan undra hur egenskaper bara kan försvinna när man gör ett sådant perspektivskifte. Om vissa förhållanden råder i ett givet system så kan man tycka att de borde vara oberoende av vilken nivå av systemet som beaktas. Men detta är alltså inte fallet. Tyvärr så är denna form av fenomen inte särskilt väl förstådda. På sätt och vis så har vi att göra med system som interagerar med sig själv. Myrorna har ju trots allt någon form av relation till myrstacken liksom hjärncellerna har till våra tankar. Det är två nivåer av samma system som kommunicerar med, eller står i relation till, varandra.⁸

⁵Se (Hofstadter, 1979).

⁶(Hofstadter, 1982).

⁷Jämför också (Pallbo, 1997b).

⁸Den tjeckiska presidentens bror, Ivan Havel, är en forskare som har intresserat sig för detta. Se (1995) för en djupare diskussion om kommunikation mellan olika nivåer i samma system.

Och denna relation är inte riktad åt bara det ena hållet. Myran är beroende av kollektivet för sin överlevnad liksom myrstacken inte skulle fortleva utan myrorna. På samma sätt förhåller det sig med all sannolikhet i hjärnan. Det är inte bara tankarna som är beroende av hjärncellernas aktivitet utan förmodligen också tvärtom, att aktiviteten i hjärncellerna påverkas av tankarna. Det är denna form av relation – inte minst hur den överhuvudtaget är möjlig – som vi kan lära oss mer om genom att studera myror. Men än så länge så sätter detta fenomenet mest myror i huvudet på oss.

Vad skall vi då dra för slutsatser av allt detta? Är kollektiv intelligens ett udda och komplicerat fenomen i naturen? Nej, särskilt udda är det inte. Det finns över 10 000 olika insektsarter som lever i sociala kollektiv. Huvudparten är myror, men det finns också bin, getingar och termiter som lever kollektivt. Trots att de bara utgör ca 2% av alla insektsarter så är ändå majoriteten av beståndet kollektiva insekter. Detta sagt om kollektiv intelligens i insektsvärlden: Vidgar vi lite på begreppen så kan vi även betrakta våra egna kroppar som ett intelligent kollektiv av celler. Kollektiv intelligens är snarare en regel än ett undantag i naturen.

Är det då ett komplicerat fenomen? Knappast, kollektiv intelligens må förefalla komplicerat i våra ögon; inte minst pga denna kommunikation mellan nivåer. Men mekanismer i sig, de beteenden hos individerna som ger upphov till kollektiva fenomen, de är väldigt enkla i sin natur. Myrorna gör inga direkta komplicerade operationer. För att upprätthålla en jämn takt i krigsmyrornas transport av byten behövs ingen mer komplicerad mekanism annat än att en myra hjälper till att bära ett byte närhelst det finns plats (eller att byten som är alltför tunga att hantera skärs ner i mindre delar). Den behöver aldrig reflektera över att trafiken flyter ojämnt. Det finns heller ingen trafikledning som fördelar arbetsbördan. Det behövs inte eftersom trafikregleringen blir en naturlig konsekvens av de enkla reglerna som varje enskild myra följer. Så kollektiv intelligens är inte komplicerat, snarare är det en uppvisning i enkelhet.

Att vi uppfattar kollektiv intelligens som avancerat beror förmodligen på att vi helt enkelt inte är vana att tänka på saker som händer i flera nivåer samtidigt. Vi har helt enkelt svårt för att se skogen för träden. Ett annat skäl är att vi tenderar att tänka i termer av kontroll. Så fort något görs så måste det finns någon eller något som utför, kontrollerar, handlingen. Detta avspeglar sig även i vårt språk. Nästa gång du säger att "det regnar," fundera då på vem eller vad "det" är för något. I ett intelligent kollektiv finns det inget "det" som styr och ställer. Allting sker i stället huller om buller, och även om ordningen egentligen är enkel i grund och botten, så har vi svårt att bilda oss en överblick och förstå vad det är som händer. Det ser komplicerat ut helt enkelt.

References

- Franks, N. R. (1989). Army ants: A collective intelligence. *American Scientist*, 77:138–145.
- Franks, N. R. (1990). Considering the ants. *Science*, 248:897–898.
- Havel, I. M. (1995). Scale dimensions in nature. *International Journal of General Systems*, 23(2):303–332.

- Hofstadter, D. (1982). Artificial intelligence: Subcognition as computation. Technical Report 132, Indiana University Computer Science Dept.
- Hofstadter, D. R. (1979). *Gö del, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*. Basic books, New York.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. (1994). *Journey to the Ants*. Belknap Press, Cambridge.
- Maturana, H. R. (1975). The organization of the living: A theory of the living organization. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7:313–332.
- Maturana, H. R. & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and Cognition*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht.
- Pallbo, R. (1997a). An inquire into Meno's dilemma. Manuscript.
- Pallbo, R. (1997b). Mind as evolution and evolution as such. In Heylighen, F., editor, *The Evolution of Complexity*. Kluwer Academic, Dordrecht. In press.
- Rumelhart, D. & McClelland, J. (1986). *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition. Vol. 1: Foundations*. MIT Press.
- Wilson, E. O. (1985). The sociogenesis of insect colonies. *Science*, 288(4707):1489–1495.