

729G78 Artificiell intelligens Kunskapsrepresentationssystem

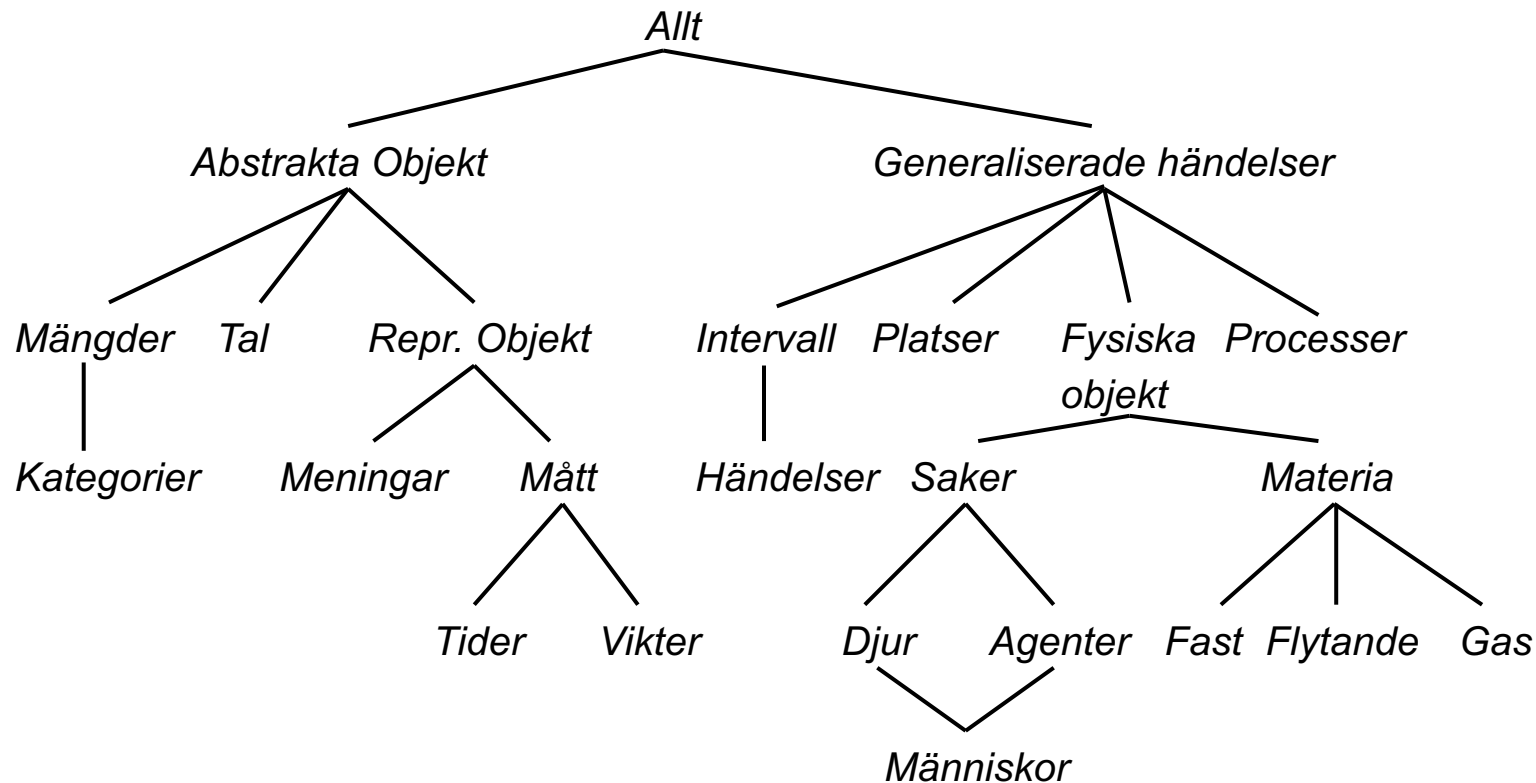
Arne Jönsson

HCS/IDA

Ontologi

- Kategorier och objekt
 - Fysiska objekt
 - Sammansatta objekt
 - Mått och enheter
- Handlingar, situationer och händelser
 - Situationskalkyl, Frameproblemet
 - Tid, rum och förändring
 - Händelser och processer
 - Tidsintervall
- Mentala objekt och uppfattningar

Toppontologi



Exempel på generella ontologier

- **CYC**
 - 239000 koncept, AI-KR projekt
 - Logikbaserat representationspråk CycL
- **WORDNET**
 - 117000 synsets, lexikal taxonomi
 - Baserat på psykolingvistiska studier
- **DBpedia**
 - 9,5 miljarder RDF-triplar
 - Importerade strukturerade fakta från wikipedia

Kategorier

- Resonerar inte om objekt utan om koncept, kategorier
 - Ex Guld, inte Guld32
- Gör predikat till objekt i språket
 - Ex Guld refererar till kategorin Guld, $x \in \text{Guld}$ betyder att x är guld. Kallas reification kan skriva t.ex. $\text{Färg}(\text{Guld}) = \text{gul}$
- Kategorier ärver egenskaper
 - Ex $\text{Guld} \subset \text{Ädelmetall}$ betyder att Guld är en subklass av Ädelmetall och ärver alla dess egenskaper, t.ex. att vara värdefull
 - Ex $\forall x, x \in \text{Guld} \Rightarrow \text{Glittrar}(x) \wedge \text{Dyrt}(x)$

Händelser

- Situationskalkyl är diskret. Behöver en kontinuerlig variant
- Ex. $At(Wumpus, Gold)$ säger inget om när det är sant
- $T(At(Wumpus, Gold), t)$ säger att det är sant vid tidpunkten t

Andra predikat:

- $Happens(e, i)$ säger att e händer under intervallet i
- $Initiates(e, f, t)$ säger att e får f att starta vid tiden t
- $Terminates(e, f, t)$ säger att e får f att avslutas vid tiden t
- $Clipped(f, i)$ säger att f slutar att vara sant i intervallet i
- $Restored(f, i)$ säger att f blir sant nångång under intervallet i

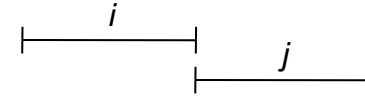
Tid, intervall och handlingar

- Allens temporala logik
- Definierar ett intervall
 $\forall i \text{ Intervall}(i) \Rightarrow \text{Duration}(i) = (\text{Time}(\text{End}(i)) - \text{Time}(\text{Start}(i)))$
- Huvudsakligen fyra olika relationer

Temporala relationer

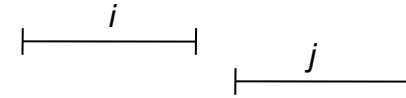
- Meet(i, j)

$$\forall i, j \text{ Meet}(i, j) \Leftrightarrow \text{Time}(\text{End}(i)) = \text{Time}(\text{Start}(j))$$



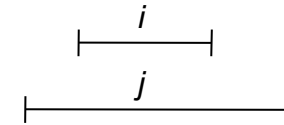
- Before(i, j) After(j, i)

$$\forall i, j \text{ Before}(i, j) \Leftrightarrow \text{Time}(\text{End}(i)) < \text{Time}(\text{Start}(j))$$



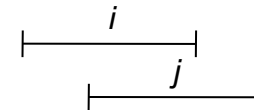
- During(i, j)

$$\forall i, j \text{ During}(i, j) \Leftrightarrow \text{Time}(\text{Start}(j)) \leq \text{Time}(\text{Start}(i)) \wedge \text{Time}(\text{End}(j)) \geq \text{Time}(\text{End}(i))$$



- Overlap(i, j)

$$\forall i, j \text{ Overlap}(i, j) \Leftrightarrow \exists k \text{ During}(k, i) \wedge \text{During}(k, j)$$



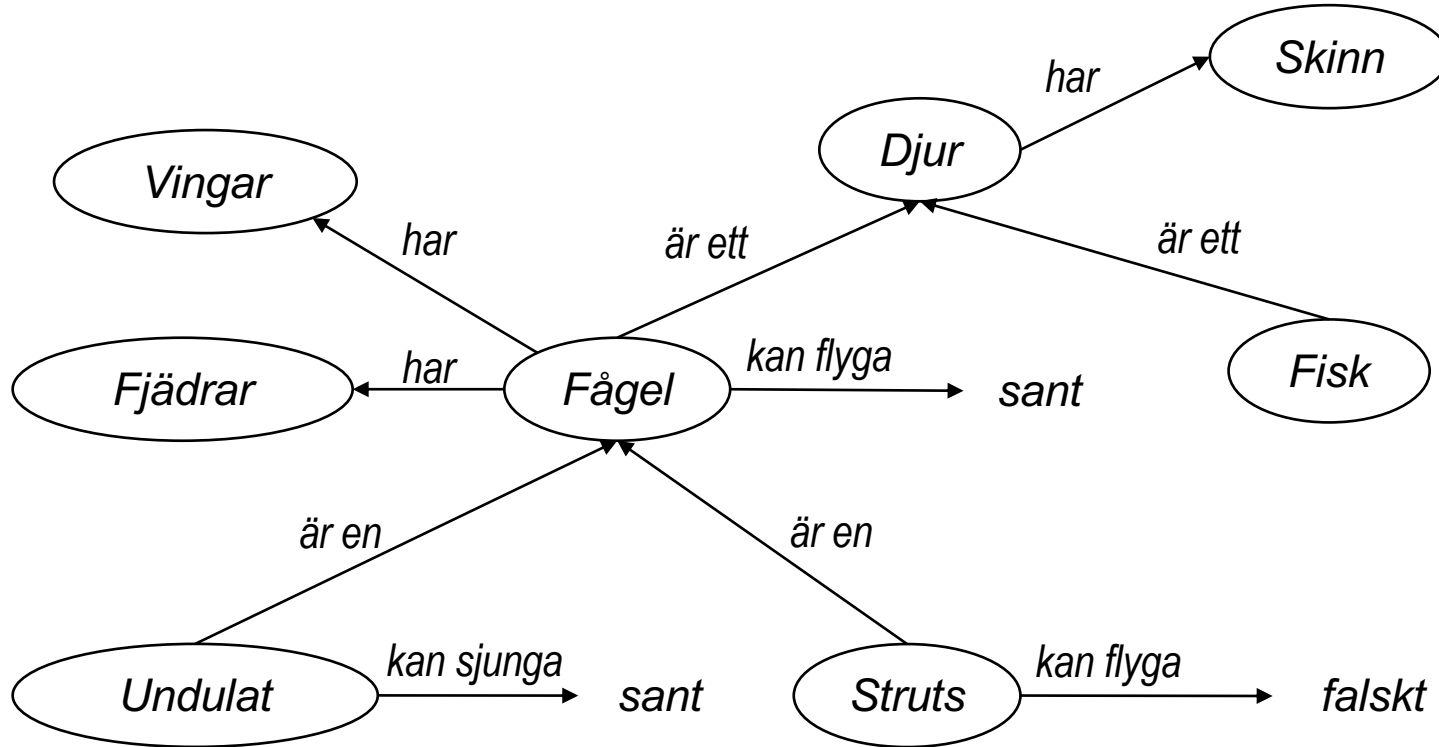
Strukturerad representation

- Frames och semantiska nät
- Egenskapsärvning
 - Default och undantag
 - Multipel ärvning
 - Förändring, ickemonotonicitet

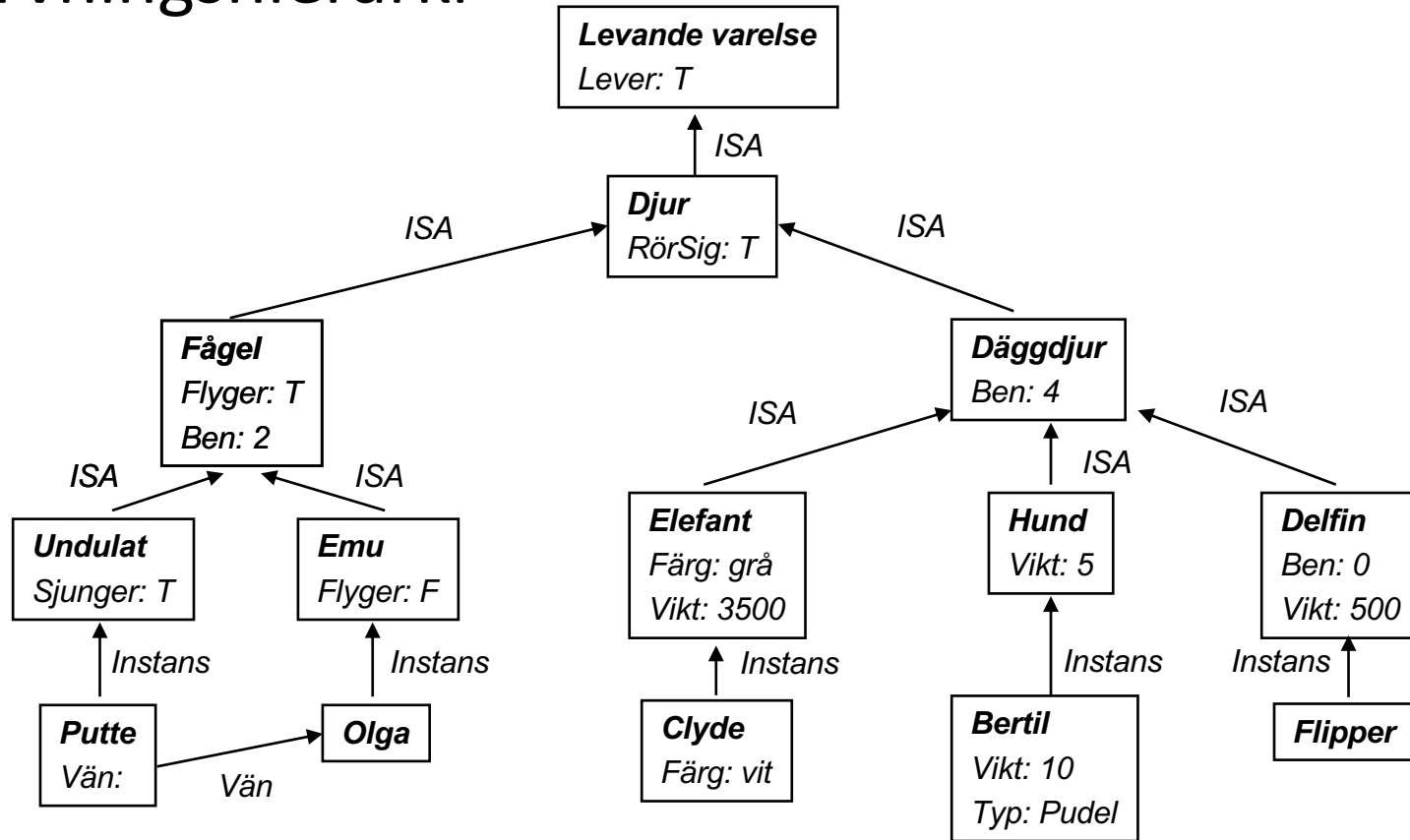
Strukturerad representation

- Baserat på associationsteorier, t.ex. Quillian & Collins 1969
- Experiment. Ställer olika frågor, t.ex.:
Är undulaten en fågel?
Kan undulater flyga?
Kan undulater sjunga?
- Resultat
Kan undulater flyga? tar längre tid att besvara än *Kan undulater sjunga?*
- Hypotes
Människor lagrar information så abstrakt som möjligt
Alla fåglar flyger men inte alla fåglar sjunger

Semantiska nät



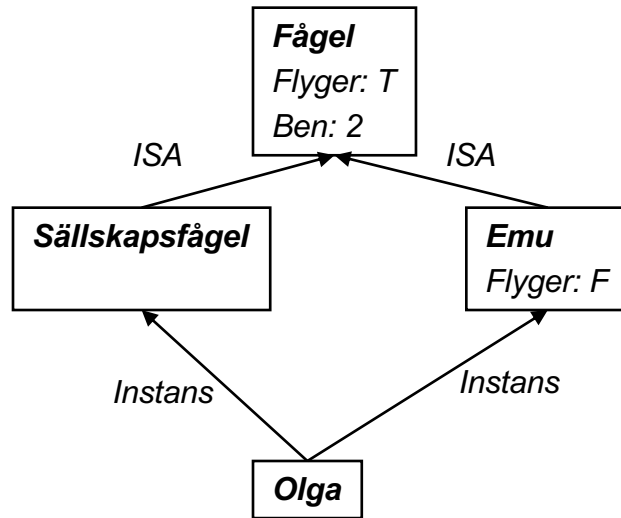
Äravningshierarki



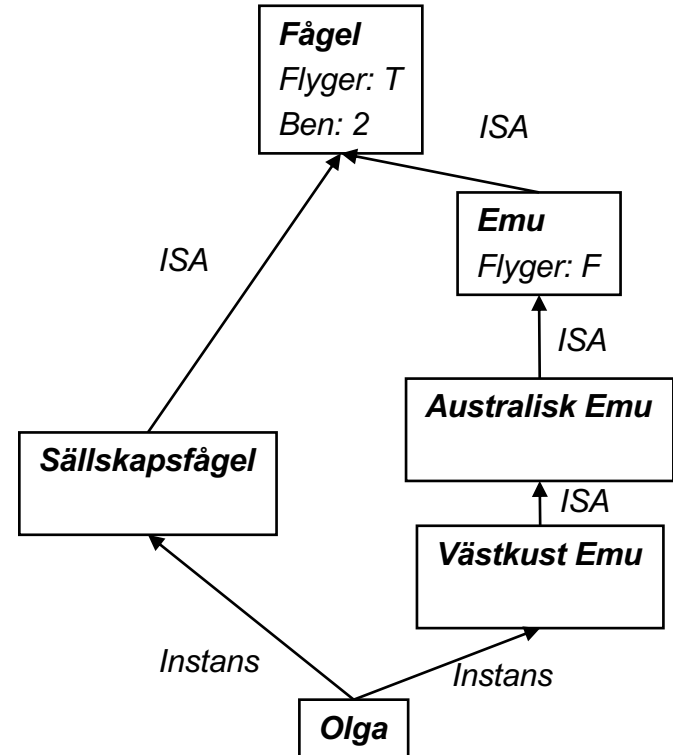
Attribut-värdestrukturer

- Semantiska nät och frames lagrar kunskapen i attribut-värdestrukturer
- Attributen kan också ha egenskaper, t.ex.:
 - Tillåtna klasser, ex attributet Inkomst är inte intressant för objekt av typen Emu
 - Värdebegränsningar, ex $Vikt(Hund) < 500 \text{ kg}$
 - Default
 - Regler för ärvning
 - Procedurer för att räkna ut värden, ex för att räkna ut åldern
 - Kopplar procedurer (demoner) till attributen. Kallas också ”procedural attachements”

Multipel ärvning



Väljer den mest specifika



*Inferensavståndet, dvs
undersöker om det finns på vägen*

Semantiska webben

- Ge mening (semantik) åt webbelement
 - Mer än bara formattaggar
- Dela data mellan datorer
 - Betydelsen av data begripligt för datorer
 - Metadataanoteringar som beskriver webbelement
- Behöver enas om semantiska kategorier och format
 - Ontologier
 - OWL (Web Ontology Language) W3C standard

Formalismer

- Beskriva något istället för att bara namnge
- En hierarki
 - XML, syntax `<namn attribut="värde">innehåll</namn>`
 - RDF, beskriver tripler (subjekt → predikat → objekt)
 - RDF(S), RDF med klasser
 - OWL, formell semantik
- Verktyg döljer XML-detaljerna
 - Protégé
 - T.ex.:
Person vs
`<http://www.semanticweb.org/arnjo/ontologies/2018/11/personer#Person>`

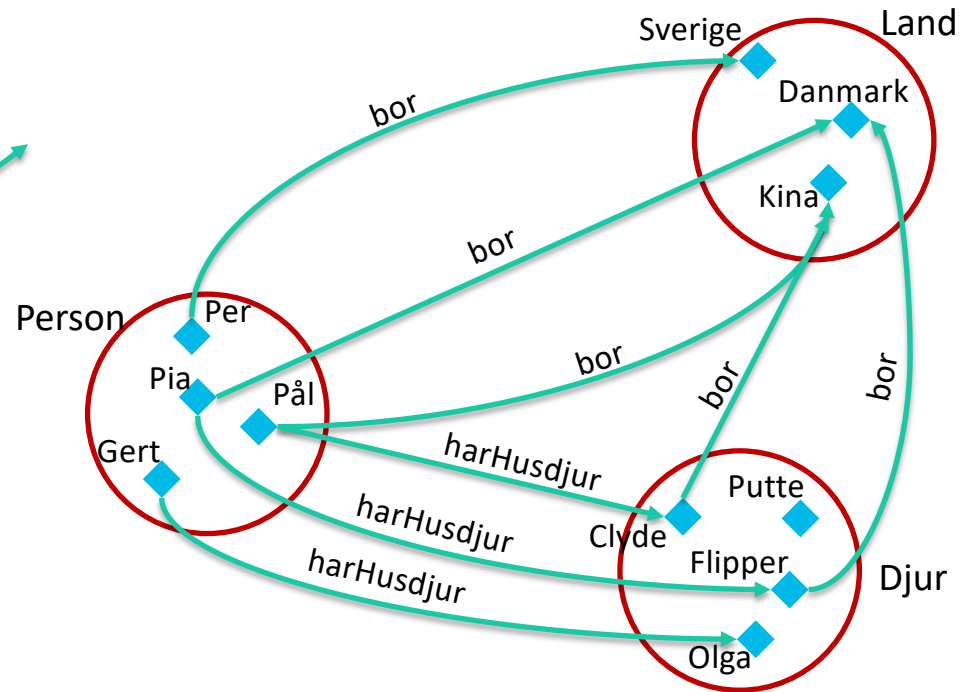
OWL

- Objektorienterat

Instanser/objekt/individer ◆

Klasser/typer/koncept ○

Egenskaper/relationer/roller →



OWL

- Fördefinierade klasskonstruktörer
 - intersectionOf, unionOf, complementOf, oneOf, someValuesFrom, allValuesFrom, minCardinality, maxCardinality
- Fördefinierade axiom
 - subClassOf, equivalentClass, disjointWith, sameIndividualAs, differentFrom, subPropertyOf, equivalentProperty, inverseOf, transitiveProperty, functionalProperty, inverseFunctionalProperty

Hantering av osäker kunskap

- Icke-standardlogik.
- Inte en teori utan många
 - Rivaler:
 - tar bort teorem, t.ex. $A \vee \neg A$
 - Utvidgningar:
 - lägger till teorem som ofta är oformulerbara i FOPL

Icke-standardlogik

Rivaler

- Probabilistisk logik
 - logik baserad på sannolikhet
- Flervärd logik
 - inför fler sanningsvärden
- Fuzzy logic
 - sannolikhet att höra till en mängd

Utvidgningar

- Modal logik
 - L: nödvändigt sann
 - M: möjligen sann
- Temporal logik
 - tidslogik
- Icke-monoton logik
 - tillåter satser som inte bevisats

Sammanfattning, 1

- Introduktion
 - Kunskapsbaserade agenter
 - Modelleringsparadigm
- Satslogik
 - Syntax
 - Uttryck som beskriver världen
 - Logiska konnektiv
 - Logiska ekvivalenser
 - Semantik
 - Uttryckens betydelse
 - En mängd modeller
- Översättning till logik
- Modeller och tolkning
- Inferensregler
 - Ger nya beskrivningar av världen
 - Naturlig deduktion
 - Framåtinferens
 - Bakåtinferens
 - Resolution
- Metaspråk
 - Sundhet och fullständighet

Sammanfattning, 2

- Predikatlogik, FOPL
 - Syntax
 - Översättning till FOPL
 - Semantik
 - Modeller
 - Inferens
 - Features and Fluents
 - Frameproblemet
 - Konvertering till konjunktiv normalform
 - Resolution, Unifiering
- Ontologi
 - Kategorier
 - Tid, temporala relationer
 - Händelser
- Strukturerad representation/semantiska nät
 - Ärvning
- Icke-standardlogik