



Introduktion till språkteknologi – språk och kognition

We have made little headway in computational psycholinguistics, which to me has always been the nub, the center, the thing that computational linguistics stood the greatest chance of providing to humanity. To build models of language that reflect in some interesting way on the ways in which people use language. There has been some wonderfully interesting work on such matters, but not nearly enough. I am sorry that it has not been pursued as earnestly as I think it could but it is a difficult field and perhaps that is enough reason in itself.

Martin Kay, Lifetime achievement award acceptance speech,
Association for Computational Linguistics 2005

Mattias Nilsson

mattias.nilsson@lingfil.uu.se



Psykolingvistik

Centrala frågeställningar:

- Hur förstår människor språk?
- Hur producerar människor språk?
- Hur lär människor sig språk?

Vilka *kognitiva processer* möjliggör språkförståelse, språkproduktion och språkinlärning?



Experimentell psykolingvistik

- Kontrollerade experiment; observation av stimuli-responsbeteende
- Reaktionsid (RT) är en central variabel: uppmätning av tiden mellan det att ett lingvistiskt stimuli presenteras och personens reaktion på detta stimuli. RT mäts i millisekunder
- Reaktionsid antas reflektera kognitiv processtid, dvs. tid för ordigenkänning, syntaktisk parsning etc.
- Hypoteser om språkprocesser ställs utifrån förhållandet mellan stimuli och reaktionstiden



Kognitiv modellering

Syfte: formulera matematiska modeller av de kognitiva processer som antas ligga till grund för språkanvändning. Experimentell evidens kringskar modellernas utformning.

En modell kan implementeras i form av datorprogram som simulerar någon form av mänsklig språkprocessning

Modellen utvärderas med avseende på hur väl den simulerar eller förutsäger experimentell data



Experimentella tekniker

Event-related potentials (ERP)

- Elektrofysiologiska korrelerat till neurala processer i hjärnan
- Med hjälp av elektroder som fästs i hårbotten mäts den elektrofysiologiska aktiviteten i hjärnan under tiden stimuli presenteras.
- Ger en detaljerad bild av lokaliserade aktivitetsmönster i hjärnan från det att ett ljud eller ord når innerörat tills dess att försökspersonen uppfattat innebörden i ljudet/ordet.



Experimentella tekniker

Event-related potentials (ERP) (forts.)

- P400-effekt:

En stark semantisk avvikelse ger lokaliserat utslag ca. 400 msek. efter avvikelsern, i förhållande till en neutral kontrollmening

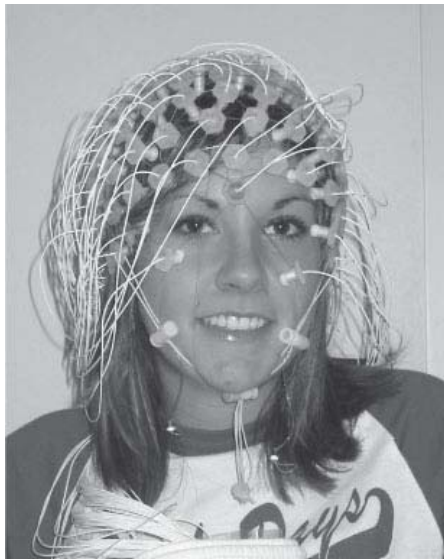
- N600-effekt:

En stark syntaktisk avvikelse (grammatiskt fel) ger lokaliserat utslag ca. 600 msek. efter avvikelsern, i förhållande till en neutral kontrollmening



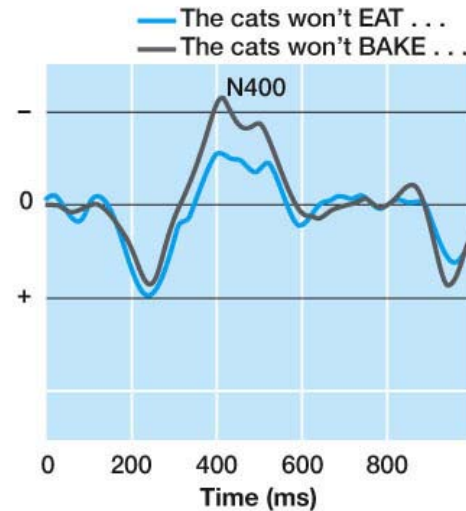
Experimentella tekniker

Event-related potentials (ERP) (forts.)

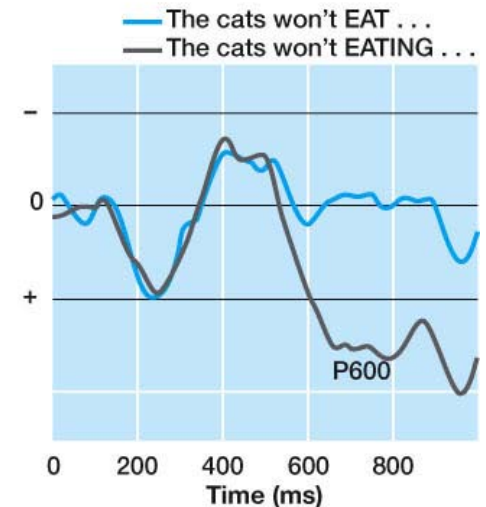


(a)

© 2007 Thomson Higher Education



(b) How semantics affects N400



(c) How syntax affects P600

(a) Person wearing electrodes for recording of event-related potential. (b) The N400 wave of the ERP is affected by semantics. It becomes larger (dark line) when the meaning of a word does not fit the rest of the sentence. (c) The P600 wave of the ERP is affected by syntax. It becomes larger (dark line) when syntax is incorrect. (From Osterhout et al, 1997.)



Experimentella tekniker

Eye tracking

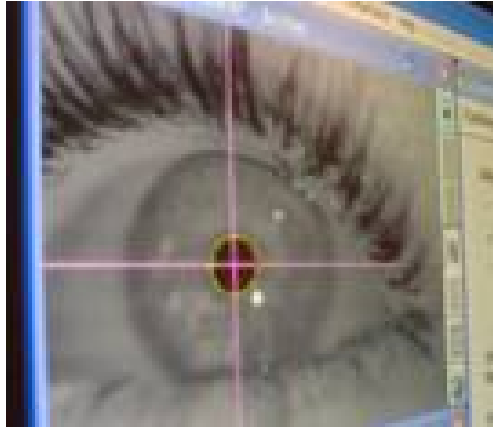
- Inspelning av ögonrörelser under tiden stimuli presenteras, t.ex. vid läsning av en text
- Två typer av information registreras i detalj:
 1. Vilka ord som fixeras med blicken
 2. Hur länge varje ord fixeras
- Den tid som ett ord fixeras antas delvis motsvara den tid det tar att kognitivt processa ordet
- Strong eye-mind assumption [Just & Carpenter 1980]:

“There is no appreciable lag between what is fixated and what is processed”



Experimentella tekniker

Eye tracking



DANS, KÖN OCH JAGPROJEKT

På jakt efter ungdomars kroppsspråk och den "synkretiska dansen", en sammansmältning av olika kulturers dans, har jag i mitt fältarbete under hösten rört mig på olika arenor inom skolans värld. Nordiska, afrikanska, syd- och östeuropeiska ungdomar gör sina röster hörda genom sång, musik, skrik, skraff och gestaltar känslor och uttryck med hjälp av kroppsspråk och dans.

Den individuella estetiken framträder i kläder, frisyrer och symboliska tecken som förstärker ungdomarnas "jagprojekt" där också den egna stilen i kroppsrörelserna spelar en betydande roll i identitetsprövningen. Upphållsrummet fungerar som offentlig arena där ungdomarna spelar upp sina performance-liknande kroppsspråk.

An example of fixations and saccades over text. This is the typical pattern of eye movements during reading. The eyes never move smoothly over still text.



UPPSALA
UNIVERSITET

Språkförståelse

Central frågeställning:

Hur kan den mänskliga hjärnan avkoda språkliga meddelanden så effektivt som den gör?

Delproblem:

Hur avkodas den syntaktiska strukturen (parsning)?

Hur avkodas det semantiska innehållet?



Om mänsklig parsning

En vanlig metod för att studera hur den mänskliga parsningsmekanismen fungerar är att studera extremfall där parsningen faktiskt misslyckas

Det är möjligt att "framkalla" sådana extremfall med vissa typer av språkkonstruktioner och sedan studera eller mäta de empiriska effekterna med t.ex. ERP eller eye-tracking



Garden path sentences

Vad är en "*garden path sentence*"?

En mening som innehåller en lokal grammatisk flertydighet där människor oftast väljer fel grammatiska analys.

Som konsekvens därav blir meningen svårbegriplig.

Detta manifesteras empiriskt i exempelvis eye-tracking med bakåtgående ögonrörelser till tidigare ord i meningen samt allmänt längre fixationstider



UPPSALA
UNIVERSITET

Exempel

The _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **girl** _____ _____ _____ _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **told** _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **the** _____



UPPSALA
UNIVERSITET

— — — — **story** —



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **cried**



UPPSALA
UNIVERSITET





UPPSALA
UNIVERSITET

The _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **old** _____ _____ _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **man** _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **the** _____

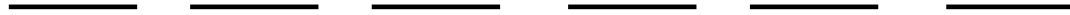


UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **boats**



UPPSALA
UNIVERSITET





UPPSALA
UNIVERSITET

John _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **said** _____ _____ _____ _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **Bill** _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ will _____



UPPSALA
UNIVERSITET

_____ **die** _____



UPPSALA
UNIVERSITET

— — — — — **yesterday**



Fler exempel:

Since John always jogs a mile seems short.

After the student moved the chair broke.

While she was knitting the sock fell.

The horse raced past the garden fell.

Några svenska exempel:

Poliserna lurade på bytet åkte hem.

Jag vet vem du menar säger så.

Han gav en bok till samma titel.

Ordföranden för Kommunal bakom ljuset.

Pojken bet hunden inte.



Garden-pathing och mänsklig parsning

Vad säger garden-path-meningar om mänsklig parsning?

Avkodningen sker omedelbart, ord för ord: vi väntar inte tills slutet av en mening innan vi börjar tolka den

Det tycks finnas vissa strukturella principer för hur parsningen bygger syntaktisk struktur:

- Minimal attachment
- Late closure



Minimal attachment

Bygg den enklast möjliga strukturen

Vi väljer att göra den grammatiska analys som innehåller minst antal noder (i ett frasstrukturträd), allt annat lika.

The girl told the story cried

Den felaktiga avkodningen där verbet '*told*' analyseras som huvudverb innehåller färre noder än den korrekta analysen (där '*told the story cried*' är en reducerad relativsats).



Late closure

Bygg inte nya noder i onödan

Vi avkodar en ny frasnod som del av den aktuella konstituenten (den som är under uppbyggnad), allt annat lika:

1. *John said Bill died yesterday*
2. *# John said Bill will die yesterday*



Kognitivt arbetsminne och språkprocessning

Med det kognitiva arbetsminnet avses den minneskomponent där det "omedelbart nära" lagras i medvetandet

Vi använder arbetsminnet till exempel i en situation där vi hör en rad siffror och sedan genast ombeds upprepa dem

Man tror att ordbetydelser lagras i ett långtidsminne där de hämtas under parsning, och sedan sätts samman i arbetsminnet under den syntaktiska processen



Minne och mänsklig parsning

En del meningar som inte är flertydiga är ändå svåra att förstå:

Råttan pep.

Råttan som katten fångade pep.

Råttan som katten som hunden jagade fångade pep.

Råttan som katten som hunden som pojken visslade på jagade fångade pep.

Vad gör mening 3 och 4 obegripliga?



Minne och mänsklig parsning

Man menar att svårigheten med dessa satser beror på människans begränsade arbetsminne

Man antar att inbäddade strukturer av detta slag kräver större minnesutrymme än vad som finns tillgängligt

Tre (resp. fyra) på varandra följande substantiv utan verb måste hållas aktuella innan vi kan föra verben till dess substantiv.

I de fall vi inte behöver hålla en mängd substantiv i minnet så blir det heller inga problem med begripligheten:

Hunden jagade katten som fångade råttan som pep.

Pojken visslade på hunden som jagade katten som fångade råttan som pep.



Minne och mänsklig parsning

Flera studier visar att det tar längre tid att läsa mening 1 jämfört med 2:

1. The reporter who the senator attacked admitted the error
2. The reporter who attacked the senator admitted the error

Möjlig förklaring: I mening 2 behöver vi aldrig hålla mer än ett substantiv (en nominalfras) i minnet åt gången.



Minne och mänsklig parsning

Vi tycks använda vårt kognitiva arbetsminne då vi avkodar grammatisk struktur. Detta minne rymmer endast lite information åt gången.

Svårbegriplighet uppstår när vi måste hålla flera konstituenten i arbetsminnet över längre tid.

Detta manifesteras empiriskt bl.a. i längre lästid och större hjärnaktivitet



Kritik mot rådande modeller av mänsklig parsning

Modellerna utgår från extremfall då parsningsprocessen misslyckas. Sådana typer av extremfall är dock mycket sällsynta i verkligt språkbruk.

Modellerna kan inte förklara det faktum att språkprocessning är korrekt, robust och effektivt under normala omständigheter.

En modell av språkprocessning bör inte utgå från patologiska särfall utan istället från det faktum att språkmekanismen är extremt effektiv i normalfallet .



UPPSALA
UNIVERSITET

Statistiska modeller av mänsklig parsning

Målsättning:

Bygg modeller som är effektiva och robusta i normalfallet men som avkodar fel på precis samma ställen som människor gör

Metod:

Korpusdata; statistisk parsning; mest sannolika avkodningen givet vår lingvistiska erfarenhet (korpusevidens)



Statistisk information influerar mänsklig språkprocessning

En erfarenhetsbaserad (sannolikhetsbaserad) modell kan förutsäga många empiriska effekter:

- Lågfrekventa ord i en mening fixeras längre tid än högfrekventa ord
- Ord som är relativt förutsägbara i en viss kontext fixeras kortare tid än mer oförutsägbara ord
- Korta, högfrekventa och förutsägbara ord i en mening fixeras ofta inte alls
- Lågfrekventa syntaktiska strukturer genererar ibland regressiva ögonrörelser till tidigare ord i meningen



Matematiska modeller av ögats rörelse vid läsning

Bakgrund:

Ögonrörelser uppfattas som en detaljerad reflektion av pågående kognitiva språkprocesser

Om vi kan simulera eller förutsäga människans ögonrörelsemönster vid textläsning fångar vi troligtvis också mycket av den språkliga process som ger upphov till dessa rörelser

Mål:

Givet en text som input till modellen, låt modellen förutsäga vilka ord som fixeras och under hur lång tid (i millisekunder), i nära approximation till mänskligt läsbeteende.

Utvärdera modellens läsögonrörelser mot riktig eye-tracking data



Matematiska modeller av ögats rörelse vid läsning

Två typer av modeller:

1. Perceptuella kontrollmodeller: ögonrörelser styrs främst av textens visuella egenskaper; ordens längd avgör lässtiden
2. Kognitiva kontrollmodeller: ögonrörelser styrs främst av språkliga processer; ordens relativa frekvens och förutsägbarhet avgör lästiden

Experimentell evidens: ögonrörelser styrs av en kombination av perceptuella och kognitiva faktorer



Kognitiva modeller och språkteknologi

På vilket sätt kan kognitiva modeller förbättra språkteknologiska tillämpningar?

Läsbarhet och begriplighet; uppskattning av texters svårighetsgrad, anpassning av texters innehåll och struktur till människans kognitiva förmåga och begränsningar

Effektiva parsningsmodeller; omedelbar avkodning av input

Tekniska stöd för människor med olika typer av språklig funktionsnedsättning, t.ex. läs-, skriv- och talsvårigheter, dyslexi, afasi, syn- och hörselnedsättningar