

Når teknologi bliver natur

Naturen har gennem hele kulturhistorien været inspirationskilde for udvikling af teknologi, men skiftende tiders teknologi har til gengæld formet vor opfattelse af naturen. Det 20. århundrede tilhørte computeren, men vil det 21. stå i biologiens tegn?

Tekst Mikkel Holm Sørensen Foto Scanpix/Corbis

Drømmen om at liv og teknologi skal smelte sammen er gammel. Ægteskabet mellem det fødte og det skabte er gennem tiderne blevet fortolket lige fra de gamle grækere til vor tids videnskab. Hvor det i tidligere tider var tanken, at hvis man kan skabe liv, så forstår man naturen til fulde, så er det i vor tid udsigten til at vores teknologi bliver ekstremt kompleks at håndtere, der får teknologerne til at søge inspiration i biologien. Tidlige forsøg på at skabe liv var menneskelignende statuer i ler og træ, der måske var drevet af vand eller luft, hvis de var meget avancerede. I det gamle Grækenland forelskede skulptøren Pygmalion sig ifølge sagnet i sin statue Galatea, som guden Athene derefter vækker til live. Senere med naturvidenskabens fødsel, da Gallileo påpeger at »naturens bog« er skrevet med matematikkens symboler, opfattes universet som en kæmpe maskine, der opererer efter mekaniske principper. Følgelig forsøges mennesker og dyr eftergjort som avancerede maskiner med masser af tandhjul, lodder og snore. Den britiske forfatter Mary Shelley skriver i 1818 om Dr. Frankenstein, der skaber en slave af ligdele, som han blæser liv i ved lynets hjælp – med fatale følger. Vores egen H. C. Andersen beskriver fascinationen af teknik, der ligner naturen til forveksling i sit eventyr Nattergalen, hvor kejseren og hans hof falder på halen over en mekanisk fugl med tandhjul i maven. Industrialiseringens dampmaskine bibringer et billede af mennesker og dyr som lufttryksdrevne robotter, og med elektriciteten bliver vi til elektronik.

Computeren: fra billede til forbillede.

Det 20. århundrede er ingen undtagelse på menneskets tekniske livtag med naturen. Computerens indtog i 1940'erne medfører dog en drejning. I stedet for at fokusere på materialer og energi som tidligere, bliver processer og information centralt. Med computeren opstår en række nye teorier og discipliner, som får stor betydning for menneskets selvopfattelse fremover. Især studiet af kunstig intelligens og kybernetikken bør nævnes. Her håber man med computeren som model at blive i stand til at skabe intelligente maskiner. I studiet af kunstig intelligens interesserer man sig for logiske processer, hvilket vil sige processer, hvor symboler manipuleres efter et sæt formelle regler som fx i matematikken. Regelstyrede processer anses for at være essensen af både computerens beregninger og menneskelig tænkning.

Kybernetik er teorien om, hvorledes dynamiske processer styres og organiseres. Med dynamisk menes, at de processer man undersøger, ændrer sig over tid. Et centralt begreb i kybernetikken er »feedback«, hvilket vil sige, at et system ikke blot opfattes som en pølsemaskine, hvor ingredienser løber ind i den ene ende, og pølser kommer ud i den anden. Det, der kommer ud – »output« – samt omgivelsernes reaktion på dette output

indgår i systemets processer igen som »input« og ændrer systemets opførsel. Ligesom en termostat der får input gennem at måle temperaturen i et lokale, og dernæst justerer varmeapparatet i forhold til temperaturen, hvorved der skabes et output i form af varme. Der igen måles af termostaten osv.

Selvom man i starten er opmærksom på forskellen mellem naturlige og menneskeskabte processer, og kun ser computeren som *billede* på naturlige processer, bliver opfindelsen en så stor teknisk succes, at den snart bliver *forbilledet* for selv samme processer.

Men da kunstig intelligens i 1980'erne stadig ikke har oplevet et gennembrud i forsøget på at skabe intelligens, begynder computerens status som den dominerende model for naturlige processer at krakelere. Man mister troen på, at rene informationsprocesser er kilden til intelligens og liv, og i stedet for at lede efter »regnemaskiner« i naturen, begynder man at interessere sig for selve organiseringen af naturens komplekse systemer. Ironisk nok er det netop computerens regnekraft, der gør studiet af komplekse systemers organisering muligt, idet man vha. af computersimuleringer kan skimte alle elementernes betydning for det samlede system. Synet er svimlende komplekst, men studiet af disse dynamiske og komplekse systemer er nu begyndt at bære frugt.

Fra atomer til processer.

I naturvidenskaben er den største ændring de sidste hundrede år ikke bestræbelsen på at finde virkelighedens inderste væsen, men opfattelsen af dette væsen som små byggesten i form af atomer i bevægelse. I dag arbejder man derfor med processer som virkelighedens fundament. Det kan være vanskeligt at forstå, når hverdagen er fyldt med tilsyneladende solide og bestandige ting. Grundene hertil er også ret indviklede og omdiskuterede.

Overordnet kan man sige, at alting er underlagt visse styrende naturlove, som danner mønstre i ellers kaoslignende tilstande. Herved opstår komplekse systemer af mere eller mindre dynamisk og stabil karakter. En sten er fx et meget stabilt og statisk mønster, hvorimod en eksplosion er et meget dynamisk, men ustabil mønster.

Det særegne ved det, vi kalder levende, er evnen til at udnytte disse mønsterdannende naturlove i skabelsen af organiserede systemer, som er både stabile og dynamiske. Selve organismen består, selvom dens elementer hele tiden undergår forandring i form af energiomsætning og celleudskiftning.

Selvom de færreste i dag betragter naturen som guddommeligt håndværk, er der megen inspiration at hente i naturen. Eller rettere forståelsen af hvorledes løsninger kan opstå uden en designer. Naturen udvikler løbende robuste løsninger på vanskelige problemer. Selve beviset ligger i, at løsningerne stadig eksisterer. I dag vil vi gerne forstå naturens robuste metoder til at designe IT. På trods af at evnen til at organisere sig stabilt og dynamisk antages at være mest fremtrædende i det levende, er liv ikke væsensforskellig fra andre dynamiske og komplekse systemer. Studiet af komplekse systemer har derfor banet vejen for en hidtil uset sammensmeltning mellem biologi og teknologi. Især i udviklingen af IT er biologien blevet dominerende. Motivationen bag brugen af naturlige lovmæssigheder er primært ønsket om at drage nytte af naturens lange »læretid«.

Matematiske myrer.

Myrer har vist sig at være i stand til løse kollektive arbejdsopgaver med en meget smart og simpel teknik: Myrerne efterlader blot et hormonspor, som organiserer deres adfærd. Hvis fx en myre finder mad tættere på tuen end kollegerne, bliver dens spor kraftigere end andres spor, fordi den hurtigere finder hjem. Når den vender hjem, er sporet dobbelt så kraftigt, da myren har lagt hormonet både ud og hjem. De myrer, der er på vej ud, vil nu følge det kraftigste spor, og blive ledt til fødekilden tættest på. Efter kort tid er dette spor så kraftigt, at alle myrer følger dette. Samme teknik anvendes nu til optimering af data- og telefonnetværk og i logistiske systemer til minimering af transport- og opbevaringsudgifter.

Også livets tilpasnings- og selvopretholdelsesevne er af interesse. Både fordi vi ønsker, at teknologien tilpasser sig os, og samtidig vil vi i fremtiden se IT så omfattende og kompleks, at meget arbejde vil gå med at holde teknologien ved lige, medmindre den finder ud af at lære det selv. Det amerikanske IT og konsulent firma IBM anslår, at 200 millioner mennesker skal arbejde med udvikling og vedligeholdelse af IT indenfor de næste ti år, hvis IT ikke ændrer karakter. Det kan måske undgås gennem at efterligne naturen. En af teknikkerne til at efterligne naturens tilpasningsevne kaldes evolutionære algoritmer. Teknikken er relativ enkel og bygger på Darwins ide om udvælgelse af de bedst tilpassede individer: Nogle forskellige computerprogrammer sættes til at løse en opgave. De programmer, der løser opgaven bedst ud fra nogle givne kriterier, udvælges og »parres«, så deres kode (»gener«) smelter sammen. Efter en evt. »mutation«, hvor dele af koden ændres vilkårligt, sættes den nye »generation« af programmer nu til at løse opgaven. De bedste tages fra og »parres« osv. Over »generationer« opnår man programmer, der løser opgaven tilfredsstillende. Resultatet er ofte bedre end det menneskelige programmører kan levere, og vel at mærke uden at programmet er designet af mennesker. Herved opnår man ikke alene raffinerede løsninger på vanskelige problemer – men vigtigere endnu – systemer, der tager ved lære og på sigt kan klare sig selv.

Ved hjælp af denne teknik kan man skabe robotter, der selv finder hen i en opladningszone, når batteriet bliver fladt, uden at være programmeret dertil. De »gener«, dvs den computerkode, der tilfældigvis giver denne opførsel, bliver udvalgt pga. deres »overlevelsessevne«, og dette træk bliver efterfølgende perfektioneret over »generationer«. Mekanismen vil derfor formentlig blive anvendt i hverdagens teknologi om nogle år, ved at forskellige apparater eller programmer for at »overleve« konkurrerer om at tilfredsstille brugerens behov og derved opnå »livsvigtig« feedback. Afkom af en kandidat, som udfører en ønsket funktion, vil herefter med større sandsynlighed blive valgt i lignende situationer. Teknikken anvendes også til afsøgning af meget store datamængder. Fx er menneskets genom kortlagt ved hjælp af evolutionære algoritmer, som fandt frem til de rette kromosompar ud fra et astronomisk antal mulige kombinationer som en nål i en høstak.

Netværk med vokseværk.

En af hemmelighederne bag naturens fleksible og stabile systemer er udviklingen af komplekse netværk af mere eller mindre selvstændige enheder. Netværk vokser spontant frem overalt i naturen, i, over og mellem organismer, og deres styrke er, at de er i stand til

at »vokse med opgaven«. Netværk er meget robuste overfor defekter, mangelfuld information og vanskelige forhold, idet de ikke er afhængige af ét element eller én bestemt løsning på et problem, men ved lidt rotering kan finde nye enheder til den manglende plads. Som analogi kan gives, at en sækkestol bedre tilpasser sig den siddende end en bunke papkasser, og at en hængekøje stadig er virksom efter brud på en af dens tråde, hvorimod en taburet med knækket ben ikke er meget værd. Udviklingen af netværk vil blive af stor betydning for fremtidens IT. Især i designet af materialer. Dynamisk vækst og tilpasning er ikke opnåelig med nutidens materialer, hvor IT består af plastik, metal og silicium.

En anden udfordring er en bedre forståelse af naturens informationsprocesser. Fx er (næsten) al hidtidig IT digital bygget op omkring det binære talsystem, der i sin enkelhed bærer information gennem enten at tænde eller slukke for strøm i et kredsløb. Herved opstår tallene 0 og 1 i et uendeligt antal kombinationer. Naturen anvender derimod en hel række metoder hvor placering, udbredelse, varighed eller de materielle omgivelser af signalet er direkte styrende for informationsprocessen (jvf. myrens spor), dvs. uden at dette aspekt først skal oversættes til kode. Allervigtigst i denne forbindelse er nok at finde metoder til at bekæmpe succesfuld, men destruktiv anvendelse af den biologiske inspiration, som de fleste af os allerede kender fra computervirus. I lighed med skadedyrsbekæmpelse og kræftbehandling, bør vi også have midler til at imødegå uønskede digitale »organismer«. For slet ikke at tale om muligheden af IT virusprogrammer, der bliver fuldstændig ukampdygtige og giver »computer AIDS«.

Liv-lig teknologi.

Selvom den voksende interesse for naturen i forbindelse med teknologi er fyldt med forblommede metaforer og søgte analogier, tyder meget på, at skellet mellem det levende og det menneskeskabte langsom viskes ud. Dels fordi stærke tværvideenskabelige strømninger til stadighed opnår større indsigt i naturens kompleksitet, dels fordi vi bliver bedre til at genskabe kompleksiteten teknologisk. Dertil kommer, at det er svært at skelne hvad, der er hvad, bliver teknologien bliver mere liv-lig, eller livet blot mere teknologisk?

En sådan udvikling vil mange finde uønskelig og som tegn på forfald. Til det må man sige, at detroniseringen af livet og ikke mindst mennesket altid har gjort ondt. Tænk på hvilken furore det vakte, da Kopernikus hævdede, at jorden ikke var universets centrum, eller da Darwin påviste menneskets slægtskab med dyrene. Teorier, hvis sandhed i dag kun betvivles af religiøse fundamentalister, og som udgør grundsten i vor kultur. Desuden er det enøjet at opfatte tilnærmelsen af liv og teknologi som den kolde, onde teknologi, der snyltende kryber ind på livets domæne, da tendensen skyldes vor egen nysgerrige foretagsomhed. Den umenneskelighed, som teknologien ofte bliver skudt i skoene, er nemlig såre menneskelig.

Mikkel Holm Sørensen er Ph.D. Student ved IT Universitetet i København og Junior Fellow ved Konrad Lorenz Institute for Evolution and Cognition i Wien