# IN1140: Introduksjon til språkteknologi

## *Forelesning #3*

Samia Touileb

Universitetet i Oslo

05. september 2019

# Tema for i dag

- Språklige data
  - Språk og hjerne
  - Korpusdata
- Ord
  - Morfologi
  - Morfemet
  - Orddannelse

# Språkteknologiske metoder

- Paradigmeskifter lingvistikk og datalingvistikk
- Rasjonalistene: teori-drevet, symbolske regel-baserte metoder
- Empiristene: data-drevet, statistiske metoder
  "big data"-disiplin
- 2000-taller –> empirisk revolusjon
- **Maskinlæring**
  - Datamaskiner kan lære fra data: fange opp mønstre og generalisere til nye eksempler

# Språklige data

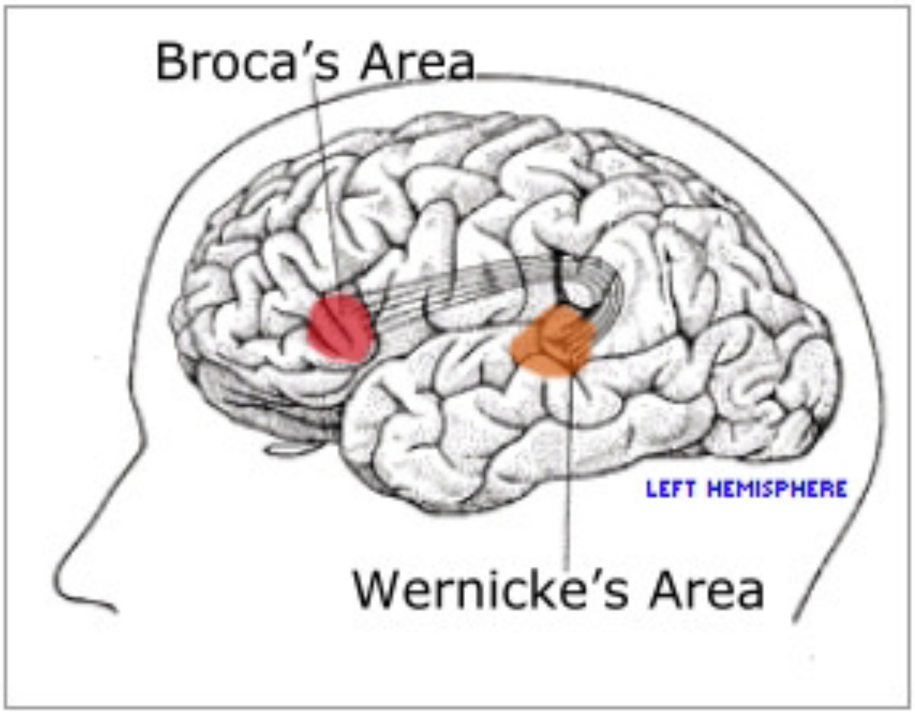
- Språkteknologi i 2019 er en data-drevet disiplin.
- Modellere språklig kunnskap
- Trenger språklige data
  - Introspeksjon
  - Faktisk språkbruk – korpusdata
- Språkteknologi: programmer som generaliserer over språklige mønstre
  - **Korpus**data helt sentralt!
- Menneskelig språkprossessering: hvordan modelleres språk i hjernen?

# Språk og hjerne

- **Neurolingvistikk** – lingvistisk fagområde som studerer de mekanismer i den menneskelige hjerne som kontrollerer språk (-forståelse, -produksjon og - tilegnelse)
- Prøver å lokalisere språk i hjernen, for å kunne forsto hvordan språket er prosessert og hvordan det er organisert.
  - Er all den lingivtsike kunskapen vi har i et sted, eller er det litt bredt utover hjernen?

# Hvor er språk lokalisert?

- Data fra atypisk språk
- Afasi
  - språkvansker etter hjerneskade
  - forskjellige typer avhengig av hvor skaden har oppstått



# Hvor er språk lokalisert?

## Brocas afasi

Ugrammatisk språk, problemer med forståelse av syntaktisk komplekse konstruksjoner

- *Yes... ah... Monday... er... Dad and Peter H... (his own name), and Dad.... er... hospital... and ah... Wednesday... Wednesday, nine o'clock... and oh... Thursday... ten o'clock, ah doctors... two... an' doctors... and er... teeth... yah*

# Hvor er språk lokalisert?

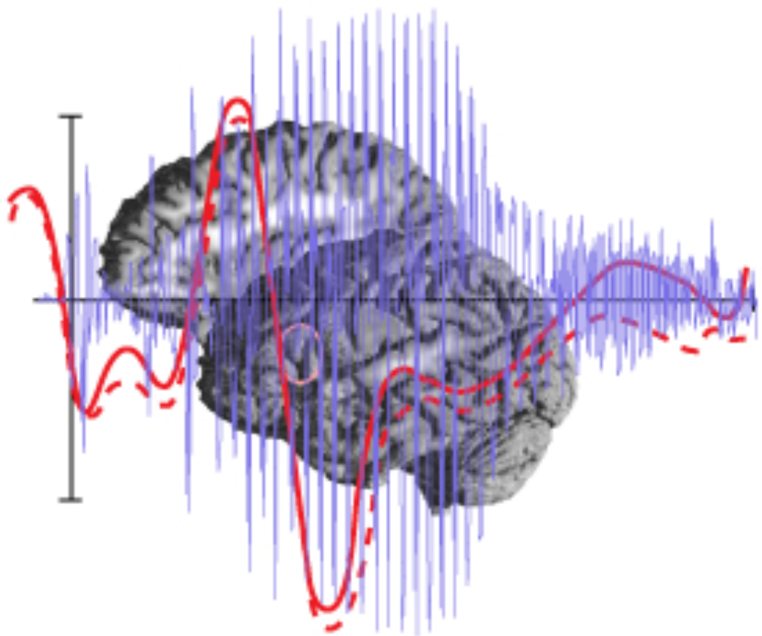
## Wernickes afasi

Semantisk usammenhengende, men stort sett syntaktisk korrekt

- *I felt worse because I can no longer keep in mind from the mind of the minds to keep me from mind and up to the ear which can be to find among ourselves.*

# Måling av aktivitet i hjernen

- Antagelse: syntaks (grammatisk struktur) og semantikk (betydning) er plassert på forskjellige steder i hjernen.
- Moderne teknologi (MRI, CT, ERP) kan gi et enda mer nøyaktig bilde
- Forandringer i hjerneaktivitet



# Språklige data: korpusdata

- Et korpus (tekstkorpus) er en strukturert samling tekster
- Elektronisk lagret
- Kan brukes til:
  - Empiriske data for lingvistiske studier (motsetning til introspeksjon)
  - Treningsmateriale for datalingvistiske modeller av språklige fenomener

# Språklige data: korpusdata

- Korpus laget for å representere et visst språk eller språklig variant
- Språklige data – to muligheter:
  1. Arkivere alle setninger i et språk: UMULIG
  2. Plukke ut et mindre utvalg ("sample") av språket: MULIG
- 2 er mulig men ikke trivielt
- Et korpus må konstrueres slik at det er representativit

# Et tenkt korpus for norsk

- Vi må inkludere forskjellige typer tekster:
  - Skrift og tale? [registere]
  - Fra forskjellige deler av landet? Et utvalg av dialekter? [regionale dialekter]
  - Kun fra 2000-tallet? Hva med 1990? Eller 1950? [tidsperioder]
  - Språk produsert av både menn og kvinner? Alle aldersgrupper, inkludert barn? Hva med utdanningsnivå? Sosial status? [demografi]
  - Skal vi inkludere nyhetsstoff? Hva med kronikker, romaner og e-post? Tegneserier og tekstmeldinger? [sjanger]

# Eksisterende korpuser

- (Forsøk på) representative korpuser for engelsk
  - British National Corpus (BNC), 100M ord (register, domene, forskjellige tidsperioder, sjanger, demografi osv)
  - American National Corpus, under bygging
- Store korpuser:
  - Gigaword ($\sim$1.7 milliarder ord, nyhetstekster)
  - Common crawl (3 milliarder websider)

# Eksisterende korpuser

- Korpuser for andre språk enn engelsk
  - Arabisk Gigaword
  - Chinese news
  - Norsk Aviskorpus
    - norske nyheter 1998-2014
    - ca. 1.5 millarder ord
  - NoWaC ("Norwegian Web as Corpus")
    - web-dokumenter fra .no-domener
    - ca 700 millioner tokens
  - NoTa-korpuset
    - transkripsjoner av samtaler og intervju fra informanter født og oppvokst i Oslo-området, transkribert tekst og tale
    - søk her: `http://www.tekstlab.uio.no/nota/oslo`
  - NoReC ("Norwegian Review Corpus")
    - Norske anmeldelser, 15 millioner tokens
    - `https://github.com/ltgoslo/norec`

# Eksisterende korpuser

- Parallelle korpuser
  - EUROPARL: Eu-parlamentet
  - OPUS: undertekster fra TV

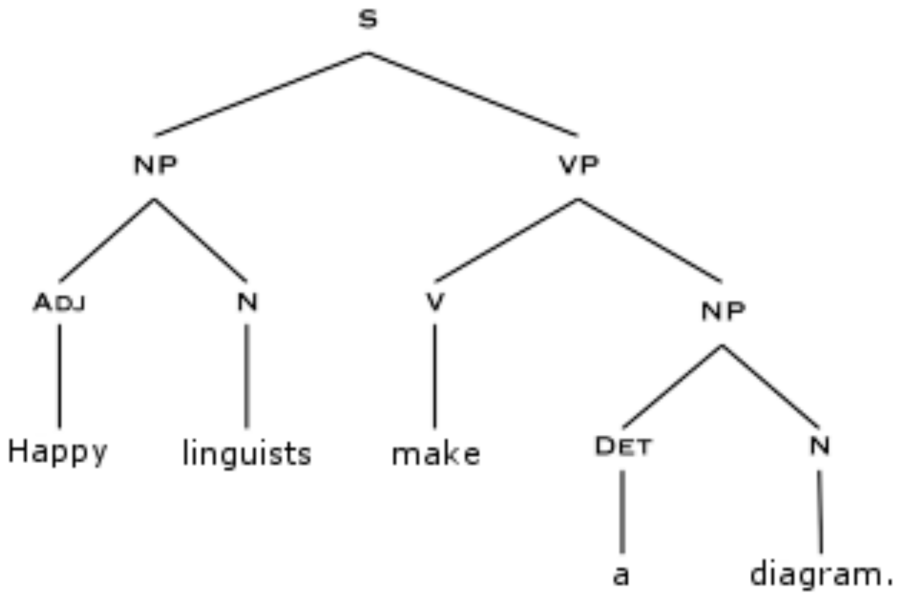
| | | | |
|---|---|---|---|
| **41.** | **Chapter 3, Stenmarck (SV)** | **fr** | **nl** |
| context | That is true **as long as account** is taken of the 20 per cent of the total postal services market where , in practice , there is still a monopoly , that is where the state is the only player . | C' est exact si l' on considère la question en tenant compte des 20 pour cent du marché total des services postaux où le monopole s' est maintenu dans la pratique , c'est-à-dire là où l' État est le seul acteur . | Dat klopt als men alleen kijkt naar 20% van de totale postmarkt , waar de staat in de praktijk nog steeds het monopolie heeft . |
| **42.** | **Chapter 3, MacCormick** | **fr** | **nl** |
| context | The Commission should not , for example , take a stepwise jump from 350 grammes to , as some have suggested , **as low as 50 grammes** . | Par exemple , la Commission devrait éviter de passer de 350g à 50g , comme l' ont suggéré certains . | De Commissie moet bijvoorbeeld niet helemaal van 350 gram naar 50 gram gaan zakken , zoals sommigen hebben geopperd . |

# Annotering

- Korpuser inneholder forskjellige typer informasjon og har gjennomgått forskjellige former for (automatisk/manuell) **annotering**
- Delt opp i enheter som tilsvarer et ord, tokens: ord, tall, tegnsetting → **tokenisering**
- Stemming eller lemmatisering: reduksjon til baseform

# Annotering

- Korpuser med manuell annotering
  - Mennesker merker opp lingvistisk informasjon
- Ordklasse (feks Brown)
  - The/at Fulton/np County/np Grand/jj Jury/nn said/vbd Friday/nr an/at investigation/nn ...
- Syntaks (trebanker, feks Penn Treebank)




- Ordsemantikk, sentiment etc.

# Manuelt annotert korpus for maskinlæring

Et manuelt annotert korpus

**Ordbetydning**

*SKIM the pages for a clearer insight*: Reading
*She SKIMS through the novel which seems to fascinate them*: Reading
*Remove the vanilla pod, SKIM the jam, and let it cool*: Removing
*We SKIMMED across the surface of that sodding lake whilst all around us gathered the dark hosts of hell*: Self_motion

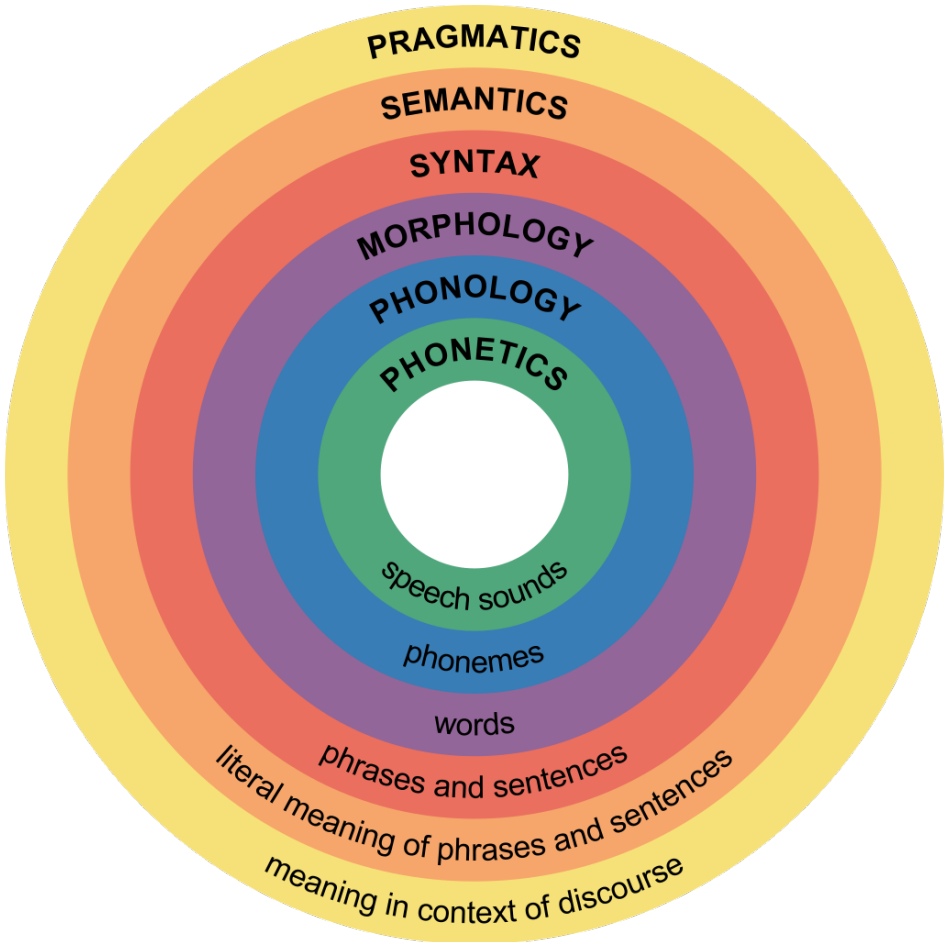
Trene en klassifiserer:

- Tren på Reading, Removing og Self_motion instanser
- Appliser på ny instans: hvilken klasse ligner den mest på?
- *A red grouse SKIMMED low over the heather:* ???

# Oppsummering: språklige data

- Menneskelig språkprosessering
  - afasi-studier
  - måling av hjerneaktivitet
- Korpusdata
  - representativitet
  - størrelse
  - annotering
  - omfattende bruk i språkteknologiske modeller

# Morfologi


PRAGMATICS
SEMANTICS
SYNTAX
MORPHOLOGY
PHONOLOGY
PHONETICS
speech sounds
phonemes
words
phrases and sentences
literal meaning of phrases and sentences
meaning in context of discourse

# Morfologi

- Hvordan ord er bygd opp
- Hvordan ord bøyes
- Hvordan ord dannes
- Hvordan ord deles i ordklasser

# Ordet

- Relativ grei betydning i dagligtale
- I språkteknologi kan det derimot brukes på flere forskjellige måter

*Kari gikk på tur i skogen . Hun elsker turer i skog .*

  - 13 ord (**tokens**)
  - men også 11 ord (**typer**)
  - eller 9 ord (**leksem** = leksikon oppslag)

# Tokenisering

- Dele opp en tekst i løpende ord
- Første skritt i nesten alle språkteknologiske oppgaver
- Definisjon:
  *a string of contiguous alphanumeric characters with space on either side; may include hyphens and apostrophes, but no other punctutation marks*
  (Kucera & Francis, 1967)

# Tokenisering: problemer?

- Vi kan f.eks. ta tog!
- Kjøper gamle møbler, bøker, klær, etc.
- The children's toys
- I'll rather take the bus
- ... blant annet ved tanke på Oslo-borgeren ...
- New York, aren't you beautiful?
- Møtes kl.10:26? Nei, 11.26 passer bedre for meg.

# Tokenisering: problemer

- Punktum
  - del av forkortelser: *f.eks.*
  - både forkortelse og setningsslutt (*Kjøper gamle møbler, bøker, klær, etc.*)
- Apostrof
  - *'the children'* vs. *the children's toys*
  - *I'll, isn't, don't*

# Tokenisering: problemer

- Bindestrek
  - Ett eller flere ord?
  - *Oslo-borgeren*
  - *skrive- og leseopplæring*
- Mellomrom
  - Egennavn: *New York*
  - Faste fraser: *i fjor, blant annet*
  - Tall: *100 000*
- Annet:
  - *10,26* og *10:26*
  - URL'er

# Ordet

- Kunnskap om ord viktig del av det å beherske et språk
- Kobling mellom en lydsekvens og en spesifikk betydning
- **Vilkårlig** kobling:
  - samme lyd - forskjellig betydning (*to*, *two*)
  - forskjellig lyd - samme betydning (*sofa*, *couch*)

# Ordet

- Viktig skille i språk:
  - **Innholdsord:** substantiver, verb og adjektiv
    - Betegner konsepter som objekter, handlinger, egenskaper og ideer
    - *barn, skrive, spennende, anarkisme*
    - Åpen klasse: stadig nye ord, feks *hverdagsintegrering, ståhjuling*
  - **Funksjonsord:** konjunksjoner, preposisjoner, artikler og pronomen
    - Betegner grammatiske relasjoner, lite eller ingen semantisk innhold
    - *the, a* – bestemthet, *of* – eierskap
    - Lukket klasse: ikke ofte nye tilskudd, (*hen?*)

GJETTEKONKURRANSE

# Ordet

- Hvilken skal ut?
  - gulest
  - gul
  - gulere
  - rød

# Ordet

- Hvilken skal ut?
  - gulest
  - gul
  - gulere
  - rød bøyningformer av gul

# Ordet

- Hvilken skal ut?
  - penger
  - grammatikk
  - rød
  - ere

# Ordet

- Hvilken skal ut?
  - penger
  - grammatikk
  - rød
  - ere det er en suffiks

# Ordet

- Hvilken skal ut?
  - ing
  - het
  - else
  - an

# Ordet

- Hvilken skal ut?
  - ing
  - het
  - else
  - an det er en prefiks, de andre er suffikser

# Morfemet

- Ord har intern struktur som er regelstyrt
  - U-mulig, u-rolig, u-intelligent
  - hva betyr u-?
  - *mulig-u, *rolig-u
- Ord kan bestå av flere meningsbærende enheter
- **Morfemet** – elementær enhet (gr. 'morphe' – form)
- Morf+ologi – vitenskapen om (ord)former

# Morfemet

**Et ord kan bestå av ett eller flere morfemer:**

- ett morfem: *boy*, *desire*, *morph*
- to morfemer: *boy+ish*, *desire+able*, *morph+ology*
- tre morfemer: *boy+ish+ness*, *desire+able+ity*
- fire morfemer: *gentle+man+li+ness*, *un+desire+able+ity*
- mer enn fire morfemer: *un+gentle+man+li+ness*, *anti+dis+establish+ment+ari+an+ism*

# Morfemet

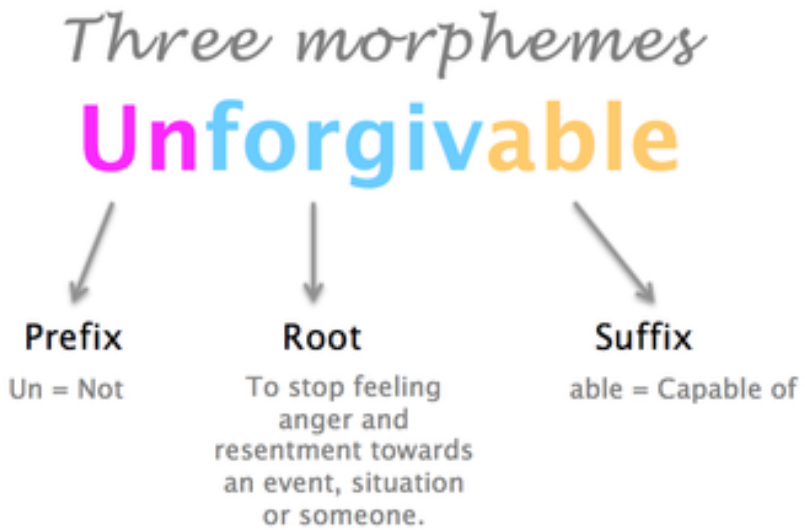
- Morfemet er den elementære (minste) lingvistiske enheten
- Kan ikke analyseres videre
- Språk består i hovedsak av diskrete enheter som kan kombineres (kreativitet)
  - et bloggbart tema

# Morfemet

- Vår morfologiske kunnskap har to hovedkomponenter
  - **Frie** morfemer: ord. *boy*, *desire*, *gentle*, *man*
  - **Bundne** morfemer: affikser.
    - prefikser: *un-*, *pre-*, *bi-*
    - suffikser: *-ing*, *-ish*, *-ness*
- Språk benytter affikser i varierende grad
- Noen språk har **infikser**
  - Bontov (Filippinene): *fikas* 'sterk', *fumikas* 'å være sterk'
  - *un-fuckin-believable*
- Noen språk har **sirkumfikser** (affiks som har to deler, en som settes i begynnelsen av ordet, og en som settes på slutten)
  - Tysk: *ge+lieb+t* 'har elsket'

# Morfemet

- Morfologisk komplekse ord består av:
  - **Rot** + en eller flere affikser (*hus+lig*)
  - En rot er et ordelement som ikke kan deles opp i mindre (meningsbærende) deler



# Orddannelse

- Kunnskap om morfologi innebærer kunnskap om regler for orddannelse
- Kombinerer morfemer til komplekse ord (*kjærlig-het*, *(jern+bane)+(arbeid+er)*)
- Adj + -het $\rightarrow$ Substantiv
- Verb + -er $\rightarrow$ Substantiv (en som gjør Verb)

# Avledning

- En avledning er et ord som er dannet fra et annet ord ved hjelp av et avledningsaffiks (prefiks eller suffiks),
- Avledningsbasen kan være et rotord (*barn*) eller en avledning (*barnslig*)
- Avledningsaffiksene er bundne morfemer med klart semantisk innhold (som innholdsord, men er ikke ord)

## Avledningsaffikser

- *u-* negasjon: *umulig, uvel, urolig*
- *for-* - foran: *forelese, forbokstav, formann*
- *-er* - den som utfører handlingen: *fisker, baker*

# Avledning

- Avledningsaffikser bidrar med betydning
- Når et suffiks blir lagt til endres som regel ordklassen
- Det er siste del av ordet som bestemmer ordklasse, derfor endrer ikke prefikser ordklassen (*villig* - *uvillig*, *arbeide* - *bearbeide*)

## Suffikser

- *-er*: Verb $\rightarrow$ Substantiv, f.eks. *fisker, baker*
- *-ing*: Verb $\rightarrow$ Substantiv, f.eks. *bading, baking, banning*
- *-lig*: Substantiv $\rightarrow$ Adjektiv, f.eks. *alvorlig, hyggelig, latterlig, vanlig*
- *-n*: Adjektiv $\rightarrow$ Verb, f.eks. *gulne, lysne, stivne*

# Bøyning

**Bøyningsmorfemer** markerer kategorier som tempus, numerus, kasus, etc.

## Bøyningskategorier i norsk

- **Genus** (kjønn): alle substantiver har fast genus og ord som står til substantivet samsvarsbøyes (*en snill katt, et snilt beltedyr*)
- **Tall**: entall og flertall *bil-biler*
- **Bestemthet**: uttrykkes i hovedsak ved suffiks (*bilen, huset*) eller (jf. engelsk bestemt artikkel *the*)
- **Kasus**: uttrykker den funksjonen en frase har som setningsledd. To kasus i norsk: nominativ og akkusativ (skille subjektet fra objektet i setningen). I hovedsak på pronomen *hun-henne*
- ...

# Bøyning

## I norsk har vi følgende bøyningskategorier (forts.):

- **Grad**: tre grader uttrykkes ved bøyning, positiv, komparativ, superlativ (*fin-finere-finest*)
- **Tempus**: angir tidspunktet for handlingen eller tilstanden som setningen beskriver. I norsk uttrykkes to tempus ved bøyning: presens (nåtid) og preteritum (fortid) *spiser-spiste*

# Bøyning vs. avledning

- Forskjeller på bøyning og avledning:
  1. Ved bøyning skifter ordet aldri ordklasse, ved avledning skifter ordet som oftest ordklasse
     - barn - barnet
     - barn - barnslig
  2. Alle prefikser er avledningsaffikser, suffikser derimot kan brukes både til bøyning og avledning
  3. Bøyning er mer produktiv

# Bøyning vs. avledning

- Forskjeller på bøyning og avledning (forts.):
  4. Bøyningssuffikser i norsk har alltid svakt trykk (*bilen, spiste*), mens avledningssuffikser kan ha sterkt trykk (*sentral*) eller bitrykk *tenkbar*
  5. Bøyningsendelser ligger alltid i slutten av ordet, men avledningsendelsene kommer tidligere (når vi har begge deler) *galskapen*

# Sammensetninger

- En tredje form for orddannelse, svært vanlig i germanske språk, her: norsk
- Ord som består av deler som hver for seg også er egne ord
- To ledd:

| **Forledd** | **Etterledd** |
|---|---|
| hus- | tak |
| etter- | prøve |
| fram- | på |

- Etterleddet bestemmer vanligvis ordklasse

# Sammensetninger

- De fleste sammensetninger er **determinative**: etterleddet gir hovedbetydning, mens forleddet avgrenser. *bilhjul, hjulbåt*

**Flere forskjellige relasjoner:**

- tømmerhytte – hytte av tømmer (materiale)
- feriehytte – hytte for ferie (hensikt)
- fjellhytte – hytte på fjellet (sted)
- sommerhytte – hytte for sommerbruk (tid for bruk)
- selvbetjeningshytte – hytte med selvbetjening (måten man bruker hytten på)

# Morfologisk typologi

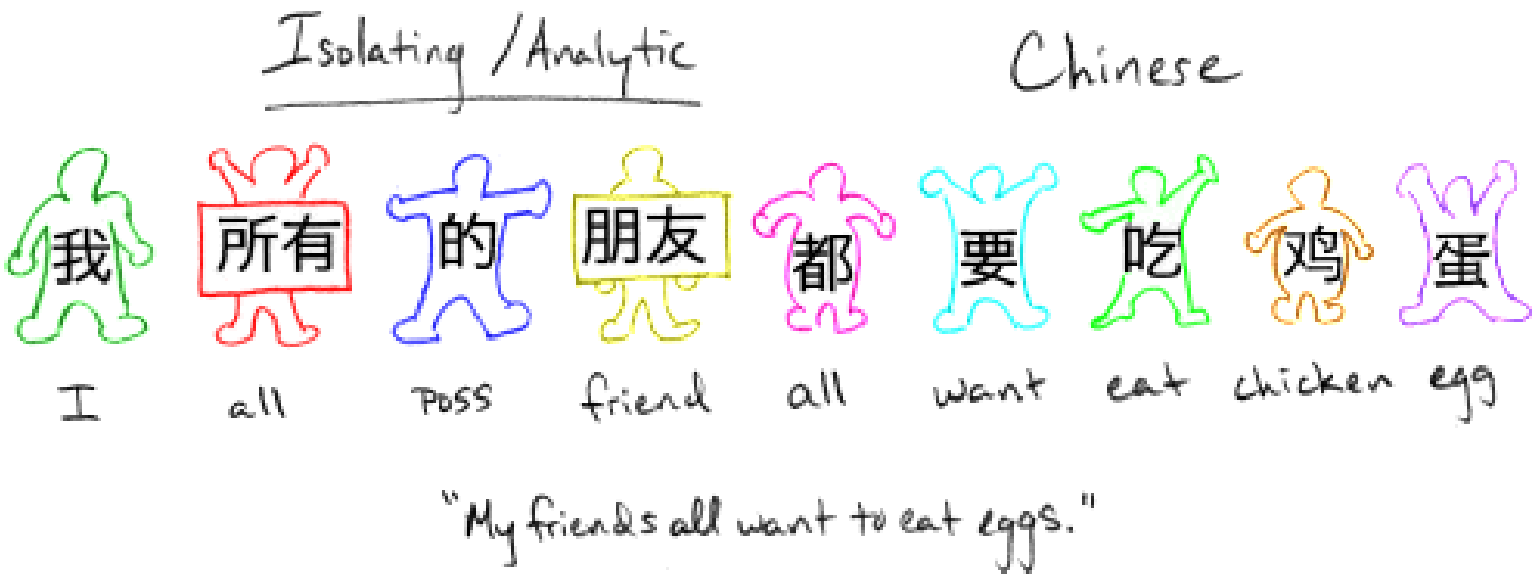
- Typologi: delområde av lingvistikk
- Klassifiserer språk i henhold til ulike egenskaper
- I morfologisk typologi brukes to skalaer:
  - graden av **syntese** (antall morfemer i hvert ord)
  - graden av **fusjon** (antall betydninger av hvert morfem)

- **Syntetiske språk**, (feks de fleste indo-europeiske): de aller fleste ord formes ved affiksering til en rot.
  - Agglutinerende: Ethvert affiks representerer et distinkt trekk (feks fortid, flertall) – ethvert trekk korresponderer til ett affiks
  - Bøyningsspråk ("Inflectional") (feks romanske språk): flere grammatiske kategorier kan være representert i ett affiks

- **Polysyntetiske språk**, (feks nordamerikanske indianerspråk): høy morfem-til-ord fordeling, verbmorfemer kan referere til flere deltagere. Ett ord kan være ekvivalent med en setning i et annet språk: Inuktitut: *tavvakiqutiqarpiit* 'Do you have any tobacco for sale?'

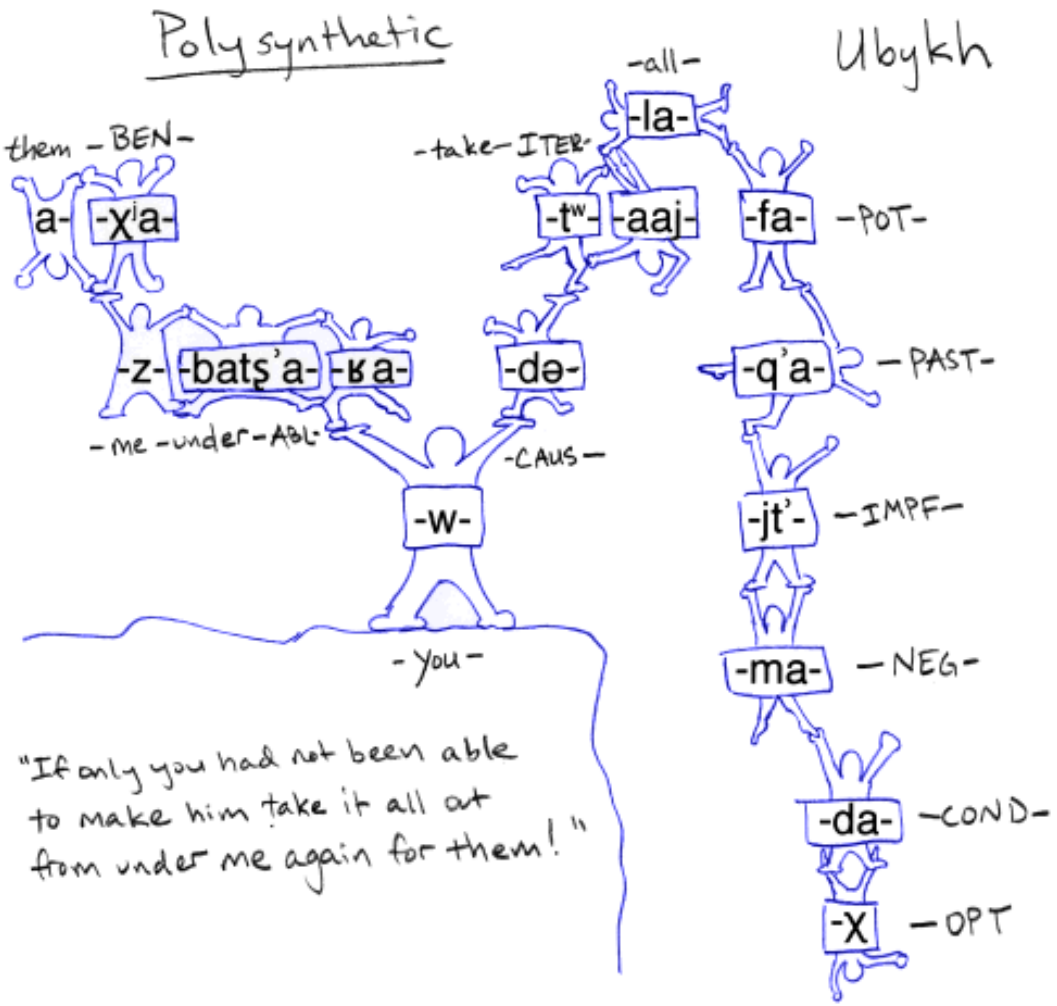
# Isolerende språk

Syntese: ett ord = ett morfem



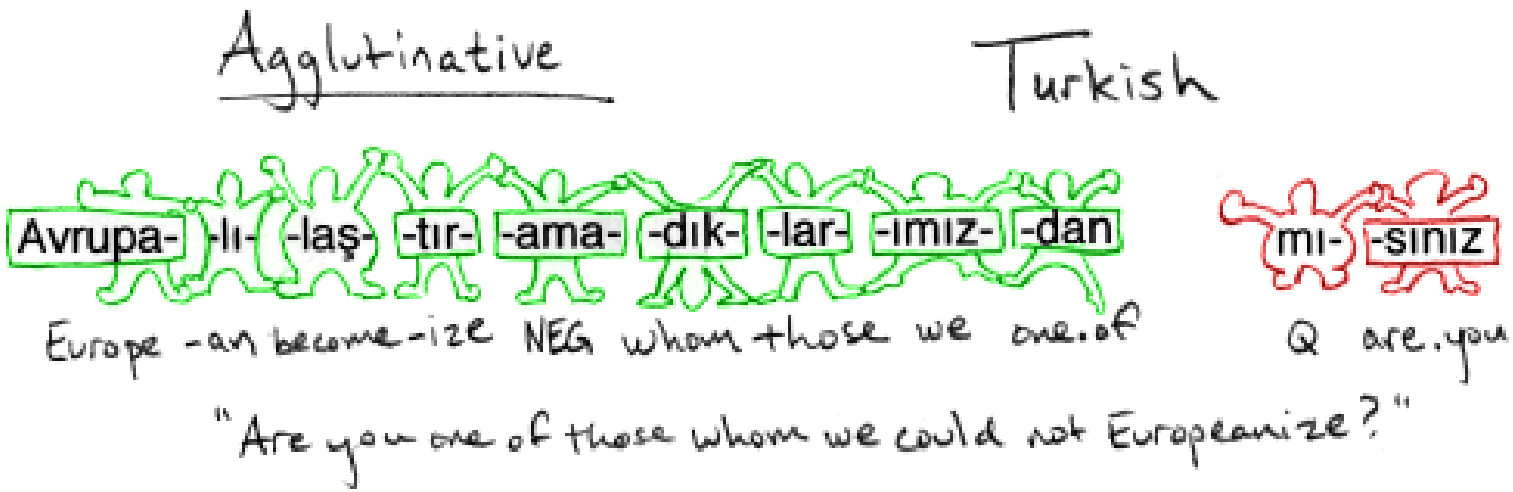
# Polysyntetiske språk

Syntese: høy morfem-til-ord fordeling



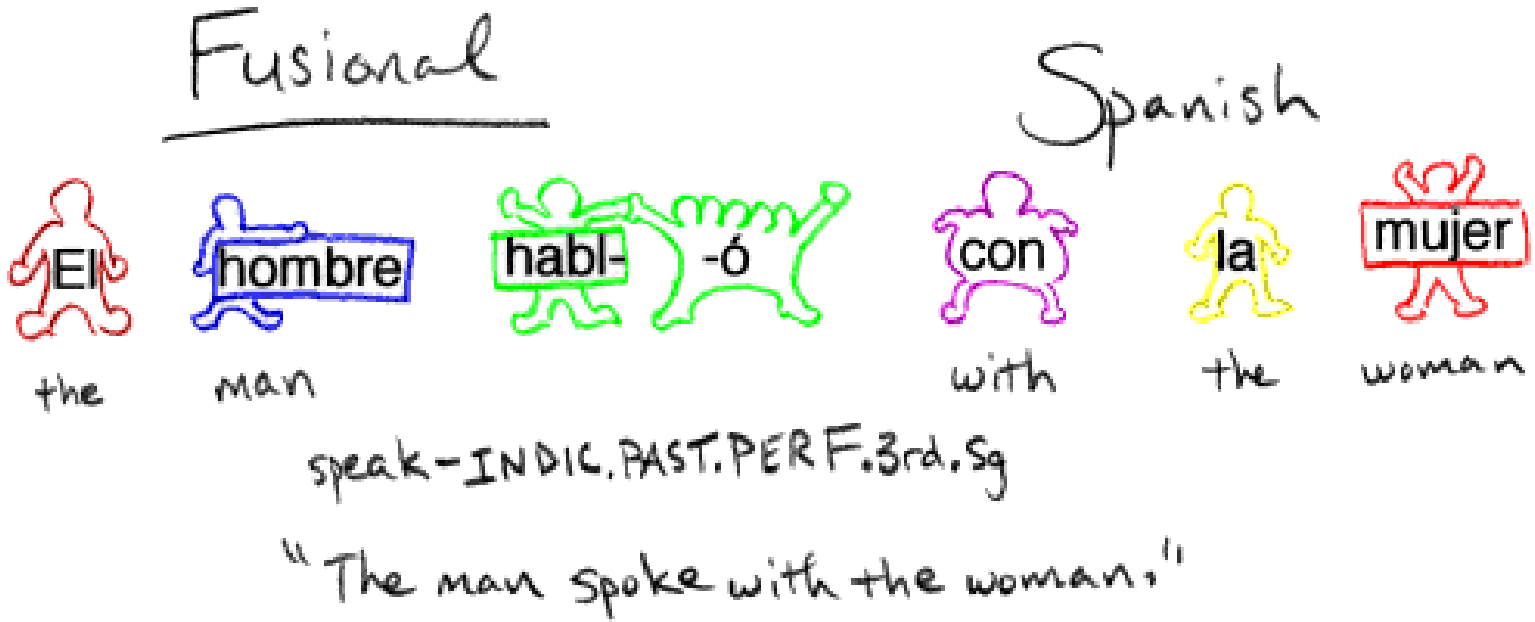
# Agglutinerende språk

Fusjon: ett morfem = én betydning



# Bøyningsspråk

Fusjon: ett morfem kan ha flere betydninger



# Oppsummering morfologi

- Handler om **ord**:
  - hvordan ord er bygd opp (morfemer)
  - hvordan nye ord dannes (avledning, sammensetning)
  - hvordan ord bøyes
- Skiller mellom frie og bundne morfemer (affikser)
- Morfologisk komplekse ord består av
  - **Rot** + en eller flere affikser (hus+lig)
- Morfologi er noe som skiller verdens språk: syntese og fusjon

# Oblig 1a

- Teoretisk: morfologi og lingvistiske nivåer
- Praktisk:
  - Tekst i Python
    - lese og skrive til fil
    - telle forekomster i tekst
    - tekst som streng og liste
  - Tokenisering av tekst (første forsøk)
    - Enkel tokenisering
    - Feilanalyse
- Frist: 18/9 kl 23:59
- Devilry