

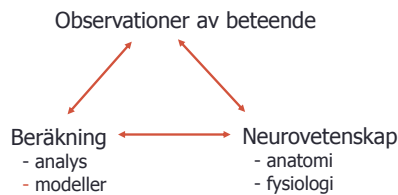


## Tre beskrivningsnivåer (Marr, 1982)

- Beräkningsnivå (beteende)
  - Vad som beräknas (ex. fokusering av uppmärksamhet)
- Algoritm nivå (mekanismer)
  - Hur det beräknas (ex. släpp nuvarande fokus, flytta, fokusera)
- Implementationsnivå (våtvara, mikroprocesser)
  - När och hur olika delprocesser utförs (ex. aktivering samtidigt med avaktivering—ömsesidigt beroende)
  - Inverkar på övriga nivåer!

Symboliska modeller

## Kognitiv neurovetenskap (≈ trebent stol)

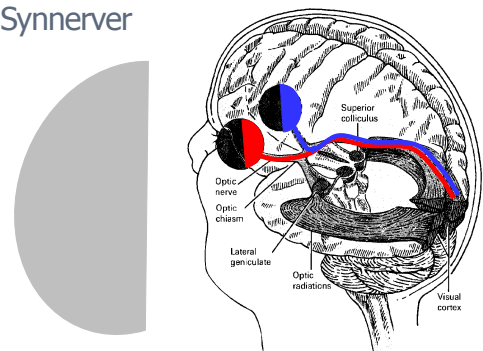


## Översikt

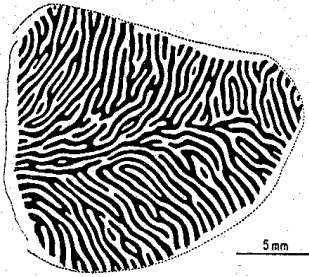
- Insikter i hur hjärnan arbetar
- Tävling mellan olika bearbetningssätt
  - Relaterar till uppmärksamhet
  - Finns alternativa vägar efter hjärnskada
- Förhandling mellan olika processer
- Snabb och gissningsartad bearbetning
  - Säkrare bearbetning tar extra tid (inte alltid möjligt)
  - Reaktionsid beror på var tröskeln sätts

## Exempel: det visuella systemet

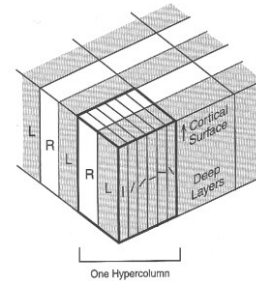
## Synnerv



## V1: Högra/vänstra ögat



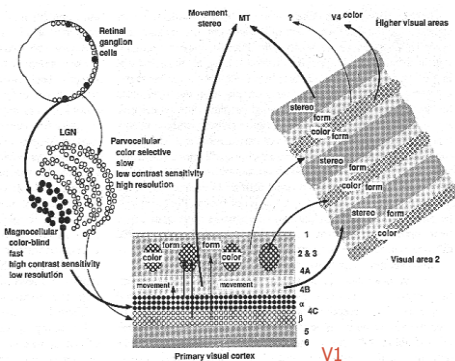
## Hyperkolumner i V1 (förenklad bild)



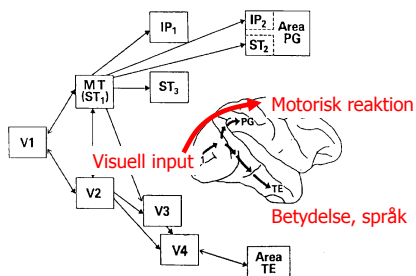
## Tvärsnitt av hjärnbarken



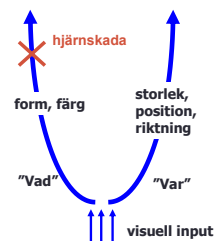
- 1: axonknippe
- 2: mellanlager
- 3: mellanlager
- 4: input
- 5: output
- 6: output



## Starkt förenklad bild



## Visuella systemet



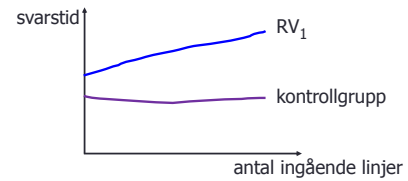
- Antag hjärnskada på Vad-kanalen
- Hur påverkas objektigenkänning?
  - Långsammare?
  - Inte alls?
- Kan andra kanalen kompensera för skadan?

## Fallet med patient RV

- Mindre skada i vänstra temporalloben (dvs. sent inom "vad"-kanalen i visuella systemet)
- Testades på enkel objektigenkänning



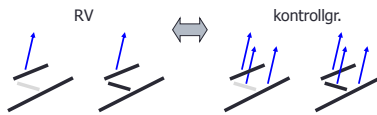
## Experiment 1



- Avvikande svarstid för  $RV_1$
- Ökar med antal ingående linjer (särdrag)

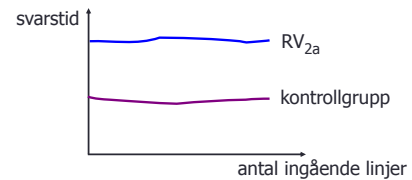
## Tolkning

- $RV_1$  tyder på skadad särdragskodning
- Seriell kompensationsstrategi
  - HYP: Någon form av parvis jämförelse mellan linjer i de två figurerna?



## Experiment 2a

- Rutnätet togs bort
- Konstant, dock längre svarstid  $RV_{2a}$

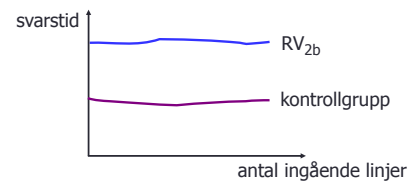


## Tolkning

- Inte *alltid* seriell jämförelse
- Ursprungligt område kanske inte helt utslaget, utan bara nedsatt förmåga (RV:s svarstid var ju generellt längre)
- Lätt att överbelasta (med de extra stömlinjerna), och **då** tar RV till seriell strategi
- Öka *antal ingående linjer* för att lura fram seriell strategi

## Experiment 2b

- Störande linjer lades till som *inte* bildade rutnät
- Konstant tid ( $RV_{2b}$ )!



## Tolkning

- RV<sub>2b</sub> tyder nu på parallell bearbetning...
- Svårt att förstå vad som händer...
- Utan rutnät parallell, långsam bearbetning
- Med rutnät seriell, snabb bearbetning

## Normalt: överlappande beräkning



- Tävling mellan de två kanalerna
- Vad-kanalen *normalt* snabbare på form-igenkänning, därför dess svar som används
- Ger konstant snabba svarstider normalt
- Var-kanalen tar längre tid, ju fler objekt som ska knytas till plats
- Hjärnskadan har rubbat balansen mellan dessa två system

## Slutsats

- Hjärnskada ger oftast inte total utslagning
  - Samma funktion, men långsammare bearbetning
    - Ger samma "lutning" på svarstider som normalt, men "förskjutet i höjdlid"
- Skador kan dock förändra balansen mellan tävlande processer
  - För RV har "var"-kanalen nu större chans än normalt att vinna, *förutsatt att rutnätet finns som stöd*
  - Ger lutande svarstid, dock snabbare än skadade vad-kanalen...

## Lärdom: Redundant beräkning

- Hjärnan använder redundant beräkning
  - Ger större robusthet
- Intern tävling mellan alternativa sätt att beräkna
- Obs! Mekanismer som underlättar aktivering gör bearbetningen snabbare och kan indirekt avgöra tävlingen mellan processer
  - Ex. koncentrationsgrad, dvs. *uppmärksamhet*

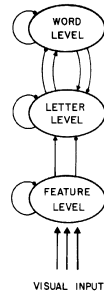
## Interaktiv aktivering

## Utgångsexperiment

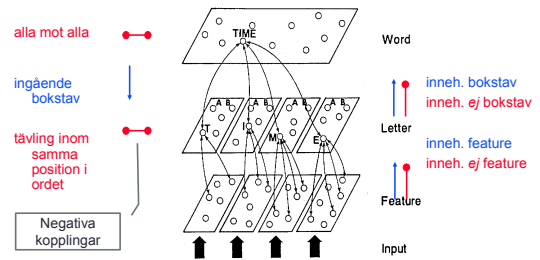
|        |      | mask |             | % korrekt    |
|--------|------|------|-------------|--------------|
| exp 1: | work |      | k eller d ? | <i>hög</i>   |
| exp 2: | k    |      | k eller d ? | <i>medel</i> |
| exp 3: | rvpk |      | k eller d ? | <i>låg</i>   |
|        |      |      | tid →       |              |

## Modell för läsförståelse

- Kombinerar info från
  - Visuellt input
  - Bakgrundskunskap
    - Lexikon, ordfrekvens
    - Bokstävers visuella särdrag
- Ord börjar aktiveras innan alla bokstäver har känts igen
- Möjliga ord och bokstäver beaktas parallellt



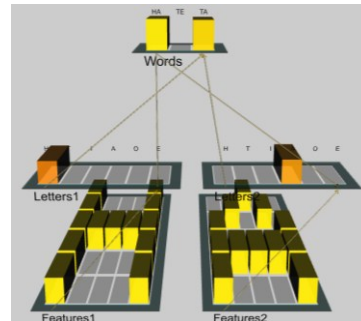
## IA-arkitekturen



## Påverkan från kontexten

- Kontext = ord från ett lexikon
- Ger positiv feedback till bokstavslagret
  - Röstar fram bokstäver (svar)
- Ger negativ feedback till bokstäver som inte ingår
  - Undertrycker alternativa bokstäver
- Ger negativ signal till konkurrerande ord
  - Försvarar indirekt för alternativa bokstäver

## Förenklad variant av modellen

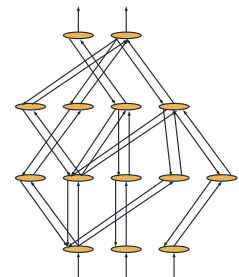


## Beräkningsegenskaper

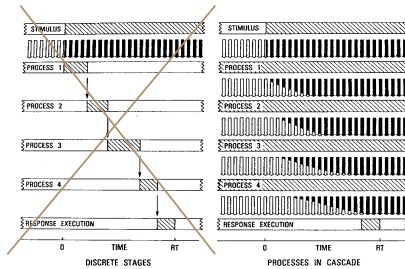
- **Information flyter konstant i systemet**
  - En nod repr. hypotes om input
  - Nodens output beror på om förändring i input ökar eller minskar tron på hypotesen
  - Nodens tillstånd repr. minne för det stöd som ackumulerats
- **Beräkning går ut på att hitta aktiverings-mönster som alla noder är "överens om"**
  - 'Parallel constraint satisfaction'

## Interaktivitet i ett återkopplat system

- En hierarki av parallella processer
- Top-down och bottom-up bearbetning samtidigt
- Ex. Information om situationen medverkar i språkförståelse



## Beräkning i kaskad

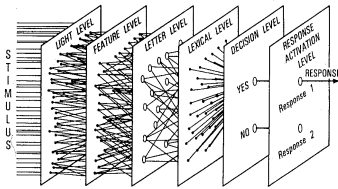


## Mänsklig info.beräkning

- Aktiveringsflöde som i ett vattenfall (kaskad)
- Alla processteg blir aktiva nästan samtidigt
  - Svårt att säga vilken process som blev aktiv först
- Interaktivt nät (dvs. har bakåtkopplingar)
  - $p_2$  kan ligga efter  $p_1$  i nätet, men hinner ändå påverka  $p_1$  (och därmed sin egen input)
- Beräkning genom ömsidig förhandling mellan processtegen
  - Parallell 'constraint satisfaction'

## 1. Parallell bearbetning av olika input

- Arbetet delas upp, sker parallellt
- Snabbare beräkning



## 2. Parallell beräkning av processteg:

### Beräkning i kaskad

- Information flyter **alltid** i systemet
- Så fort förändring i input, så fortplantas denna
- Kan ge snabbt svar, kan också vänta...

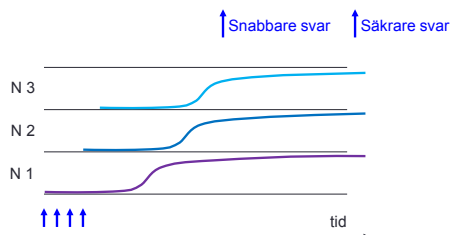
Snabb, men osäker beräkning



Avvägning mellan svarstid och risk för fel

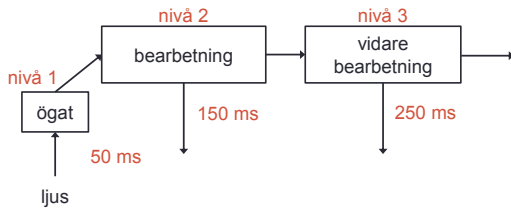
Långsam och säker beräkning

## Beräkning i kaskad



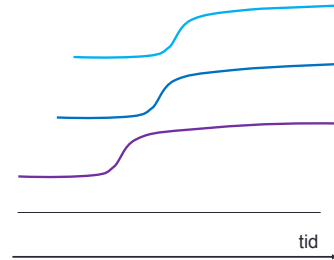
## En annan grundläggande insikt

## Tidsmätningar inom kognitiv psykologi



- Total tid = 50 + 150 + 250 ms = 450 ms
- Eller...?

## Kan simulera aktiveringsutveckling



## Uppmätta tider i hjärnan tjugo år senare

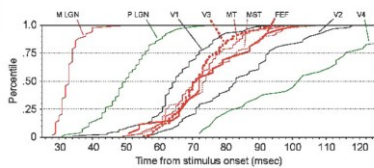
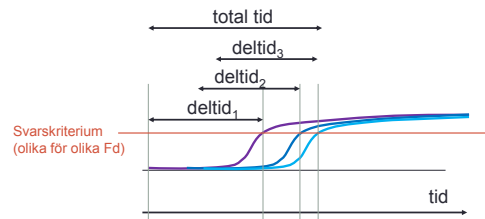


Figure 24. Onset latencies. Cumulative distributions of visually evoked onset response latencies in the LGN, striate and extrastriate areas as labelled. Percentile of cells that have begun to respond is plotted as a function of time from stimulus presentation. The V4 curve is truncated to increase resolution of the other curves: the V4 range extends to 159 ms. From Schmolesky et al. (1996).

## Kan simulera aktiveringsutveckling

- De olika beräkningsstegen pågår samtidigt (med minimal tidsförskjutning)!
- Påpekades redan på 80-talet av modellerare

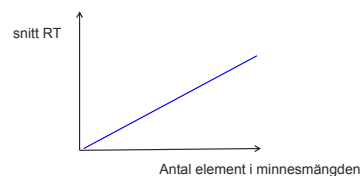


## Slutsats

- Kan inte dela upp total RT i deltider
  - Dvs. deltider går inte att addera för att få total RT
- RT påverkas dessutom av 'time vs. accuracy trade-off'
- Så, vad säger total RT om de ingående processerna?
- RT belyser oftast den *långsammaste* ingående processen, inte summan av processerna

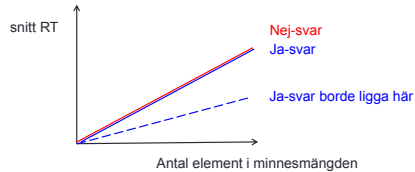
## RT ökar med antal ...

- Tyder ökande RT på seriell strategi?



## Ett exempel

- Experiment på sifferigenkänning (Robert Sternberg)
- Fd visas en serie med siffror (en i taget)
- Visas sedan en testsiffra: Fanns siffran med eller inte?
- RT ökar linjärt med antal siffror som måste sökas igenom i minnet



## Sternbergs slutsats

- Eftersom linjärt ökande RT
  - Fd kör seriell genomsökning av minnesmängden, dvs. jämför testsiffran med en lagrad siffra i taget
- Eftersom samma lutning på ja-svar och nej-svar
  - Fd kör *uttömmande* seriell sökning, dvs. fortsätter söka efter att ha hittat den sökta siffran

## Alternativ tolkning

- Parallell sökning
- Enligt senaste modelleringsförsöken
  - Större osäkerhet i om det är korrekt matchning, så tiden ökar ju fler alternativ att beakta (parallellt)
    - Långsammare aktiveringsutveckling, ju fler konkurrenter
  - Därav linjär ökning av RT med antal element att matcha mot

## Sammanfattning

- Om man vill förstå kognition är det viktigt att ta hänsyn till hjärnans sätt att arbeta
- Biologiskt plausibla modeller ger nya insikter
  - Ofta flera sätt att beräkna, lite olika syften med beräkningarna
    - Tävlning ('race') mellan alternativa beräkningar
  - Kognition bygger på samtidig bottom-up och top-down bearbetning (parallel constraint satisfaction)
  - Delberäkningstider kan inte adderas eller subtraheras!
  - Avvägning mellan snabbt och rätt