

Komparativ kognition og naturlig intelligens: Kloge krager, intelligente insekter og dumme dyr

Af Michael Pepke Pedersen, Centre for Biodiversity Dynamics, Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, Trondheim

Kunstig intelligens har få årtiers udvikling bag sig, mens naturlig intelligens har udviklet sig over mange millioner år. Aber, kragefugle og havpattedyr kan synes overraskende intelligente, mens for eksempel insekter, regnorme og bløddyr omvendt umiddelbart virker temmeligt dumme. Men hvor intelligente er ikke-menneskelige dyr egentlig, og hvordan kan vi forstå evolutionen bag deres – og dermed vores – naturlige intelligens og bevidsthed?

På Ny Kaledonien sidder en af de lokale krager med hovedet på skrå og kigger dybt i et hul på en væltet træstamme, hvori der ligger en fed larve. Vi ved ikke hvad, eller om, kragerne tænker, men der går i hvert fald ikke længe, før den kommer tilbage med en gren af passende længde og fleksibilitet. Den bukker enden af grenen, til denne udgør en krog, og lige så hurtigt har den fisket larven ud af hullet og spist den (figur 1). I fangenskab kan kragerne løse lignende komplicerede opgaver på trods af, at de har en hjerne på størrelse med en valnød [1].

Studiet af intelligens og tænkning på tværs af arter kaldes komparativ kognition og har til formål at forklare, hvordan intelligens og tænkning evolutionært har udviklet sig. Darwin var den første til at foreslå, at menneskets høje intelligens måtte have udviklet sig gradvist fra mere simple former, ligesom det var tilfældet med andre morfologiske og fysiologiske træk. Han var dog også hurtig til at konkludere, at regnorme – et af hans mest yndede studieobjekter – var tænkende væsener, der traf aktive valg om for eksempel udvalget af tunnelmaterialer. I dag anses regnormebevidsthed

måske som anekdotiske spekulationer, men der er udført overraskende lidt kognitionsforskning på regnorme siden dengang. Der er nemlig et bias i forskningen i komparativ kognition, da det ofte er de større, "kloge" pattedyr og fugle, der er genstande for undersøgelserne [2].

Dette vanskeliggør en rekonstruktion af forskellige kognitive træks udvikling under hensyntagen til arternes indbyrdes slægtskabsforhold (fylogeni). For hvad med alle de små dumme dyr? Forskningen i ganske små dyrs intelligens, såsom insekternes, kan bruges til at demonstrere, hvor utroligt meget, der kan gøres med relativt få neurale komponenter. For eksempel kan honningbier udføre et kompliceret "dancesprog", der viser vej til nektarkilder, men her støder forskningen på et terminologisk problem: både dans og sprog er menneskelige begreber, der næppe giver mening for bierne. Antropomorfismer er udbredte i kognitionsforskningen, hvor forskere sætter sig for at dokumentere menneskelig adfærd blandt dyr, som for eksempel når aber tilskrives retfærdighedssans, rotter empati og stærke depressioner.



Figur 1. Fra venstre mod højre: Ny kaledonisk krage med hjemmelavet "fiskekrog" til larvefangst; honningbien kan udføre et kompliceret dancesprog, mens rapsplanten underenden endnu ikke har afsløret meget om planters intelligens; en husskade hjemme foran spejlet, der måske sætter selvrefleksioner i gang; neuroner (her fra hjernebarken hos en laboratoriemus) udgør hjernens fundamentale byggeklodser hos alle dyr. Foto: Gavin Hunt/University of Auckland; Leidus/Wikimedia Commons; Marcellini/Etc. galerie; Lee/Wikimedia Commons.

Sammenligninger på tværs

Duer tilskrives normalt ikke større intellektuelle evner, men et studie har vist, at de kan lære at skelne mellem malerier af Monet og Picasso: Duerne blev trænet til at hakke, når de blev forevist for dem ukendte malerier af enten den impressionistiske realist eller den abstrakte kubist. Duerne var også i stand til at generalisere de to stilarter til at inkludere for eksempel Cézanne og Matisse [3]. Hvis malerierne af Monet blev vendt på hovedet, dumpede duer imidlertid testen, mens dette ikke var tilfældet med Picassos malerier. Det tyder på, at duerne derfor reagerede på de genkendelige elementer i Monets malerier. Til sammenligning havde kunstmuseet MoMA i New York Matisses abstrakte "Le Bateau" hængende omvendt i flere uger inden fejlen blev opdaget af en besøgende (figur 2).



Figur 2. Henri Matisses "Le Bateau" (1954). På trods af navnet, har både fugle og mennesker svært ved at se, hvad det forestiller.

Når vi overraskes af eksperimentelle test af papegø-jers eller biers indlæringssevner [2], kragers eller abers redskabsbrug, skyldes det ofte, at disse opgaver ligger tæt på artens naturlige forudsætninger for at håndtere artsspecifikke udfordringer, som er blevet optimeret gennem evolutionen. For eksempel udfører både duer og bier fødesøgning og navigation ved hjælp af en veludviklet synssans, hvorfor de reagerer på visuelle "intelligenstests". Udstyrer man en gammel, erfaren elefant med en pind og noget mad serveret uden for rækkevidde, men som kan nås med pinden holdt i snablen – altså i lighed med den opgave, kragen havde med hule træstammer – så ved elefanten, på trods af dens store hjerne, ikke, hvad den skal gøre. Opstillingen mangler forståelse for elefantens biologi; med pinden i snablen blokerer den for lugte- og følesanser, der skulle gøre den i stand til at lokalisere maden. Får elefanten i stedet for nogle kasser, som den kan sparke på plads og om nødvendigt stable, er det ikke noget problem for den at få fat i maden [4].

At måle grader af intelligens og erkendelsesevne er ikke så simpelt, som den amerikanske præsident Trump giver udtryk for, når han udfordrer sine modstandere til en IQ-test. Kunne man desuden vurdere intelligens på tværs af arter objektivt og relativt i forhold til deres biologi, ville man måske komme til den naive konklusion, at de alle var lige intelligente i forhold til deres biologi, da de er alle er tilpassede deres omgivelser og har overlevet lige længe på Jorden. Der er dog nogle umiddelbart kvantificerbare størrelser, såsom hjernestørrelse og -struktur, der lader til at være afgørende for graden af naturlig intelligens.

Små og store hjerner

I Taps uden for Christiansfeldt sidder en konservator og fastslår dødsårsagen af alle fuglene indleveret til udstopning, samt udtager og vejer deres hjerne: På baggrund af flere tusinde individer har han dermed vist, at fugle, der enten bliver skudt i forbindelse med jagt eller bliver kørt ned og dræbt i trafikken – primært i Sønderjylland – vitterligt har relativt mindre hjerner end fugle, der er døde af andre årsager [5]. Størrelsen fortæller dog ikke alt. Store dyr har store sanseorganer og store muskler med flere tilhørende neuroner og dermed store hjerner, så der må tages højde for kropsvægten i sammenligninger af hjerner.

I naturen er variationen i hjernestørrelse og tilhørende antal neuroner imponerende: Fra hvalers op til 9 kg tunge hjerner med over 200 milliarder neuroner, menneskets 1,3 kg og 85 milliarder neuroner, ravnens 14 gram og 2 milliarder neuroner til honningbiens få milligram og 1 million neuroner [6]. Sammenlignet med for eksempel aber er fugle overraskende intelligente i forhold til deres små hjerner. Nye undersøgelser har vist, at fugle generelt har en meget højere neurontæthed i hjernen, hvilket kan tænkes at være endnu en tilpasning til at flyve ved at begrænse den samlede kropsvægt (figur 3). Endelig er store hjerner dyre i drift – menneskets hjerne står for 20% af energiforbruget i hvile, men udgør bare 2% af kropsvægten – og hver art har rimeligvis den hjernemasse, der skal til for at løse de problemer, dagligdagen normalt møder dem med.

Neuroner (nerveceller) er hjernens fundamentale byggeklodser, der ved hjælp af kemiske og elektriske impulser for eksempel behandler sanseinformation fra sensoriske neuroner, sender signal til motoriske neuroner og opbygger netværk med andre neuroner, som sørger for informationsbehandling. Neuronernes komponenter, såsom receptorer, neurotransmittere og ionkanaler, er evolutionært velbevarede på tværs af dyreriget, hvilket vil sige, at de sandsynligvis var til stede i en tidlig fælles stamfar. Neuroner er altså homologe strukturer, der har givet ophav til vidt forskellige kognitive egenskaber hos både mennesker og insekter. Det er derfor oplagt at forsøge sig med en induktiv tilgang til at sammenligne intelligens ved først at kortlægge de neurobiologiske og genetiske fundamenter bag bestemte kognitive egenskaber. Det er teknisk vanskeligt, men



Figur 3. Gul bavian (150 gram hjerne med ca. 11 mia. neuroner), kea papegøje (14 gram svarende til én valnød med 2 mia. neuroner) og afrikansk elefant (4200 gram svarende til 300 valnødder, 250 mia. neuroner). Bemærk, at kea papegøjen ligesom andre fugle har dobbelt så høj neurontæthed som aben, elefanten og flere andre pattedyr. Foto: Michael Pepke Pedersen.

til gengæld kan de molekulære forskelle vise sig at være ganske simple. For eksempel i genet FOXP2, der er afgørende for menneskers taleevne, adskiller bare to aminosyrer sig fra (de mere uarticulerede) chimpansers udgave af genet [2].

Intelligent evolution

Pattedyr og fugle har et fælles ophav for over 300 millioner år siden, men fuglene udgør egentlig en gruppe blandt krybdyrerne, der ellers ikke har udmærket sig i kognitive tests. På trods af sammenlignelig intelligens, er fuglehjerner og primathjerner ganske forskellige, hvilket er et eksempel på konvergent evolution; her er høj intelligens opstået uafhængigt flere gange. Mennesket udviklede sig ikke fra aberne, men fra en fælles stamfar til mennesker og menneskeaber. De nulevende menneskeaber er dog ikke i nærheden af at have gennemgået en kognitiv udvikling lig menneskets gennem de sidste 2 millioner år. Men man kunne spekulere, om noget, der minder om menneskets intelligens, kunne udvikle sig igen for eksempel fra andre grene af menneskeabernes stamtræ. Faktisk har kragefuglene gennemgået en hjerneudvikling, hvor deres relative neuronantal er blevet skaleret op fra deres slægtninge blandt spurvefuglene i lighed med menneskehjernen opgradering fra primaternes hjerne [6].

Menneskers og blæksprutters fælles stamfar levede for mere end 700 millioner år siden og disse bløddyr har udviklet en radikalt anderledes hjerne, der er decentraliseret, og hvor over halvdelen af neuronerne befinder sig i blækspruttearmene. Dermed kan hver arm "tænke" for sig selv, og blæksprutter har da vist sig at være kreative tekniske problemløserne med god hukommelse. Bevæger vi os yderligere 900 millioner år tilbage i tid, finder vi menneskers og planter fælles stamform. Darwin undersøgte, hvorvidt planter ligesom dyr havde udviklet et nervesystem, ved at forsøge at bedøve den kødædende plante soldug, der ved hjælp af tentakler kan fastholde for eksempel en flue. Det lykkedes ikke for Darwin ved brug af kloroform, der lammer centralnervesystemet hos mennesker, og planter har da hverken centralnervesystem eller neuroner. Ikke desto mindre taler nogle forskere om en kontroversiel

form for "plante-intelligens", som omfatter planternes decentraliserede kommunikations- og responssystemer, der kan formidles af både elektriske, kemiske eller vaskulære signaler [7]. Selvom det græske ord "neuron" oprindeligt har været brugt om plantefibre, så er ideen om "plante-neurobiologi" i dag snarere en metafor for planternes til tider komplekse og skjulte adfærdsmønstre, som for eksempel når en plante (forståeligt nok) producerer forsvarsstoffer som reaktion på smaskelydene fra en kållarve [8].

Bevidsthedens spejl

Mens en chimpanse er bedøvet, mærkes dyret med en plet i panden, hvorefter den sættes foran et spejl. Hvis aben giver sig til at undersøge og berøre pletten i panden ved hjælp af refleksionen i spejlet, har den bestået spejltesten, hvilket tolkes som en vis grad af selverkendelse. Andre primater (inklusive de fleste mennesker mere end 18 måneder gamle), delfiner, spækhuggere, elefanter og husskader har bestået den såkaldte spejl-test (figur 1). Ét studie påstår sågar, at myrer, der generelt er meget opmærksomme på hvem, der hører til i kolonien, også kan genkende sig selv. Spejl-testen giver selvfølgelig kun mening, hvis dyret har en veludviklet synssans og dermed forudsætningerne for at reagere på mere eller mindre detaljerede visuelle indtryk, hvilket gælder for en del pattedyr, fugle og sociale insekter. For eksempel kan man på Internettet se videoer af hunde, der bliver temmelig forvirrede foran et spejl, men de vil som udgangspunkt forlade sig på deres veludviklede lugtesans i mødet med andre hunde (og sig selv). Diskussionen om intelligens på tværs af arterne er dermed nært forbundet med evnen til selverkendelse, eller rettere: menneskets evne til at erkende selverkendelse hos andre dyr.

Naturlig intelligens

Forskningen i komparativ kognition illustrerer, hvorledes intelligens og selverkendelse kan have udviklet sig, men gør det samtidig sværere at identificere hvilke egenskaber, som adskiller os mennesker fra alle andre dyr [9]. Kreativitet, selverkendelse, viden om fremtiden og fortiden er ikke længere unikt for mennesker. Dyrene

og deres hjerner er til stadighed blevet sammenlignet med en computer, altså robotter, hvis adfærd kan beregnes. I så fald er det en computer, hvis hardware er under stadig forandring, når neurale netværk opbygges og nedbrydes. For over hundrede år siden blev mennesket sammenlignet med en dampmaskine, der regulerede forskellige (ind-) tryk, og hvem ved, hvilke meningsfulde analogier vi vil være i stand til at trække på om endnu hundrede år [10]?

Fra et subjektivt synspunkt er vi imidlertid ikke blevet meget klogere på, hvad dyrene egentlig tænker, og her udgør kommunikation og sprog den største barriere, selvom der findes eksempler på dyr, der blev trænet til mere eller mindre at forstå mennesker. Chimpanse Kanzi lærte et simpelt symbolsprog, gråpapegøjen Alex talte et nødtørftigt engelsk, og bordercollien Rico kendte flere hundrede tyske navne på legetøj. Generelt er dyr fra insekter til bløddyr og fugle nok ikke så dumme, som man tidligere troede. Hvad værre er, så tyder noget forskning på, at mennesker ikke er så intelligente, som man burde tro. Vi forlader os i høj grad på simple heuristiske algoritmer til at træffe beslutninger, hvilket kan sammenlignes med dyrenes instinkter. Desuden er den gennemsnitlige menneskehjerne muligvis blevet mindre siden agerbrugsrevolutionen for 10.000 år siden, hvorefter småt bemidlede individer har kunnet overleve og reproducere sig ved for eksempel udelukkende at grave huller, hente vand eller slå søm i – noget der ikke var gået blandt fortidens alsidigt udfordrede jægersamlere [10].

Peter Plys (uspecifiseret bjørneart) forsøgte engang at narre honning fra en koloni af honningbier ved brug af en ballon. Efter nøje at have vurderet mulighederne for forskellige visuelle forklædninger, konkluderede Plys dog om sine chancer for succes: "Måske og måske ikke. Man kan aldrig vide, hvad bier tænker."

Litteratur

- [1] Rutz, C., Sugawara, S., van der Wal, J. E. M., Klump, B. C., St Clair, J. J. H. (2016) *Tool bending in New Caledonian crows*, Royal Society Open Science, bind 3, 160439.

- [2] Chittka, L., Rossiter, S. J., Skorupski, P., Fernando C. (2012) *What is comparable in comparative cognition?*, Philosophical Transactions of the Royal Society B, bind 367, 2677–2685.
- [3] Watanabe, S., Sakamoto, J., Wakita, M. (1995) *Pigeons' discrimination of paintings by Monet and Picasso*, Journal of the Experimental Analysis of Behavior, bind 63, 165–174.
- [4] Foerder, P., Galloway, M., Barthel, T., Moore III, D.E., Reiss, D. (2011) *Insightful problem solving in an Asian elephant*, Plos One, bind 6, e23251.
- [5] Møller, A. P., Erritzøe, J. (2017) *Brain size in birds is related to traffic accidents*, Royal Society Open Science, bind 4, 161040.
- [6] Olkiewicz, S., Kocourek, M., Lučan, R.K., Portes, M., Fitch, W.T., Herculano-Houzel, S., Němec, P. (2016) *Birds have primate-like numbers of neurons in the forebrain*, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, bind 113, 7255–7260.
- [7] Brenner, E. D., Stahlberg, R., Mancuso, S., Vivanco, J., Baluška, F., Van Volkenburgh, E. (2006) *Plant neurobiology: an integrated view of plant signaling*, Trends in Plant Science, bind 11, 413–419.
- [8] Appel, H. M., Cocroft, R. B. (2014) *Plants respond to leaf vibrations caused by insect herbivore chewing*, Oecologia, bind 175, 1257–1266.
- [9] Madsen, P. L. (2012) *Dr. Zukaroffs testamente*, Gyldendal.
- [10] Harari, Y. N. (2017) *Homo deus – En kort historie om i morgen*, Lindhardt og Ringhof.



Michael Pepke Pedersen er ph.d.-studerende ved Centre for Biodiversity Dynamics ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim, hvor han forsker i udviklingen af fugles økologi og livshistorie. Han har en kandidatgrad i biologi med speciale i evolution og en bachelorgrad i nanovidenskab fra Københavns Universitet.

SNU på Big Bang-konference

Selskabet for Naturlærens Udbredelse deltog med egen stand på Big Bang-konferencen i Odense i april. Der blev fortalt om Henning Haacks vellykkede meteoritturne til 30 gymnasier landet over og om selskabets foredrag i København.

Der blev også uddelt 750 eksemplarer af KVANTs temanummer om meteoritter til glade Big Bang-deltagere, som til gengæld kom med mange gode idéer til nye aktiviteter. SNU fik også fortalt mange grundskolelærere om et nyt initiativ med en H. C. Ørstedmedalje til en inspirerende grundskolelærer i naturvidenskab og teknik.

