

Tudásalapú természetesnyelv-feldolgozás

Kálmán László¹, Balázs László² és Erdélyi Szabó Miklós³

¹ Alkalmazott Logikai Laboratórium, Budapest
MTA Nyelvtudományi Intézet, Budapest
MTA/ELTE Elméleti nyelvészet szakszoport, Budapest
kalman@nytud.hu

² Alkalmazott Logikai Laboratórium, Budapest
bazsi@all.hu

³ Alkalmazott Logikai Laboratórium, Budapest
MTA Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet, Budapest
mszabo@renyi.hu

Absztrakt: A 80-as évek óta két fő irányzat van a számítógépes nyelvészetben: a statisztikus megközelítést használó „felszíni technológiák”, valamint azok a próbálkozások, hogy a generatív nyelvelméletet mégiscsak használni lehessen. Az előző volt a sikeresebb, de a mondattan és főleg a jelentéstan területén nem volt előrehaladás. Az általunk javasolt alternatíva olyan hibrid rendszer, amelyben különböző tudásfajtákat különböző eszközökkel kezelünk. Az „automatikus” folyamatokat, mint amilyen a beszédfelismerés, statisztikus eszközökkel modelláljuk, míg a „tudatos” működéseket pedig, mint amilyenek a megértés és fogalmazás mélyebb szintjei, logikai eszközökkel, az ún. konstrukciós nyelvtan elméleti alapján, az abdukciónak nevezett okoskodási módszerrel.

1. Bevezetés

A múlt század 60-as éveinek nagy generativista fellángolását a 80-as évekre a csalódás hangulata váltotta fel. Reménytelenül bonyolultnak és inadekvátnak bizonyult a természetes nyelv feldolgozásának szabályalapú megközelítése. A 90-es évek óta nyilvánvaló, hogy a generatív nyelvtan merev és moduláris nyelvtanfel-fogására nem lehet működő rendszereket alapozni, és elterjedtek a nagy korpuszok elemzésén alapuló statisztikus módszerek, amelyek az alsóbb nyelvi szintek (beszédlétrehozás és -felismerés, alaktani elemzés) tekintetében igen sikeresek is. A kutatók igyekeznek a korpuszalapú módszereket a magasabb szintekre, a mondattani és jelentéstani elemzés szintjére is kiterjeszteni.

A mi vállalkozásunk azon alapul, hogy — bár nem tagadjuk az automatikus tanulás és a nyelvfeldolgozás sztochasztikus, nem-determinisztikus modelljeinek fontosságát — a magasabb, többé-kevésbé tudatosan végzett nyelvi tevékenységekben a tudással és okoskodással való összefüggéseknek ugyanúgy fontosságot tulajdonítunk, mint a formai minták felismerésének. Ez nem a szabályalapú megközelítések „visszacsempészése” a nyelvfeldolgozásba, hanem annak az érvényesítése, hogy nagyjából tudatosan végzett, a gondolkodással és következtetéssel összefüggő emberi tevékenységeket szerintünk nem lehet ugyanolyan eszközökkel

modellálni, mint az olyan szinte automatikus, szinte a reflexszerű beidegződésig rutinszerű tevékenységeket, mint a hangképzést és a szóalakok felismerését, a szótárból való kikeresését.

A következőkben először visszatekintünk a természetes nyelv feldolgozásának fő fejlődési vonalára, és elhelyezzük az általunk tervezett rendszert ebben a vonalban (2.). Utána részletesebben kifejtjük a nyelvi megértéssel és a megnyilatkozások létrehozásával kapcsolatos „filozófiánkat” (3.), majd azt, hogy magát a nyelvi tudást hogyan modelláljuk (4.). Az utolsó pontban (5.) a rendszer továbbfejlesztésének, különösen tanulhatóvá tételének problémáiról szólunk.

2. Előzmények

Nagy volt a lelkesedés, amikor a 70-es években Chomsky és Montague előálltak a nyelvten és a jelentéstan formalizálásának nagyszabású terveivel. Végre valaki precízen megmondja, mi is van a természetes nyelvekben — gondolták a számítógépesek, és már fenték a fogukat, hogy majd beszélgető- meg fordítógépeket fognak építeni.

A 80-as években már a csalódás volt az uralkodó hangulati elem közöttük. A javasolt formális modellek nemcsak hogy gyakorlatilag kezelhetetlennek bizonyultak — ezen még csak-csak lehetett volna javítani, változtatni —, de egyre inadekvátabbnak is tűntek. Bárhogy fájt is a generativista szívének, a fő baj ezekkel a modellekkel a modularitásuk volt. Ha a mondatton autonóm, és nem használ jelentéstan-pragmatikai információt, akkor az elemzés problémája szinte megoldhatatlan; ha a jelentéstan autonóm, és nem keveredik a pragmatikával, akkor réménytelenül használhatatlan és bonyolult. A moduloknak annyiféleképpen kellene együttműködniük, hogy már nem is nagyon nevezhetnénk őket moduloknak.

Kétféle ellenreakciót váltott ki az elkeseredett hangulat: az egyik a nyelvelméletre alapozott modellek teljes elvetését (ez a máig is sikeres statisztikus eljárásokhoz vezetett; jelszavuk: „szakítsunk a csak szakértők által feltölthető rendszerekkel, mérjük inkább ki, hogy mik a jó paraméterek”), a másik a modularitás és/vagy a futószalagszerű, szekvenciális modellek elvetését. Az utóbbi sajnos csak jelszavak formájában fogalmazódott meg („készítsünk integrált rendszereket”, illetve „szakítsunk a tisztán procedurális felfogással”, vö. [2]). A mi kutatásunk az utóbbi vonalba illeszkedik — bár nem tagadjuk, hogy bizonyos területeken a statisztikai módszerek a legjobbak.

Az általunk épített rendszer — amelynek még arra se volt ideje, hogy nevet kapjon — moduláris, de a modulok nem a nyelvészetből ismert rétegződésnek (fonológia, morfológia, szintaxis stb.) felelnek meg, hanem aszerint állítottuk fel őket, hogy milyen típusú eljárások működnek bennük. Tudásalapú rendszerről lévén szó, a „tudás” fogalmának, különböző értelmezéseinek felelnek meg ezek a modulok. A szó sokértelműségét könnyű belátni, elég, ha arra gondolunk, hogy az immunrendszerünkben is van „tudás”, hiszen különböző fehérjetípusokat képes felismerni, elkülöníteni és reagálni rájuk, van ún. operacionális tudásunk (mint pl. a járás), amelyet nem tudunk expliciten megfogalmazni, mégis tudatosan

használjuk, van olyan tudásunk, amelyeket szabályok formájában is meg tudunk fogalmazni, és így tovább.

Amikor a számítógépesek „tudásalapú” rendszerről beszélnek, akkor a sokféle tudásféle közül arra gondolnak, amely a logikából ismerős „állítások + következtetési szabályok” sémával írható le, vagyis arra a tudásra, amely logikai állítások egy halmazából áll, plusz mindazokból a potenciális állításokból, amelyeket ebből a halmazból következtetésként le lehet vonni. Mi azonban, amikor a „tudásalapú” NLP szükségességét elismerjük, nemcsak erre a fajta tudásra gondolunk.

A mi tudásalapú rendszerünknek olyan moduljai is vannak, amelyek tudattalan, teljesen automatikus mechanizmusokat szimulálnak, ezeket technikailag nem is nevezhetjük „tudásalapúaknak”, hiszen emberi megfelelőiket okoskodás nélkül, teljesen automatikusan használjuk. Ilyen mechanizmusok például a célok kitűzése, illetve a még absztraktabb, a célok mögött meghúzódó mechanizmusok, amelyeket vágyaknak nevezhetünk. Ezek irányítják, mozgatják végső soron a beszéd és a megértés folyamatát. De ilyen tudattalan mechanizmusok például a kiejtés és a szófelismerés folyamatainak nagy része is, ezek is olyan modulok, amelyekbe a tudatos gondolkodás, érvelés nem tud igazából „beavatkozni”.

A másik véglet a tudatos okoskodás szintje; a tudatos modulok a mesterséges intelligenciából jól ismert, csak apróbb újításokat tartalmazó módszerekkel elsősorban tervezést végeznek. A konkrét helyzet, a cél és általában a külvilág ismeretében terveket dolgozunk ki a célunk eléréséhez. Fontos, hogy részleges terveket is használunk (amelyeknek nincs minden részletük kidolgozva, további, de elhalasztott tervezési folyamatot tesznek még szükségessé), valamint hogy előregyártott tervek (ún. receptek) is a rendelkezésünkre állnak, az olyan esetekre, amelyeket már egyszer megoldottunk, és emlékszünk a megoldásra. A tudatosság pillanatnyiségének megfelelően még ezeknek a tervezési folyamatoknak a nagy része is „tudattalanul” történik.

3. Megértés és megnyilatkozás

A nyelvi modul felépítésének az az alapelve, hogy a megértés és a mondatlétrehozás (szemben a Chomsky-féle „genetikus” elmélettel) csak intelligencia segítségével lehet sikeres. Lehet, hogy az ismert szavak felismerése és jelentésüknek a memóriából való előkeresése (és az ellenkező folyamat, a szerkezetek kimondása) automatikus, tudattalan folyamat, amelyet kellő szenzomotoros mechanizmusok segítségével akár kutyák vagy majmok is végre tudnának hajtani. Ezekre az amúgy nagyon fontos folyamatokra összpontosítanak a mai számítógépes nyelvészet főáramába tartozó statisztikaalapú rendszerek, de éppen ezekről a tudásalapú rendszereknek nem sok mondanivalójuk van. Nagyrészt az intelligens szférához tartozik azonban az, ahogyan kisakkozzuk, hogy beszélgetőtársunk miért éppen egy bizonyos nyelvtani vázba miért éppen azokat a szavakat illesztette bele, amelyeket hallunk, illetve hogy milyen vázba milyen szavakat kell illesztenünk, hogy a hallgatóságunkban egy bizonyos jelentésélményt idézzünk fel.

Ezt a folyamatot a logikában abdukciónak nevezett okoskodási eljárással modelláljuk. Az abdukció azt jelenti, hogy egy következtetésnek a konklúzió-

ját ismerjük, és olyan premisszákat keresünk, amelyekből következik. Persze sok premisszahalmaz elegendő lehet ennek, természetesen az adott körülmények között legvalószínűbbet keressük ezek közül a halmazok közül. A jelen esetben a biztos információt, az elhangzott szavak sorát konklúzióknak tekintjük, és legjobb tudásunk szerint kiegészítjük egy koherens mondatábrázolással, szőröstül-bőröstül, vagyis a mondat jelentésével együtt, olyannal, amelyben a forma harmóniában van a tartalommal (vö. [3]). Ennek során a legkülönbözőbb információkra szükségünk lehet, nemcsak nyelvtaniakra, és — hacsak nem nagyon olajozott beszélgetésről, rutinszerű nyelvhasználatról van szó — nemcsak olyanokra, amelyek automatikusan, tudattalanul hozzáférhetőek.

4. Konstruktív nyelvtan

A tudásalapú nyelvfeldolgozás egyik kulcsmozzanata, hogy a nyelvi tudást nem procedurális formában kell tárolnunk, és nem szabad modularizálnunk, vagyis nem különíthetjük el élesen az alaktani, mondattani, jelentéstani és pragmatikai tudást. Ennek a problémának a kézenfekvő megoldása az ún. konstruktív nyelvten (ld. pl. [4]) használata.

A konstruktív nyelvten legfőbb elve ugyanis az, hogy az embereknek nem azt a képességét kell megmagyarázni, hogy különbséget tudnak tenni helyes és helytelen mondatok között (már az is kérdéses, hogy egyáltalán rendelkeznek-e ezzel a képességgel), hanem azt, hogy bizonyos jelentéstípusok és formátípusok közötti kapcsolatok ismeretében képesek egymással kommunikálni.

A konstruktív nyelvtenban egyetlen formája van a nyelvi szabályszerűségek leírásának, mégpedig a konstrukció, amely nem más, mint egy általánosítás formai és jelentéstani tulajdonságok konvencionális együttjárásáról. (Speciális konstrukciókként felvehetőek még csak formai vagy csak tartalmi általánosítások is, valamint konstrukciók egymással való asszociációjáról, konvencionális együttjárásáról is lehet nyilatkozni, sőt, akár arról is, hogy két konstrukció tasztja, gátolja egymást.) A nyelvten nem más, mint rengeteg tartalmi és formai általánosítás együttjárásának és kölcsönös gátlásának bonyolult szövedéke.

Mind a mondatelemzés, mind a mondatlétrehozás folyamatában voltaképpen szükséges konstrukciók aktivizálásával párhuzamosan abdukciós folyamat, vagyis az aktivizált konstrukciók koherens egésszé való kiegészítése történik — ehhez általában újabb konstrukciók aktivizálására van szükség.

4.1. Formai általánosítások

A formai jellemzések fonológiai és mondattani mintákról szólnak. A kettő elég különböző, és különböző automatikus folyamatok működnek rajtuk, de nem annyira, hogy ne lehessen egyetlen leíró nyelv segítségével beszélni róluk. Mindkettőben a szemantikából ismert eseményszerkezetet frunk le, amelyben több szálon futnak az események, és az eseményfonalak egy-egy pontja egymáshoz képest időzítve (szinkronizálva) van (vö. [1]). A fonológiában jól ismertek ezek

az eseményfonalak, többé-kevésbé független artikulációs-akusztikai mechanizmusoknak felelnek meg (ezek az autoszegmentális fonológia „tier”-jei, tengelyei). A mondattanban is vannak ilyen fonalak, például a predikátum—argumentum szerkezet, a diskurzusbeli szerepeknek megfelelő szerkezet stb. Automatikus moduljaink arra való, hogy az ilyen eseményszerkezetet lefró nyelven vagy nyelveken villámgyors összeggéseket és konzisztencia-ellenőrzéseket végezzenek.

4.2. Jelentéstani jellemzések

Sokkal nagyobb gondok vannak a jelentéstani jellemzésekkel a konstrukciós nyelvtanban. Szemben a frázisstruktúra-nyelvtan rendezett, fegyelmezett eljárásával, ahol minden ponton a szánkba rágják, hogyan kell a jelentéseket összerakni, itt sok helyről, sok párhuzamosan futó szálon sokféle információ gyűlik, és ezeket kell összegezni.

Ráadásul nemcsak a struktúra lazasága, pontosabban szerteágazó volta nehezíti meg a jelentéstani jellemzést, hanem az a tény is, amit már említettem, hogy a „nyelvtani szempontból fontos” jelentéstani jellemzés nem különíthető el élesen egyéb, a jelekhez kapcsolódó információktól, az utóbbiak tehát folyton „feltolulnak”, ezt is menedzselni kell. És végül, habként a torta tetejére, ott van az a már-már filozófiai probléma, hogy mit is jelent egy mondatot megérteni. Felületesen „megértjük” azt a fél mondatot is, amit a buszon véletlenül meghalunk, tehát nem korlátozhatjuk a megértés fogalmát arra, amikor valóságosan felismerjük a beszélő kommunikációs szándékát. De ha csak az „igazi” kommunikációs helyzeteket nézzük, akkor is nagyon változó, hogy milyen mélyen derítjük fel, ami a kimondottak mögött van. Lakonikusan csak annyit tudunk mondani erről, hogy „megértésről” értelmesen csak úgy lehet egyáltalán beszélni, ha a hallgatóság céljaihoz képest értjük ezt, vagyis akkor értünk meg valamit, ha választ kapunk valamire, amire célunk volt választ kapni.

Nos, mindezek a bonyodalmak olyan jelentéstani ábrázolást tesznek szükségessé, amely radikálisan különbözik a szokásostól. A hagyományos formális szemantikában ugyanis minden mondattani kategóriához a megfelelő típusú jelentés tartozik, ezért tudjuk olajozottan összeépíteni őket, ha megfelelő mondattani szerkezetben találkozunk velük. Tehát a „hiányos” mondatszerkezethez (pl. alany nélküli mondat) „hiányos” jelentés (azaz funktor, operandus nélkül hiányos kifejezés) tartozik, a mondattani predikátum—vonzat viszony a jelentésben funktor—operandus viszonyoknak felel meg, és így tovább.

Mivel az általunk feltételezett mondatszerkezet nem szigorúan hierarchikus, másfajta értelmezési módszert, másfajta jelentéstani szemléletet kell választanunk. Ugyanakkor a kompozicionalitás elvét meg akarjuk tartani, tehát az értelmezésnek a mondatszerkezettel összhangban kell történnie, tehát a mondatszerkezetnek összhangban kell lennie azzal, ahogyan a részek jelentését kombináljuk. De a kombinációt nem „vezérlő” a mondattan abban az értelemben, ahogy a hagyományos generatív nyelvtanban, vagyis nem áll fenn megfelelés a mondattani kategóriák és szemantikai típusok között. Sőt, az igazság az, hogy szokásos értelemben vett mondattani kategóriákról és szemantikai típusokról nem is beszélhetünk.

Végül a megértés mélységének filozófiai problémájáról annyit, hogy — akár-hogy oldjuk is meg ezt a problémát — csak akkor tudunk megfelelni a „változó mélységű megértés” követelményének, ha az egész megértési folyamat fokozatos finomítás formáját ölti. Ez pedig azt jelenti, hogy a „megértés mint (logikai nyelvre való) fordítás” elképzelésének véglegesen búcsút mondhatunk. Inkább úgy kell felfogni a dolgot, ahogy az abdukcióval kapcsolatban is mondtam, hogy iteratív módon kell hipotéziseket megfogalmazni a hallottak elhangzásának egyre mélyebb és mélyebb lehetséges okairól, mindaddig, amíg el nem jutunk egy olyanhoz, amely választ ad arra, amit tudni akartunk (persze, csak ha van rá időnk).

5. Tanulás

A rendszer továbbfejlesztésében messze a legnagyobb problémát az jelenti, hogy tudásalapú rendszerek felépítését automatikus tanulóval igen nehéz szimulálni. Míg a hangok és hangtípusok száma igen korlátozott, de még a szótipusoké is meglehetősen, a jelentéstípusok lényegében korlátlan számúak, és reménytelennek olyan korpuszt összeállítani, amelyben minden forma—jelentés társításra elegendő mennyiségű példát lehetne találni. Nem véletlen, hogy ehhez a valóságos életben is évek megfeszített munkájára van szükségünk. Ennek ellenére biztosak vagyunk abban, hogy a rendszer feltöltése nem történhet kizárólag „kézi” erővel. Mint a természetes nyelv feldolgozásában általában, a tanulás esetében is az az álláspontunk, hogy csak a szakértői tudás és az automatikus tanulási módszerek kombinálása, tehát egy hibrid megoldás lehet eredményes.

Hivatkozások

1. Bird, Steven, és Ewan Klein: *Phonological Events*. EUCGS/RP-24, Centre for Cognitive Science, University of Edinburgh, Edinburgh, 1989.
2. De Smedt, Koenraad, Helmut Horacek és Michael Zock: *Trends in Natural Language Generation: An Artificial Intelligence Perspective*. Springer-Verlag, 1996. 'Architectures for natural language generation: Problems and perspectives', pp. 17–46.
3. Hobbs, Jerry R., Mark Stickel, Douglas Appelt és Paul Martin: 'Interpretation as abduction'. *Artificial Intelligence* 63 (1993), 69–142.
4. Kálmán László: *Konstrukciós nyelvten*. Tinta Könyvkiadó, Budapest, 2001.