

Automatisk generering av frågor som svensk text besvarar: ett informationssystem

Vilken information kan en text sägas innehålla? Ett enkelt svar är ”de frågor som den besvarar.” I vilken grad går det i så fall att automatiskt generera dessa frågor och därmed programmera ett frågebaserande informationssystem för svensk text?

Ett prototypsystem för denna uppgift har skapats som en del av ett avhandlingsprojekt inom språkteknologi. Det vore till exempel möjligt att vidareutveckla det system som här visas till en allmän teknisk tjänst, t.ex. webbaserad, som ger användare möjlighet att söka efter information med naturligt språk i en valfri digital text.

Denna text tar upp de allmänna förutsättningarna för automatisk generering av de frågor som en svensk text besvarar. Själva den teoretiska uppgiften har egenskaper som kan sägas vara lingvistiska eller informationsteoretiska. För att skapa det program som här beskrivs finns det vid sidan om det rent praktiska genomförandet grundläggande teoretiska frågor som här kommer att tas upp.

Frågegenerering som informationsstrategi

Genom att skapa ett *parsningssystem*, det vill säga ett program som gör syntaxanalys för godtycklig svensk text, och som i detta fall har tillgång till Wikipedias artikeldatabas, har en prototyp för frågegenerering till svensk text skapats. Att uttryckligen generera besvarade frågor gör att systemet skiljer sig från några liknande program för exempelvis engelsk text, där en användare kan ställa vilken fråga som helst, formulerad hur som helst. Ett aktuellt sådant engelskt exempel är webbaserade *PowerSet* (Converse et al, 2008).

Sådana ansatser kan innebära vissa nackdelar, så som att det kan vara okänt för användaren vilken information som den aktuella textdatabasen faktiskt innehåller. Därutöver kan en variation i själva frågeformuleringen göra att befintlig information missas. Det system som beskrivs här är en prototyp där en samling frågor istället uttryckligen genereras när en text på svenska öppnas. När användaren börjar skriva frågan, autokompletteras texten så att enbart befintliga frågor (det vill säga de som har ett svar) kan ställas av användaren.

När sådana här automatiska system byggs talas det ofta om ”artificiell intelligens” och att ett program skulle kunna ”förstå” textens betydelse. Men ett sätt att beskriva den svenska prototypens funktionalitet är att den använder ren strukturell information (form och position), det vill säga *syntax*, till något som kanske initialt verkar kräva en faktisk förståelse (*semantisk analys*) från datorns sida. Som denna text beskriver är programmerad ”traditionell” grammatik och välkända funktionella grammatiska kategorier fullt tillräckligt för att skapa den här typen av beteende hos ett datorprogram.

Parsning eller inte

I många språkteknologiska tillämpningar sker en datoranalys av text på ett sätt som inte alls involverar speciellt mycket "förståelse" av själva texten eller dess struktur. Ofta används en så kallad *bag-of-words*-modell, vilket innebär att programmet enbart räknar förekomsten av ord i ett dokument. Vid användning av denna modell bortser programmet alltså från ordningen som ord förekommer i, betydelsen som orden tillsammans bygger upp, och att olika ordformer, som exempelvis *hund* och *hundarnas*, faktiskt har en gemensam betydelsemässig grund. Dessa typer av system, som representerar texter enbart som en samling ord utan struktur, kan emellertid med olika algoritmer fås att fungera väl för uppgifter som dokumentsökning (även på Internet) och automatisk kategorisering av dokument.

Eftersom den typ av applikation som här kommer att beskrivas uttryckligen ska kunna skapa frågor som texten besvarar krävs emellertid en syntaktisk analys av texten. Parsrar opererar med delsteg för att nå fram till slutmålet: i detta fall en uppmärkning av funktionella segment som subjekt och adverbial i en valfri inmatad text.

Ordklasstagning och annan förbehandling av texten

I program för syntaktisk analys av naturlig text, sker i början av analysprocessen ett antal grundläggande steg (*preprocessing*). Först separeras textmeningar så att de kan analyseras en åt gången. Löpord och skiljetecken separeras likaså i varje textmening (*tokenisering*). Därefter följer en ordklasstagning, vilken är nödvändig för att en syntaxanalys ska kunna ske. I detta fall används en statistisk modell (*dold Markov-modell*) för uppgiften och förser varje löpord med en ordklasstagg med olika särdrag. Nedanstående exempel visar resultatet efter denna ordklasstagning, där exempelvis ordet *man* ges informationen *pronomen, utrum, singular, obestämd, subjektskasus*.

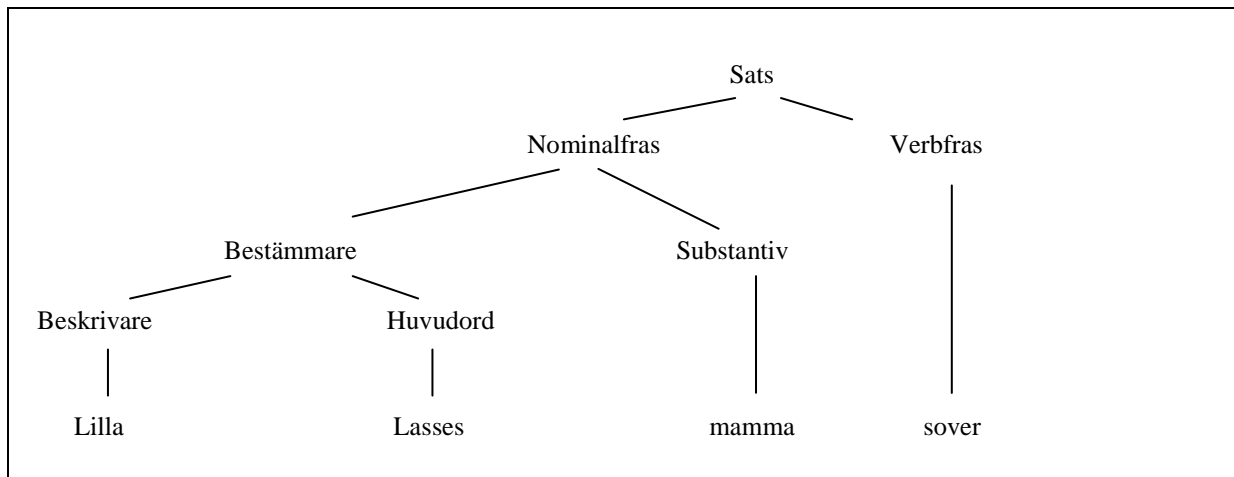
När	man	rider	ut	på	tur	har	man	med	sig	många	hästar	.
HA	PN	VB	PL	PP	NN	VB	PN	PL	PN	JJ	NN	MAD
	UTR	PRS			UTR	PRS	UTR		UTR/NEU	POS	UTR	
	SIN	AKT			SIN	AKT	SIN		SIN/PLU	UTR/NEU	PLU	
	IND				IND		IND		DEF	PLU	IND	
	SUB				NOM		SUB		OBJ	IND/DEF	NOM	
										NOM		

Figur 1 Ordklasstagningen förser varje ord i löpande text med en av ca 150 kombinationer av ordklasser och särdragsvärden. I detta fall består meningen av ordklasserna: frågande/relativt adverb, pronomen, verb, verbpartikel, substantiv, verb, pronomen, verbpartikel, pronomen, adjektiv, substantiv samt meningsavgränsande sluttecken.

Olika sätt att parsa text

Själva uppgiften att parsa text automatiskt handlar i grunden om att återge textmeningars syntaktiska struktur. Ordet *parse* har en etymologi som antyder *att dela upp*: med andra ord, kan denna uppgift liknas vid den segmentering i satsled som sker vid en skolövning i satslösning.

Parsningsprojekt har ofta inneburit att ett *träd* eller liknande ritats upp. Detta är typiskt för grammatiktyper som frasstrukturgrammatiker, till exempel kontextfria grammatiker. Ett sådant sätt att formulera grammatiken innehåller regler, enligt nedanstående figur, så som: ”en sats består av en nominalfras följt av en verbfras” (*Lilla Lasses mamma sover*) och ”en nominalfras kan bestå av en bestämmare följt av ett substantiv (*Lilla Lasses mamma*)”. Detta sätt att skriva en grammatik i form av *definitioner* har varit mycket vanligt inom datoriserad språklig analys. En sådan grammatik kan vara användbar för att kunna säga om en textmening är grammatiskt giltig, alltså om den på något sätt kan byggas upp med grammatiken.



Figur 2 Från ett ”trädgrammatiskt” perspektiv kan följande analys göras av en svensk sats. Trädet här är ett modifierat exempel från *Mamban* (Teleman 1974), s. 24.

En svårighet med denna typ av grammatikbeskrivningar, som definierar språkliga satser i detalj, är dock att de ofta innebär att en sats påfallande ofta kan analyseras på flera olika sätt. Med andra ord kan samma textmening ges flera olika analyser (t.ex. träd).

Exempelvis ger textmeningen *Kalle såg flickan med teleskopet* med fördel två olika analyser (t.ex. ”träd”). Den första analysmöjligheten har prepositionsfrasen *med teleskopet* som attribut, det vill säga *flickan med teleskopet* är en enda nominalfras. I den andra analysmöjligheten är *med teleskopet* ett adverbial (och innebär därmed att teleskopet användes för att se flickan). Detta är alltså inte direkt fel, det finns just här två rimliga analyser. Men i många andra fall är det för en *mänsklig* läsare helt uppenbart vilken tolkning som är den rätta – men det verkar krävas mycket arbete för att koda in vilken analys som är den rätta när det är själva *betydelsen* som avgör. Tänk till exempel på vad som behöver kodas in för att tolka satserna *Det hissas en flagga av soldaterna/av plast* på två grammatiskt skilda, korrekta sätt.

En grammatik som består av definitioner lyckas ofta reda ut att textmeningen tillhör språket – men det blir oklart på vilket sätt. Det kan alltså vara svårt att säga vilket av flera möjliga träd som är det rätta: det kan vara okänt vad som till exempel är subjektet eller hur långt ett adverbial sträcker sig. För att kunna bygga den typ av tillämpning som här beskrivs är det dock viktigt att kunna säga exakt vilka segment som utgör vilka satsled – däremot är det faktiskt inte riktigt lika relevant att kunna klargöra exakt varför en viss textmening är grammatiskt korrekt.

Schemaparsning

Den metod för parsning som här används och som beskrivits i en ny avhandling skiljer sig från de ovan beskrivna grammatik-/parsertyperna. Medan den ovan diskuterade typen av grammatikskrivning *definierar* språket, så återfinns inte denna egenskap hos den nyutvecklade metoden. Metoden baseras istället på två grundläggande antaganden: 1) att svenska textmeningar låter sig fångas av Paul Diderichsens satsschema, se nedan, och 2) att den textmening som skrivs in faktiskt *är* grammatisk och inte behöver ”godkännas” med hjälp av en språkdefinierande grammatik. (Det bör tilläggas att det ändå är oklart vad denna form av program skulle kunna göra åt en eventuell ogrammatisk mening om en sådan påträffas.) Härtill skiljer sig den nyutvecklade parsningsstrategin från de tidigare diskuterade eftersom den inte behöver lösa alla frågor om hur satsens struktur ser ut på en och samma gång. Istället kan den göra en avgränsning och analysera huvudsatsnivån och exempelvis lämna underordnade satser (bisatser och relativsatser) därhän.

	Funda- ment	Mittfält			Slutfält		
Förfält	Funda- ment	Finit verb	Subjekt	Mittfälts- adverbial	Icke-finit verb	Objekt/ predikativ, eg. subjekt	Övriga adverbial
		v	n	a	V	N	A
<i>Fast</i>	<i>ni</i>	<i>hade</i>	<i>[-]</i>	<i>nog</i>	<i>funnit</i>	<i>något nytt</i>	<i>nästa dag.</i>
<i>Fast</i>	<i>nästa dag</i>	<i>hade</i>	<i>ni</i>	<i>nog</i>	<i>funnit</i>	<i>något nytt</i>	<i>[-]</i>

Tabell 1 Diderichsens (1946) beskrivning av den nordiska huvudsatsens struktur är en mycket kärnfull beskrivning. Den klargör vilken ordning som upp till sju-åtta möjliga led ska finnas i för att det ska ge en korrekt sats på nordiska språk.

Det finns flera finesser med denna, Diderichsens, traditionella beskrivningsmodell:

- Med denna modell (fältgrammatiken/positionsgrammatiken) lyckades Diderichsen abstrahera de olika typer av strukturer som utgör textmeningar till endast tre huvudtyper: *nominala* (de som oftast är subjekt/objekt), *adverbiella* och *verbled* (med viss variation). – Dessa betecknas med bokstäverna ”vnaVNA” i schemat ovan.
- Satsschemat fångar samtidigt på ett klart sätt det faktum att precis ett satsled (men vilket detta led är, är relativt valfritt) ska finnas först i satsen, på fundamentposition, för att ge en deklarativ huvudsats. Detta är en egenskap hos nästan alla germanska språk och kallas V2. Det innebär att satsen i tabellexemplet även skulle kunna parafrastras med samma grundbetydelse, genom att spetsställa något annat led än subjektet, som: *Fast nog hade ni funnit något nytt nästa dag*, *Fast något nytt hade ni nog funnit nästa dag*, *Fast nästa dag hade ni nog funnit något nytt*. Denna procedur blir värdefull i frågegenereringen som beskrivs nedan.

En avgörande egenskap hos denna typ av parsning, som tydligt begagnar sig av satsschemat, är att den ger en *funktionell* grammatisk analys. Med andra ord, identifierar den kategorierna subjekt, objekt/predikativ, adverbial, verb m.m. och inte enbart frasstrukturella kategorier som nominalfras, verbfras etc. För frågegenerering och andra sammanhang är det nödvändigt att använda just dessa kategorier.

Den aktuella metoden för analys som kallas för *schemaparsning* eftersom den låter satsschemat ha en speciellt viktig roll styckar alltså upp textmeningen (för närvarande gäller det främst huvudsatsen) i segment i stället för att bygga upp träd.

Schemaparsningsmetoden skiljer sig väsentligt från andra strategier för att analysera syntaxen. Verb och andra ettordsled på huvudsatsnivån identifieras först, varefter de andra så kallade obegränsade strukturerna, subjekt, objekt/predikativ och adverbial, vilka kan ha oändligt många utseenden (och därför är svåra att beskriva med definierande regler) identifieras. Det sker med hjälp av grammatiska ledtrådar och inte minst genom uteslutningsmetoden. För en mer detaljerad beskrivning av programmerad schemaparsning, se Wilhelmsson (2010).

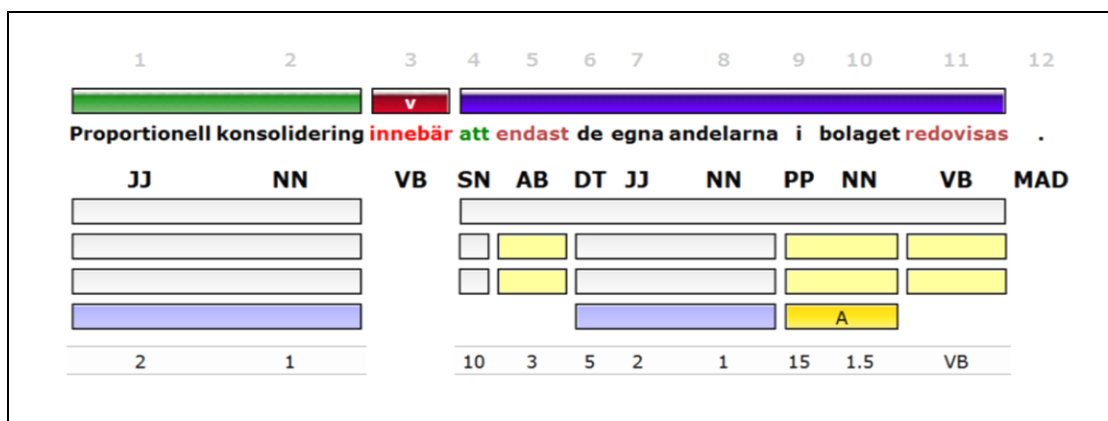
Utdata från syntaxanalysen

Efter att texten har försetts med ordklasstagning sker själva syntaxanalysen med schemaparsning. Utdataformatet är dels i XML (en mycket använd dataformalism för att strukturera information) som i utdraget nedan. Dessutom visualiseras analysen med hjälp av HTML (det märkspråk som används när man skriver webb-sidor) – se figuren därefter.

```
<adverbial>När man rider på tur</adverbial>  
<pfv>har</pfv>  
<subjekt>instruktören</subjekt>  
<ppl>med</ppl>  
<refl>sig</refl>
```

<objekt>många hästar</objekt>
 <tom>.</tom>

- *Pfv* betyder primärt finit verb (dvs. finit verb på huvudsatsnivå)
- *Ppl* betyder primär verbpartikel



Figur 3 Analysen visualiseras även i HTML av parseern. Det är den övre färgkodade raden ovan texten som är det slutliga funktionella syntaktiska analysresultatet och som visas med färgkodning. Grönt = primärt subjekt, rött = finit huvudverb, blått = primärt objekt. *Primär* innebär att vara på huvudsatsnivå.

Hur kan de besvarade frågorna extraheras ur en text?

Om den syntaktiska analysen av en textmening är fullständig kan programmet skapa frågor utifrån denna. Detta sker i delsteg utifrån en *huvudsats* åt gången. I praktiken innebär detta att exempelvis en textmening som: *Fysik har en nära relation till matematik och alla fysikaliska lagar beskrivs som matematiska relationer* delas upp i: 1) *Fysik har en nära relation till matematik* samt 2) *Alla fysikaliska lagar beskrivs som matematiska relationer*. (Textexempel här är hämtade från Wikipedia.)

Om det är fråga om samordning av finita verbfraser på huvudsatsnivå, skapas en huvudsats också från verbfrasen, varpå subjekt ärvs från föregående huvudsats. Exempel: *Kinas ekonomi är en av de snabbast växande globalt sett och är idag världens 3:e största ekonomi efter USA och Japan*. Denna textmening ger upphov till: 1) *Kinas ekonomi är en av de snabbast växande globalt sett* samt 2) *Kinas ekonomi är idag världens 3:e största ekonomi efter USA och Japan*.

I det frågegenererande programmet finns information om de syntaktiska funktionerna (resultatet av parsningen) ännu med i analysen. Varje huvudsats som samlades enligt proceduren ovan har alltså information om vad som är subjekt, objekt etc.

De frågor som genereras av programmet är sådana som svarar mot huvudsatsled: subjekt, objekt/predikativ samt adverbial, vilket beskrivs nedan. Dessutom kan ja/nej-frågor (s.k. *vI-*

frågor) skapas.

Processen för att skapa frågor, från huvudsatserna, kan delas upp i tre grammatiska steg. Nedanstående exempel gäller huvudsatsen *När man rider på tur har instruktören med sig många hästar.*

1. En *vI*-form (ja/nej-fråga) skapas genom att placera det som inleder, på vad som kallas, dess kanoniska plats. Den kanoniska platsen är den naturliga plats det som inleder finns på, om någon annat led istället inleder satsen.

Har instruktören med sig många hästar när man rider på tur?

Detta är ju också en fråga som texten besvarar. Den är dock lite mindre intressant än resten eftersom svaret alltid blir positivt: att frågan förekommer betyder helt enkelt att texten säger att detta gäller.

2. Varje led som kan inleda huvudsatsen placeras främst (*spetsställs*) i tur och ordning. På detta sätt skapas flera olika möjliga varianter av huvudsatsen, där informationen är densamma.

Instruktören har med sig många hästar när man rider på tur.

Många hästar har instruktören med sig när man rider på tur.

När man rider på tur har instruktören med sig många hästar.

I exemplen ovan är alltså subjekt, objekt och (tids-)adverbial möjliga inledningar.

3. Varje inledande led byts mot ett frågeord (*hv*-ord) för att ge en fråga.

Instruktören har med sig många hästar när man rider på tur.

→ *Vem har med sig många hästar när man rider på tur?*

Många hästar har instruktören med sig när man rider på tur.

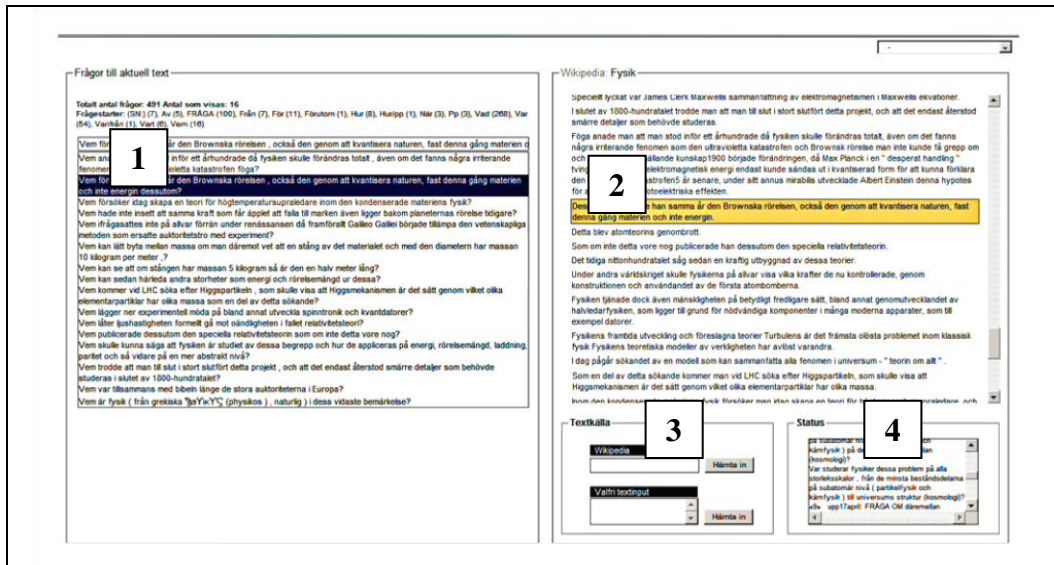
→ *Vad har instruktören med sig när man rider på tur?*

När man rider på tur har instruktören med sig många hästar.

→ *När har instruktören med sig många hästar?*

Det är alltså dessa tre frågor, *vem*, *vad* och *när*, som genereras från textmeningen om processen fungerar felfritt.

En längre text, som alltså består av många textmeningar, genererar på detta vis hundratals frågor. När programmet används, börjar användaren med att skriva in en fråga vilken härpå automatiskt kompletteras med de möjliga fortsättningarna.



Figur 4 Gränssnittet i programmet upptas huvudsakligen av formulär för frågeval och själva texten.

- 1) Autokompletterande inputfält för val av fråga
- 2) Texten som hela tiden visas för användaren, där svaret på en vald fråga scrollas fram och markeras
- 3) Val av artikel i Wikipedia eller annan textinput
- 4) Statusruta för diverse information under körning

Att välja rätt frågeord för det som omfrågas

Att automatiskt välja rätt frågeord (till exempel *vad*, *vem*, *när* eller *varför*) är en annan del i frågegenereringen som kräver mycket arbete, även om det definitivt inte är en omöjlig uppgift. Denna deluppgift kan alltså för närvarande leda till att frågor som inte besvaras faktiskt finns bland de som visas i systemet. Att i programmeringen av denna tillämpning välja rätt frågeord för ett led, varierar i svårighetsgrad beroende på vad frågeordet refererar till. Ett *nominalt* led (subjekt eller objekt/predikativ) ger ofta frågeorden *vad/vem/vilka*, medan adverbial som inleds med en vanlig preposition som *på* kan svara mot olika frågeord: *på medeltiden (när)*, *på landet (var)*, *på musik (på vad)*, *på det sättet (hur)*. Denna process kommer att kunna vidareutvecklas för att ge en bättre korrekthet, jämfört med nuvarande process i prototypen. Som exemplen ovan anger, är prepositionskomplementet (det vill säga *medeltiden* resp. *landet*) ofta också nödvändiga att kategorisera för att ge rätt frågeord förutom prepositionen. *På musik* i *Lyssnar på musik* räknas även det som ett sorts adverbial, men går under namnet prepositionsobjekt. För att särbehandla prepositionsobjekt, vilka normalt inte svarar mot enkla *hv*-frågeord, krävs att verbet, *lyssnar*, identifieras och kopplas till *på*-frasen. Hittills har försök med denna prototyp involverat försök med databaser som även använts till bland annat Nationalencyklopedins ordbok (1995-96) för att identifiera prepositionsobjekt utifrån verbinformation.

Frågan om relevans

När flera frågor genereras för varje textmening leder det oftast till att den textmängd som frågorna utgör är större än själva texten. I det praktiska användarperspektivet blir det aktuellt att ställa frågan om de genererade frågorna är sådana som en användare verkligen skulle ställa. Detta är frågan om *relevans*, ett begrepp som tyvärr verkar vara sammankopplat med ett slags relativitet. En fråga är relevant *med avseende på en kontext*, en användarkontext som naturligtvis är okänd för ett program. Betyder detta att det är omöjligt att säga om en fråga är relevant i någon sorts allmän mening?

Forskning om frågegenerering för engelsk text har också inletts. Rus och Graesser (2009) menar där att en process, som liknar den som beskrivits här, i värsta fall är en grov ”övergenerering” av frågor och att många av de genererade frågorna är oanvändbara. Detta är naturligtvis en viktig insikt, även om det är oklart om det motsvarande skulle gälla för den aktuella svenska prototypen. Det är en intressant forskningsuppgift att försöka säga något om vad relevans innebär i detta allmänna sammanhang.

Vilken annan information innehåller texten?

De besvarade frågorna från en text som programmet för närvarande genererar är de som svarar mot subjekt, objekt/predikativ och adverbial på huvudsatsnivå. Detta är naturligtvis inte all information. Nedanstående exempel pekar på att frågemängden som kan skapas skulle kunna utökas med sådana som gäller *delar av satsled* eller *underordnade satsled*.

En atomkärna består av protoner och neutroner.

Dessa är i sin tur uppbyggda av mindre partiklar, så kallade kvarkar.

Eftersom protonerna är positivt laddade och neutronerna saknar laddning, verkar elektromagnetiska krafter för att slita isär kärnan, som dock hålls ihop av stark växelverkan.

Informationen skulle med aktuell analys felfritt, på huvudsatsnivå, exempelvis kunna generera nedanstående frågor.

Vad består en atomkärna av?

Vad består av protoner och neutroner?

Vad är dessa (i sin tur) uppbyggda av?

Varför verkar elektromagnetiska krafter för att slita isär kärnan, (som dock hålls ihop av stark växelverkan)?

Vad verkar för att slita isär kärnan, (som dock hålls ihop av stark växelverkan)?

För vad verkar elektromagnetiska krafter (eftersom protonerna är positivt laddade och neutronerna saknar laddning)?

Detta frågeexempel svarar genomgående mot informationsinnehåll som hänger samman med huvudsatsdelar och svaren motsvaras (förutom i fallet ja/nej-frågor) av en full primär satsdel, här subjekt, objekt och adverbial.

En mer raffinerad innehållsanalys skulle kunna ge svar på frågor som: *Vad kallas de mindre*

partiklar protoner och neutroner är uppbyggda av? och Vad hålls kärnan (dock) ihop av (fast elektromagnetiska krafter verkar för att slita isär den)? Gemensamt för dessa exempel är att deras svar snarast motsvaras av underordnade attributiva led i den syntaktiska strukturen (så kallad-konstruktion respektive relativbisats), det vill säga, en djupare analys än den som huvudsakligen beskrivits.

Betydelsen hos en huvudsats, vilket är källan för de frågor som här skapas av frågegeneratoren, kallas ibland för dess *proposition*. Texten ”påstår” så att säga sina propositioner. Även om texten tyvärr skulle innehålla oriktiga påståenden, som genererar frågor, är frågesystemets uppgift just att besvara frågorna enligt texten. Detsamma gäller emellertid inte genomgående för de satser som finns på underordnad nivå, alltså bisatser och relativsatser. I satsen *Jag hoppas att det regnar* hävdar texten inte att det regnar. Däremot gäller det som en giltig slutsats, utifrån texten, om den istället innehåller *Jag vet att det regnar*. Detta är alltså en aspekt hos en framtida mer raffinerad frågegenerering: om det aktuella huvud verbet i matrissatsen är *faktivt*, som *vet*, är det möjligt att dra fler slutsatser.

Slutligen kan det nämnas att experiment har utförts för att utöka mängden *frågeformuleringar* med utgångspunkt från de frågor som redan skapats utifrån en text. Detta har hittills handlat om omformuleringar av frågor med hjälp av synonymiutbyten. Syftet har alltså varit att försöka underlätta användarperspektivet genom att tillhandahålla så många formuleringar som möjligt av de frågor som besvaras. Dessa försök har hittills inte givit så tydliga förbättringar. Detta beror delvis på att det är relativt ont om verkliga synonymer, som alltid kan bytas mot varandra. I en synonymikälla som *Folkets synonymordlista* (Kann & Rosell, 2005) finns dock ett användbart poängsystem som ger en viss bild av hur goda synonymer två termer är.

Text: Kenneth Wilhelmsson

Fil. dr., Institutionen för filosofi, lingvistik och vetenskapsteori, Göteborgs universitet & Institutionen för biblioteks- och informationsvetenskap, Högskolan i Borås

Referenser

- Converse, T., Kaplan, R. M., Pell, B., Prevost, S., Thione, L., & Walters, C. (2008). Powerset's Natural Language Wikipedia Search Engine. *Wikipedia and Artificial Intelligence: An Evolving Synergy. Papers from the 2008 AAI Workshop* (s. 67). Chicago, USA: AAAI Press.
- Diderichsen, P. (1946). *Elementær Dansk Grammatik*. Köpenhamn: Gyldendahl.
- Kann, V., & Rosell, M. (2005). Free Construction of a Free Swedish Dictionary of Synonyms. *Proceedings of 15th Nordic Conference on Computational Linguistics – (NODALIDA 05)*. Joensuu.
- Nationalencyklopedins ordbok*. (1995-96). Höganäs: Bra Böcker.
- Rus, V., & Graesser, A. C. (2009). *The Question Generation Shared Task and Evaluation Challenge*. Memphis, USA: The University of Memphis.
- Teleman, Ulf. *Manual för grammatisk beskrivning av talad och skriven svenska*. Lund: Studentlitteratur, 1974.
- Wilhelmsson, K. (2010). *Heuristisk analys med Diderichsens sattschema - Tillämpningar för svensk text (doktorsavhandling)*. Göteborgs universitet: Institutionen för filosofi, lingvistik och vetenskapsteori.