

På jakt etter fornuft i hjernen

Av Jonas K. Nøland, masterstudent, Chalmers, Göteborg

Hjernen er kontrollsenteret av nervesystemet. Den er regnet for å være den mest komplekse "maskinen" i hele universet. Menneskehjernen består av 10-100 milliarder nerveceller eller såkalte "nevroner". Disse inneholder helautomatiserte systemer som styrer nevrons momentane tilstand og deres kommunikasjon med andre nevroner. Et nevron får inngangssignaler fra hele 20 000 andre nevroner. Nevronet har en unik evne til å sende ut elektriske impulser over lange avstander i hjernen. Dette gjør intelligens mulig.

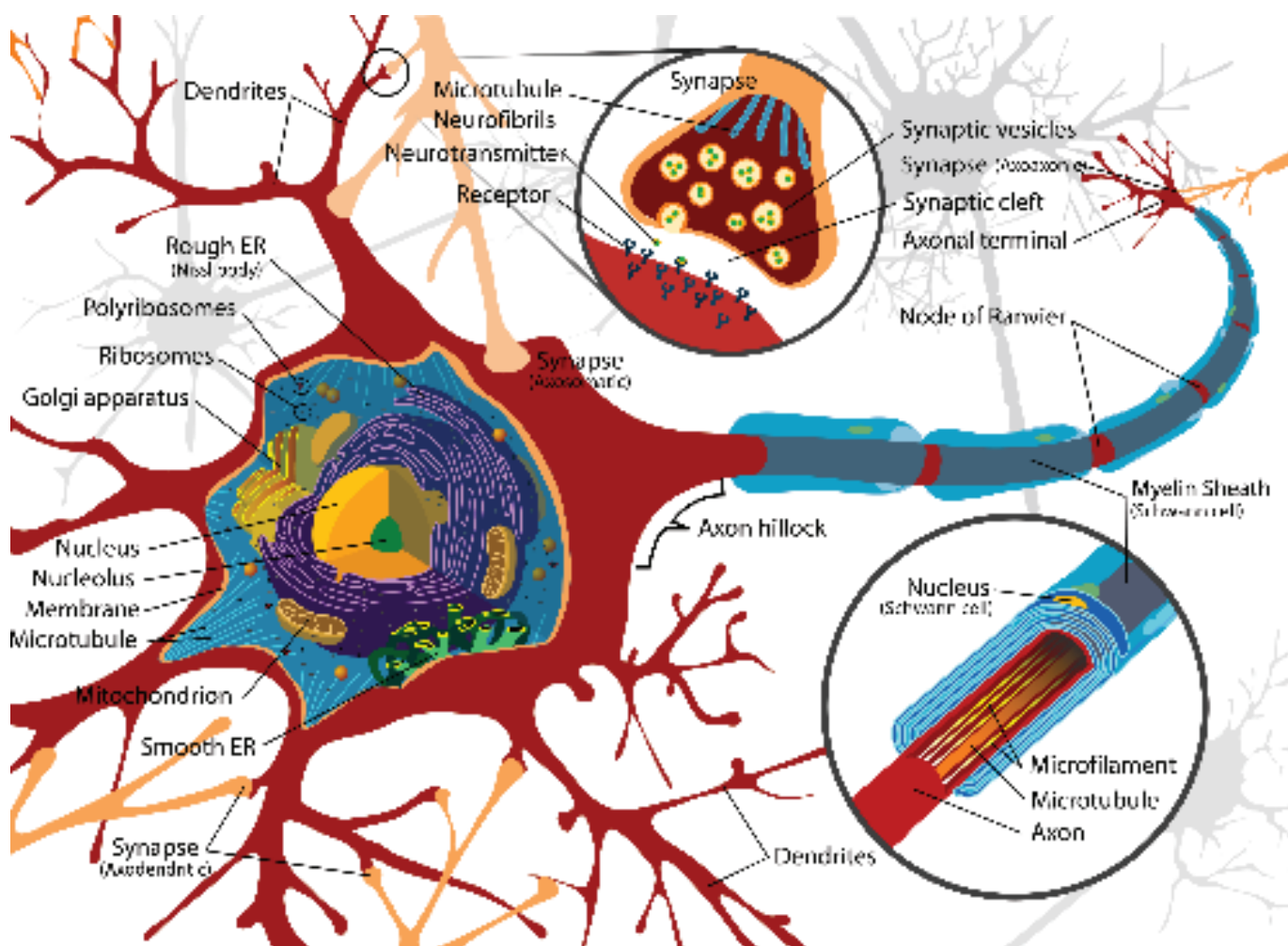
Nevroner fyrer korte elektriske pulser (på bare 1 millisekund) ved jevne mellomrom, og dette signalet blir ledet bort fra cellekroppen (soma) og utover i sin lange hale (aksonet) slik at et annet nevron får mottatt dette signalet (se figur). Nevroner fyrer ikke av seg selv, men som et resultat av innkommende ladningsstrømmer fra dens avgreinene koblinger (dendrittene) som til slutt terminerer hos andre nevroner. Nevronet fyrer ikke, de blir fyrt!

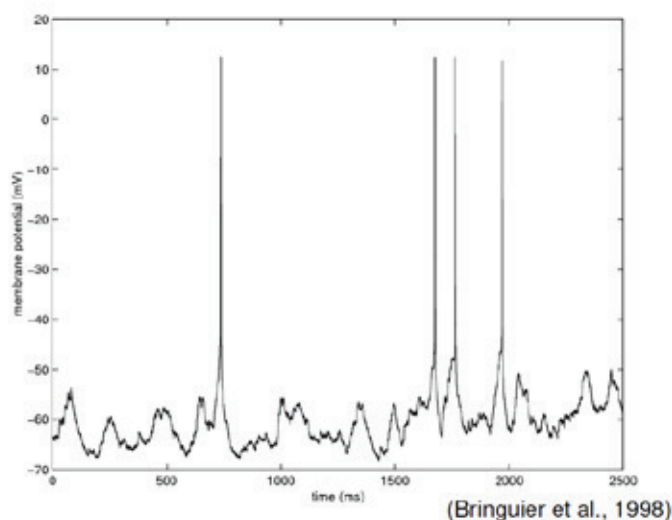
Nevronet har i hvileposisjon (når det ikke fyrer) et spenningspotensial på -70 millivolt i forhold til det ekstracellulære mediet som omringer nevronet. Det vil si at mediet rundt har et elektrisk potensial som er 70mV høyere enn nevrons

saken kort

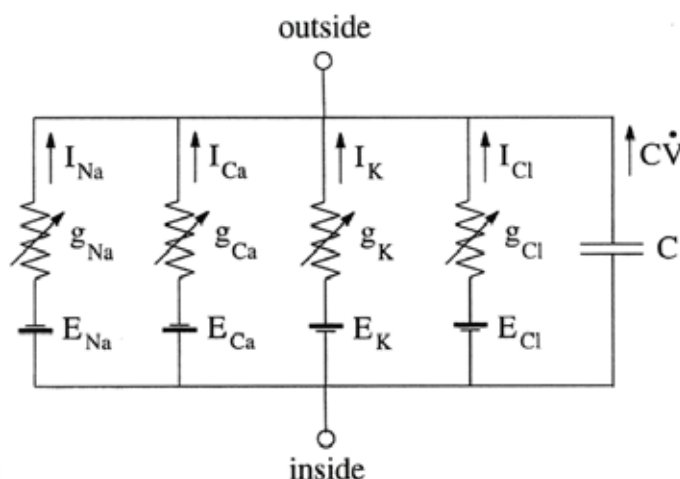
Dette er en populærvitenskapelig artikkel skrevet etter å ha studert «Computational Neuroscience» (FYS386) på Universitetet for Miljø og Biovitenskap (UMB). Hjernens kompleksitet vitner om et helt fantastisk design. Vi har her et ureduserbart komplekst system, hvor en rekke komponenter er helt kritiske og avhengige av hverandre.

kjerne. Som følge av innkommende ladning koblet gjennom såkalte synapser fra andre nevroner vil dette hvilepotensialet bli forøkt. Ved tilførsel av positiv ladning til kjernen vil det elektriske potensialet inne i cellekroppen øke. Det ligger en membran rundt cellekroppen som separerer ladningene fra omverdenen. Imidlertid er det ionekanaler, små poreformede åpninger i membranen, som kan åpne og lukke forbindelsen til utsiden (ved at proteiner krøller seg sammen eller løser seg fra hverandre) og hjelper dermed til med å stabilisere,





Signal - Tog



Elektrisk modell

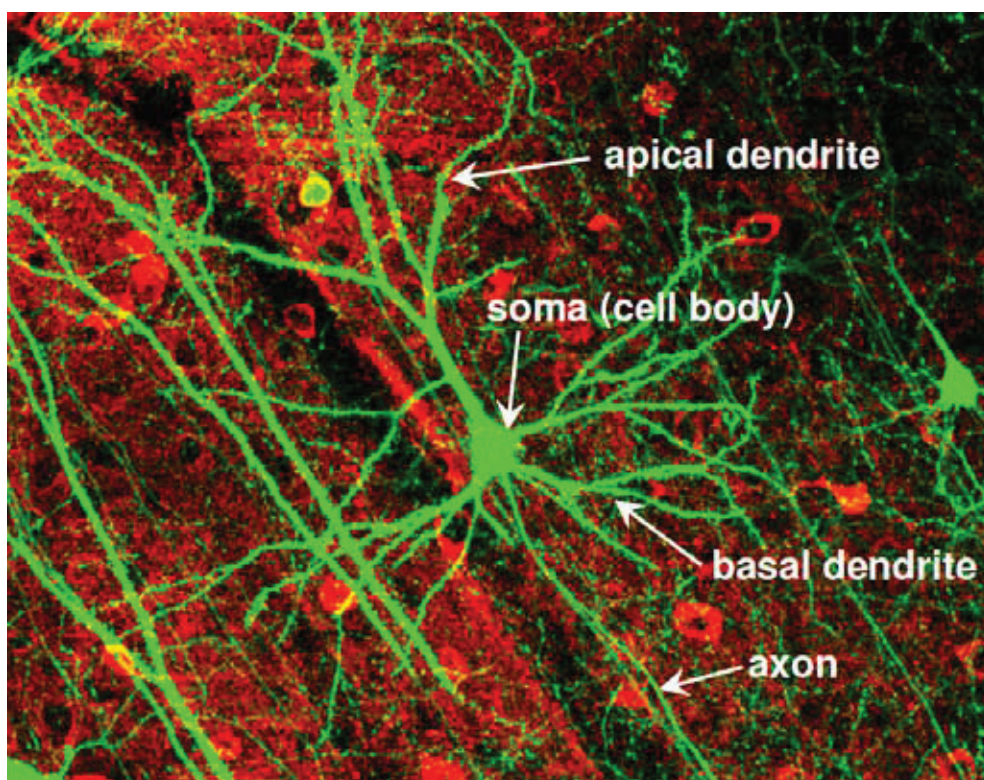
kontrollere, redusere eller forøke potensialet til nevronet. To av disse er stabiliseringskanaler og vil reagere dersom membranpotensialet øker for å deretter opprettholde hvilepotensial på -70mV (Kalium $^{+}$ - og Klor $^{-}$ -kanal). Dersom nevronet i en periode får økt sitt membranpotensial raskt over en eller annet terskelverdi (ca -50mV), vil to andre ionekanaler (dansk: ionkanaler) åpnes, noe som danner en liten spenningsstopp (se figur). Denne spenningsstoppen varer i cirka 1 ms og brukes til å fyre andre nevroner.

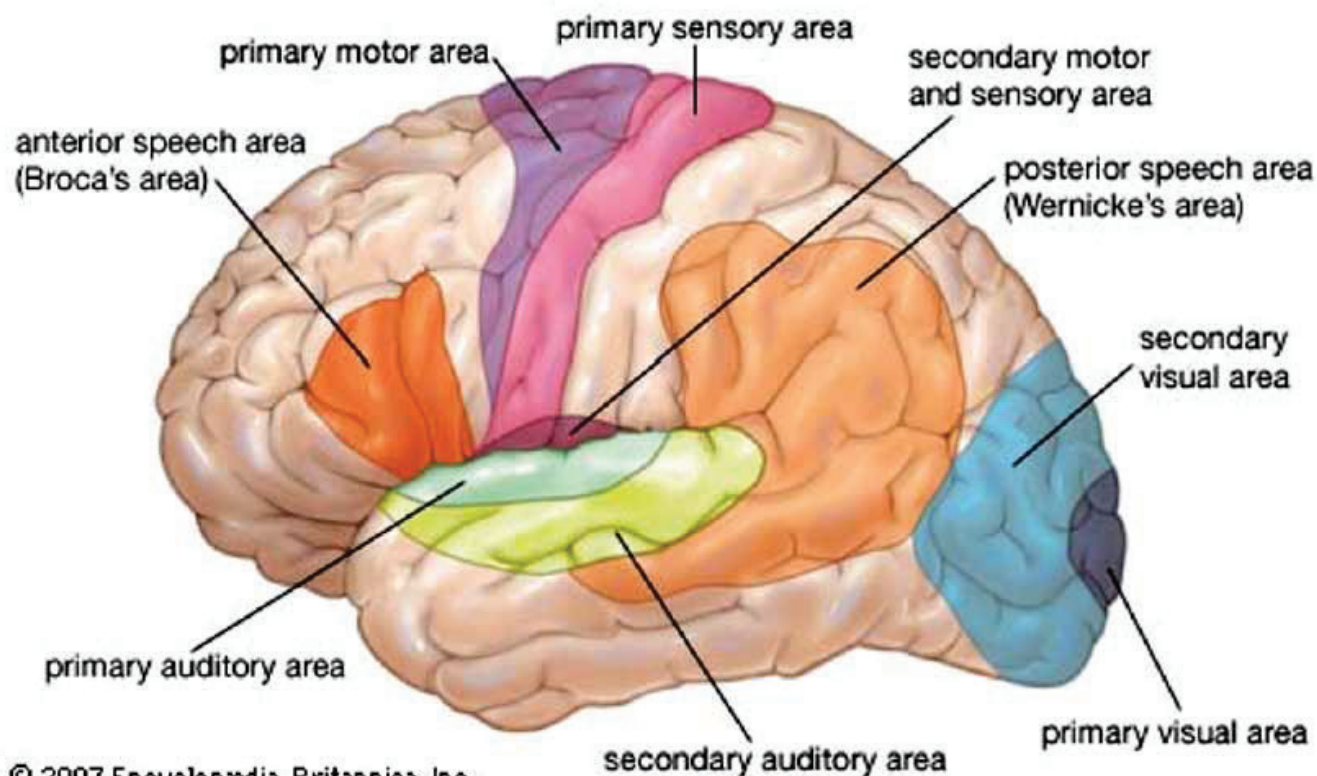
Signalbehandlingen i hjernen består i all hovedsak av elektriske signaler. Denne elektriske strømmen er ikke den samme som den "lette" elektronstrømmen vi finner i våre menneskeskapte kretser. I nevronene går den elektriske strømmen i form av "tunge" ioner, men ladninger er fortsatt i bevegelse, og de samme elektriske lovene inntreffer som i vanlige kretser.

Nevronets egenskaper er veldig likt det vi i signalteorien kaller et første ordens lavpassfilter bestående av variable motstander og en parallellkondensator (se elektrisk modell ovenfor). Ionekanalene oppfører seg som variable motstander. Dersom nevronet kommer over sin terskelverdi (ofte ca -50mV), vil natrium- og kalsiumkanalens elektriske motstand blir meget lav, og deres kjemiske potensialer (modellert som batterier) vil derfor påtrykke en stor elektrisk strøm til innsiden av nevronet. Denne ladningsstrømmen vil begynne å opphøpe seg inni membranen, og ladningene holdes på plass ved hjelp av membranens kapasitive egenskaper. Membranen er enkelt sagt en elektrisk kondensator!

En stadig økende populasjon av positive ladninger (ioner)

inne i nevronet vil øke spenningen fra -50mV til rundt $+10$ til $+20\text{mV}$ (se figur). Mens potensialet inne i nevronet øker, vil kalium- og klorkanalen begynne å åpne seg da deres ledningsevne også er spenningsavhengig. Disse kanalene har motsatt polaritet på sitt kjemiske potensial (se batteri i figur) og vil derfor begynne å tømme nevronet for positiv ladning ved å sende inn negative ioner (Cl^{-}) samtidig som de tømmer for positive ioner. Proteinkanalene for kalium og klor reagerer saktere enn de to andre kanalene, og det høye potensialet inne i nevronet vil derfor kunne eksistere i en liten tidsperiode før det kverkes. Uten denne tidsforsinkelsen hadde ikke et eneste elektrisk signal i hjernen vært mulig! Denne finstemte forsinkelsen mellom proteinene forteller om et ufattelig design. I løpet av den korte forsinkelsesperioden hvor nevronet har høy spenning, vil den via sitt akson eksitere en kjemisk synapse





© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

som er koblet til et annet nevron. Synapser reagerer kjemisk på dette potensialet og omsetter dette i en netto positiv ladningsstrøm inn i et annet nevron, noe som vil øke sannsynligheten for at nettopp dette nevronet vil fyre de nærmeste millisekundene.

Informasjonsbehandlingen i hjernen ligger ikke i pulsene som propagerer mellom nevronene, men i tiden mellom dem. På denne måten "tikker" nevronene som klokker, og deres tog

av pulser vil føre til at også andre nevroner fyre i bestemte togstrukturer, som igjen påvirker en helt annen populasjon av nevroner, kanskje et helt annet sted i hjernen.

Hjernens kompleksitet vitner om et helt ubeskrivelig design. Vi har her et ureduserbart komplekst system hvor en rekke komponenter er helt kritiske og avhengige av hverandre. Fjerner man en komponent, får det kritiske følger for resten av komponentene, og hjernens funksjon som helhet blir borte.

Komponent	Funksjon
Membran	Separerer ladningen fra det ekstracellulære mediet og lager kapasitive egenskaper.
Dendritter	"Treformet" struktur som tar inn inngangssignaler fra 20 000 andre nevroner og samler dem til ett punkt.
Glia	Opprettholder et stabilt potensial i det ekstracellulære mediet og dens distribusjon av ioner.
Eksitatoriske ionekanaler (Na ⁺ , Ca ²⁺ etc.)	Åpnes dersom membranpotensialet forårsaket av innkommende ladninger kommer over en viss terskelverdi. Dette fører til at nevronet fyre en utgangspuls.
Innhibitoriske ionekanaler (K ⁺ , Cl ⁻ etc.)	Disse polariserer vekk potensialet som de eksitatoriske kanalene forårsaker, slik at de stenges. I tillegg opprettholder de et hvilepotensial på -70mV ved normale forhold.
Synapser	Kobler sammen nevronets utgang med andre nevrons dendritter. Disse omvandler fyringer av potensial til ladningsdistribusjon inn i nevronet.

I det daglige liv kan vi ta andre analogier til dette ureduserbare systemet vi finner i hjernen. For eksempel i en musefelle. Denne består av følgende:

Komponent	Funksjon
Plattform	Holder alle deler sammen
Fjær	Danner potensiell energi
Utløser	Danner kinetisk energi
Hammer	Deformerer legemet

Du lurer kanskje på hva akkurat disse tingene har med darwinismen å gjøre? Darwinismen er troen på molekyler til menneske-evolusjon. Evolusjon blir egentlig bare et "retorisk" ord. Det er ingen vits å spørre: "Tror du på evolusjon?" Evolusjon betyr forandring. Det er observert både mikro- og makroevolusjonære forandringer, så det er ingen debatt rundt dette temaet. Problemet er at disse forandringene går i feil retning. De går i helt feil retning av det den darwinistiske hypotese forutsier. Hva da med slike ureduserbare systemer som er beskrevet ovenfor? Hvordan kan darwinismen forklare en gradvis tillegging av nye "deler"? Svaret er at det kan ikke darwinismen! Alle delene må være til stede for at systemet skal fungere!

Et vanlig darwinistisk svar til dette ville vært at darwinismen benytter seg av noe man kaller for "forhåndstilpasninger". Det vil si at molekyllære deler som verken har en overlevelseshfordel eller overlevelseshulempa for organismen, vil

bli værende i organismen. Deretter vil en tilstrekkelig mengde av slike "nøytrale" deler finne ut at de passer sammen og danne et ureduserbart system. Denne tankegang får nesten darwinismen til å se ut som en "tenker". En person som samler på deler for å så vente på at de riktige delene skal formes. Vi kan teste denne typen hypoteser ved å gjøre forsøk på våre "forfedre" bakteriene. Forsøk på denne viser at naturlig utvalg hele tiden vil selektene bort den genetiske informasjonen som ikke er nødvendig i det gitte miljø. Vi ser at naturlig utvalg som i utgangspunktet skulle være en mekanisme for darwinismen, har blitt en begrensning! Da må man huske på at naturlig utvalg på ingen måte er en skapende prosess, men heller en bevarende prosess.

Som avslutning går det an å poengtere mutasjoners påståtte "tilføring" av informasjon til levende organismer. Mutasjoner er i all hovedsak permanente forandringer i DNA-stigen. De forekommer med et gjennomsnitt på en per ti millioner duplikasjoner av et DNA-molekyl. Du trenger mange relaterte mutasjoner for å kunne forklare en helt ny ikke tidligere eksisterende struktur. Sannsynligheten for bare to relaterte mutasjoner er en timilliontedel multiplisert med en timilliontedel! Som du ser, er det seriøse matematiske utfordringer knyttet til at tilfeldigheter kan forklare tillegging av helt ny informasjon til genomet. Det blir fort veldig mye vanskeligere når du innser faktumet at de harmfulle mutasjonene opptrer 1000 ganger oftere enn de hjelpfulle. Men kan mutasjoner med overlevelseshverdi likevel forklare tillegging av helt ny informasjon? Bakteriers resistens til antibiotika har overlevelseshverdi, men fjerner likevel livsviktig informasjon (blant annet noe av bakteriens evne til å ta til seg næring). Noe så komplekst som en hjerne kan neppe bli til ved tilfeldige komponenter! ■



Biofysiker dr. Lee Spetner, John Hopkins University: "Alle punktmutasjoner som er studert på molekylært nivå, viser seg å redusere den genetiske informasjon og ikke øke den".



Informasjonsviter dr. Werner Gitt, German Federal Institute of Physics and Technology: "Informasjon er en kodet, symbolsk representasjon av et budskap som inneholder forventet handling og hensikt. Det finnes ingen kjent naturlov, ingen kjent prosess og intet kjent hendelsesforløp som kan gjøre at informasjon oppstår ved seg selv i materien".