

A SZÁMÍTÓGÉP MINT SZAKÉRTŐ

Az elmúlt év őszén Amszterdamban találkoztak egymással azok a kutatók, akik a mesterséges értelmű alapuló számítógépes szakértői rendszereknek a fejlesztésével foglalkoznak. Ezen hazánkat többen is képviselték. Ők azonban — a többi szocialista országból érkező kutatókkal egyetemben — az előadásoknak csak egyik részét hallgatták meg. Nem önszántukból! A rendezők ugyanis a szocialista országokbeli kutatóknak kék, a többieknek zöld „azonosítókárttyát” adtak — és bizonyos előadásokra csak a „zöldeket” engedték be... Úgy látszik, hogy a nemzetközi tudományos közéletben is kialakulóban van a témának egy afféle „zárt” listája. S ezen az egyik tétel a tudással felruházott számítógépes szakértői rendszer (SzR).

A szakértői rendszerek száma a világon ma már több százra — talán több ezerre — rúg. Jó részük orvosi kórisméket készít, de több olyan rendszer is van, amely *vegytani, élettani, földtani, műszaki* vagy oktatási ismeretekkel van felvértezve.

KÉTFÉLE FELADAT

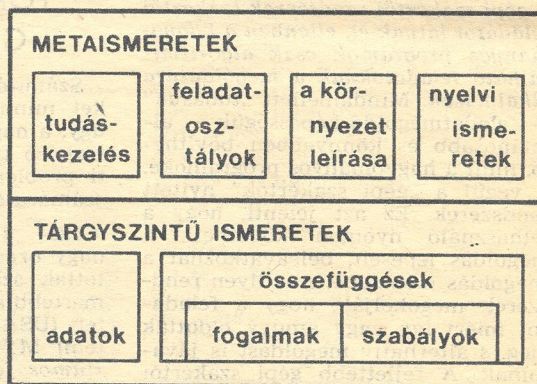
A rádiót mindenki be tudja kapcsolni, s rá tudja hangolni — mondjuk — a Petőfi adóra. S viszonylag könnyű megtanulni, hogy miként kell — például — a szótárt használni. Hogy miért? Mert a rádió bekapcsolása, a szótár kezelése stb. típusú feladatoknak a megoldása *szabályokba foglalható*. Az ilyen feladatok megoldására *számítógépes programok* is írhatók. Például készíthetünk olyan programot, amely szótárként működik: ezt futtatva a számítógép képernyőjén megjelenik a begépelte magyar szónak megfelelő orosz, angol vagy német szó. Ehhez a számítógépnek szüksége van egy — mondjuk — ugyanolyan felépítésű szótárra, mint amilyen mi könyv formájában megszoktunk, persze nem papíron, hanem valamilyen más adathordozón (mágneslemezen, mágnesszalagon) és gépi felhasználásra átkódolt formában. A gép maga szótárából ugyanúgy keresi ki a szavakat, mint az ember: először „fellapozza” az első betűnek megfelelő szótári részt, azután ezen belül kikeresi a második betűnek megfelelő részt, és így tovább.

E programnak — s általában: minden hagyományos programnak — az a legfőbb sajátossága, hogy a feladat megoldására olyan eljárást al-



A GAIA-rendszer az orvosi munkát segíti majd (a felvétel a szekszárdi kórházban készült)

A szakértői rendszer „tudása”, ennek szerkezete



kalmaz, amely *mindig* sikerre vezet (azt is sikernek tekintjük, ha a program megállapítja, hogy a keresett szó nem szerepel a szótárban): számára a megoldandó feladat csupán egy példa. Az ilyen eljárást *algoritmusnak* (algoritmus: azonos típusú feladatok megoldására alkalmas eljárás), az algoritmust tartalmazó programokat pedig *algoritmikus programoknak* nevezzük.

A jól belátható, világosan megfogalmazható — algoritmizálható — feladatoknak a megoldására tehát már megtanítottuk a számítógépet. Am a mindennapi életben előforduló és megoldandó feladatoknak a zöme nem ilyen. Nézzünk néhány példát! Hogyan teremthetünk rendet a civakodó gyermekek között? Sokféleképpen! Nyilvánvaló, hogy nincs egyedül üdvös megoldás, és

nagyon valószínű, hogy a jó megoldásnál is van még jobb. Hasonlóképpen: nincs olyan épület, amelynél ne lehetne még jobbat tervezni, építeni, vagy olyan gyógymód, amelynél ne volna még jobb... A pedagógusnak, a háziasszonynak, az orvosnak egyetlen nap alatt is több tucat ilyen — nevezzük így: *szakértői* — feladatot kell megoldania. Ezekre az a jellemző, hogy megoldásukra a szakértőnek *sincs mindig* sikeres „algoritmusa”, hanem csak tanult és saját tapasztalataiból leszárt kereteljárása. Am ennek a birtokában általában — de nem szükségképpen — viszonylag jó megoldást ad.

A szakértő a feladatot saját tárgyi tudása, tapasztalatai és intuíciója alapján oldja meg, s ehhez úgynevezett *általános feladatmegoldó*

eljárásokat használ, azaz: analógiákat keres, hipotéziseket állít fel, általánosít, és így tovább. Például a múltbeli esetek tanulságaira építve kigondol egy megoldást (hipotézist állít fel), majd végiggondolja, hogy vajon az elképzelése elvileg jó-e (ez a szimuláció), végül pedig a megoldást ellenőrzi, teszteli. Egy-egy feladat megoldásának, persze, sok más útja-módja is lehet. És a szakértő sokszor nem is tudja megmondani, hogy miként oldotta meg a feladatot: gyakran „öszönösen” lép, mondhatni, „megérzi”, megsejti a jó megoldást.

Nos, a gépi szakértői rendszer is szakértői feladatot lát el (vagyis nem algoritmizálható feladatot old meg), s a megoldáshoz hasonlóan jut el, mint az ember (a géptől, persze, nem várhatunk el intuitív képességet): minden egyes feladatra új, „testre szabott” megoldási tervet készít, s megoldásaiban általános feladatmegoldó eljárásokat használ, különösen gyakran épít a hasonló (analóg) esetekre.

SAJÁTOS PROGRAM

A gépi szakértői rendszerek is voltaképpen számítógépre írt programok, ám néhány tulajdonságuk élesen megkülönbözteti őket a hagyományos programoktól. A legfontosabb különbséget már említettük: a gépi szakértői rendszerek szakértői feladatot látnak el, ellenben a hagyományos programok csak algoritmizálható feladatoknak a megoldására alkalmasak. Mindamellett „tudásuk” — feladatmegoldó képességük — általánosabb és könnyebben bővíthető, mint a hagyományos programoké. S végül a „gépi szakértők” nyitott rendszerek. Ez azt jelenti, hogy a felhasználó nyomom követheti a megoldás lépéseit, beleavatkozhat a megoldás menetébe, s az ilyen rendszerek megokolják, hogy a feladatot miért így vagy amúgy oldották meg, s alternatív megoldást is javasolnak. A fejlettebb gépi szakértői rendszertől még azt is elvárjuk, hogy akkor is kísérje meg megoldani a feladatot, ha tudása foghíjas, és az adatok bizonytalanok vagy hiányosak.

De vajon milyen tudással kell a számítógépet felvérteznünk ahhoz, hogy szakértőként helytálljon? A rendszernek a tudását két emeletre oszthatjuk; az alsó emeleten a szakterülethez tartozó és a környezettel való kapcsolatteremtéshez szükséges ismeretanyag (tárgyi tudás), a felső pedig annak célszerű felhasználására vonatkozó tudás (metatudás) foglal helyet (lásd az ábrát). A tárgyi tudás is két részből, az adatokból és az összefüggésekből — a fogalmakból és a közöttük meglévő kapcsolatrendszerből — tevődik össze. (Például egy orvosi szakértői rendszerben a betegségek leírását a következő fogalmi keret segítségével adhatjuk meg: a BETEGSÉG NEVE, KÖR-

OKOZÓK, TÜNETEK, LEFOLYÁS, GYÓGYÍTÁS, KOMPLIKÁCIÓK.) A fogalmak között, illetőleg a fogalmak és az adatok között meglévő ok-okozati, időrendi stb. kapcsolatokat szabályrendszer rögzíti, és szabályok írják le a problémák megoldásakor előforduló kapcsolatokat is. Például egy ilyen — föltételezett — szabály a következő: ha az X betegség okozója Y baktérium, s ha a betegnek magas láza van, és állandó fejfájásról panaszkodik, elvégzendő a Z vizsgálat, s ennek eredményétől függően ilyen vagy olyan gyógyszer adagolandó. A szabály, persze, a gépben nem így van rögzítve, a formula általában ehhez hasonló szerkezetű, de tömörebb.

A gépi szakértői rendszer metaismeretének egy része az adatok és a szabályok beszerzésének, a hozzájuk való jutásnak és kezelésüknek a módjára vonatkozik, másik nagy csoportja a feladatokat, feladatosztályokat írja le. A rendszer ez utóbbi alapján azonosítja, illetőleg ismeri fel a megadandó feladatot, de a feladatosztályok leírása a megoldásra is tartalmaz szabályokat. A metaismeretek harmadik csoportja a rendszer környezetének leírását és az egyéb „háttér-ismereteket foglalja magába, a negyedik pedig a tudást hordozó nyelvnek a szerkezetére vonatkozik.

FŐKÉNT AZ ORVOSI GYAKORLATBAN

Számítógépes szakértői rendszereket mindeddig főként az egészségügy, a nagy és összetett feladatokkal birkózó tudományágak és gyakorlati problémákkal küszködő ágazatok számára dolgoztak ki.

1984 júniusában mintegy húsz nagy orvosi szakértői rendszert tartottak számon a világon. A legismertebb a tíz évvel ezelőtt kifejlesztett (USA, California, Stanford Egyetem) MYCIN-rendszer: ez a baktériumok fertőzéseinek a földelésében és gyógyításában segíti az orvos munkáját olyképp, hogy a mikrobiológiai tüneteket és a föltételezett fertőzést összekapcsolva és az orvoshoz célirányos kérdéseket intézve tanácsot ad. A nyolcvanas évek elején a pittsburghi egyetemen próbálták ki az INTERNIST-rendszert. Úgy tervezték, hogy ez tanácsadóként működik majd közre mintegy ötszáz belgyógyászati betegség földelésében. Ám a bonyolultabb esetekben gyakran rosszul értelmezte a tüneteket, nehezen volt áttekinthető a megállapítása, s viszonylag kicsi volt a találati aránya. E tapasztalatokat felhasználva alakították ki a CADUCEUS-rendszert — ez már jó áttekinthető ad a beteg állapotról, s követi a folyamatok dinamikáját. A CADUCEUS — alkotói szerint — a belgyógyászati tapasztalatoknak mintegy a 85 százalékát ismeri.

A DENDRAL — ezt is az USA-

ban dolgozták ki, s az egyik legrégebbi rendszer — óriásmolekulák szerkezetének kiderítésére használható. Adattára főként szinképelemzési és mágneses rezonanciás méréseknek az eredményeit és a molekulák szerkezetére vonatkozó tapasztalati összefüggéseket tartalmazza. A PROSPECTOR bizonyos ásványi anyagok előfordulásának helyeit segít felkutatni. A rendszer „tudása” részben a mérési adatok és az ásvány előfordulása közötti tapasztalati összefüggésekből áll. A HEARSAY—II beszédfelismerő és -generáló rendszer mintegy ezer angol szót ismer. Ez az egyik legbonyolultabb felépítésű gépi szakértői rendszer. Tulajdonképpen egy vezérlő rendszerből és több szakértői rendszerből épül fel. Az alrendszerek a nyelv különböző szintjein „szakértősködnek”: az egyik a beszédhangok felismerésében, a másik a szavak értelmezésében, a harmadik a nyelvtanban stb. szakértő. Az R1 bonyolult számítógép-rendszereket tervez, mégpedig eredményesebben, mint az ember. Ez valószínűleg annak tulajdonítható, hogy bonyolultabb rendszerek összeállításakor nagyon sok és gyakran egymásnak ellentmondó követelményeket kell kielégíteni, s az ember ilyenkor hajlamos az egyszerűsítésre.

HAZAI VIZEINKEN

Hazánkban is működnek gépi szakértői rendszerek (ez az elnevezés nálunk egyelőre nem honosodott meg, a szakértői rendszert is gyakran logikai programnak nevezik). Ilyen a Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetben kifejlesztett orvosi, illetőleg folyamatirányítási szakértői rendszer, az Országos Tervhivatal Számítóközpontjának AMETIST-rendszere és a GAIA nevű orvosszakértői rendszer (ezt a Számítástechnikai Alkalmazási Vállalat, a Számítástechnikai Koordinációs Intézet és a szekszárdi kórház szakemberei közösen alakították ki). (Lásd még a Géporvos? című cikkünket. — A szerk.) De ilyennek tekinthető a gyógyszervegyészetben meg az épülettervezésben használatos programok közül is nagyon sok.

Hazánk a gépi szakértői rendszerek fejlesztésében és alkalmazásában — a fejlett iparú országokhoz viszonyítva — hátrányban van. Ezt azonban még behozhatjuk, mert nálunk a logikai programozásnak nagy hagyománya van, s a szakértői rendszerek alap kutatásának szintén megvannak a személyi alapjai. Ezért átgondolhatjuk az első nemzedékű rendszerek buktatóit, s hozzákezdhetünk a következő nemzedékbeli rendszerek fejlesztéséhez, föltéve, hogy mindehhez az anyagiak is előteremtethetők.

Aszalós János — Dr. Jávör András