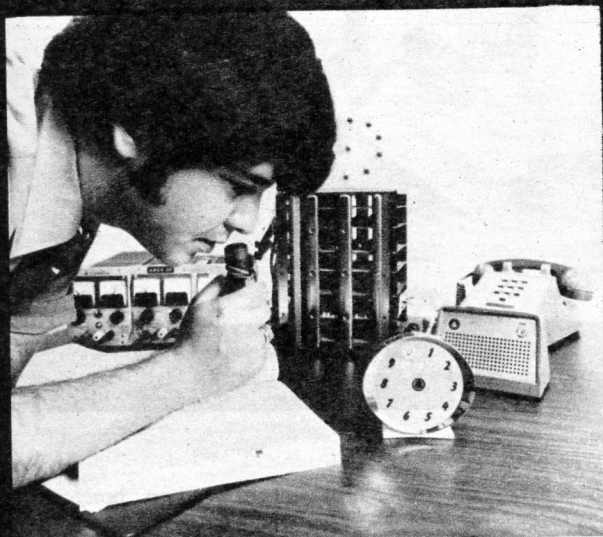


ÚTON A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FELÉ



A számítógépet meg lehet tanítani az emberi beszéd megértésére és a gépírás elolvasására. Az emberrel szót értő gép időosztásos üzembn, élő nyelven, problémák megoldásában is segíthet. A gépi alakfelismerés távlatain a mesterséges intelligencia laboratóriumai dolgoznak.

SZÁMOKAT TANUL a Bell cég szóból értő gépe, hogy azután — tárcsázni tudjon. A tervezőmérnök tárcsázás közben mikrofonba mondja a számot — így tanul a gép

KÉPZELJÜK MAGUNK ELÉ a következő jelenetet.

Az egyik egyetemi épület földszintjén a számítógép előszobájában, katódsugárcsöves megjelenítő áll. A képernyőn, egymás alatt, a Fortran programozási nyelvben használatos alapszavak, mellettük, másik oszlopban az ABC betűi, a számok és az írásjelek. A képernyő alján három rövid szöveg: „igen”, „nem” és „nem értem”.

A kísérletező mérnök bal kezében mikrofon, jobb kezében fényceruza. Türelmesen mondja, kétszer, háromszor egymás után: négy. Amikor a szó először hangzik el, kis világító nyíl jelenik meg a „nem értem” felirat mellett. A mérnök felemeli a

fényceruzát és a négyes számra mutat. A nyíl „átugrik” oda. Ismét a mikrofon kerül sorra. A nyíl újra felvillan, de nem a „nem értem”, hanem a kettes számjegy mellett. „Nem” — mutatja fényceruzával a mérnök, s a nyíl kialszik, amíg a fényceruzával másodszer is rá nem mutat a négyes számjegyre. A harmadik bemondásra a gép már megérti a szót; a nyíl a megfelelő helyen gyullad ki...

Alig másfél óra alatt megtanítható erre a programra, az összes szükséges szavak, írásjelek megértésére a kaliforniai Berkeley egyetemen működő számítógép — természetesen akár angolul, oroszul, németül, olaszul, bármely nyelven, magyarul is. Mert ami a tárába bekerül, az a ki-

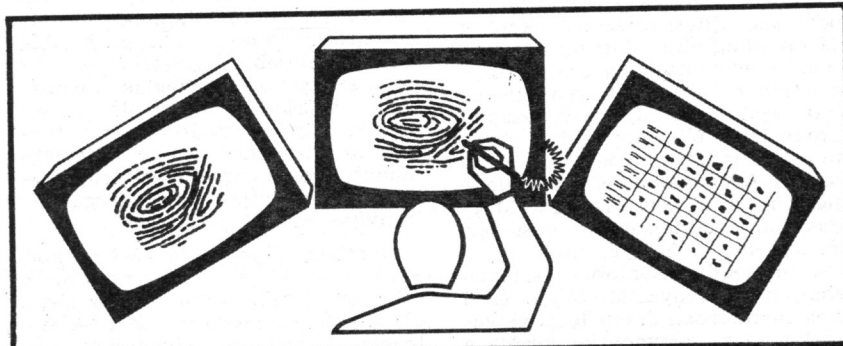
mondott szó hangképe, frekvenciamenete...

A kimondott szót kis elektronikus berendezés bontja összetevőire. Az analízátor jeleit — a hangösszetevőket — a program fogadja és tárolja. A fényceruza hatására „asszociálja” a két összetartozó anyagot: a képernyőre küldött karaktert vagy karakter sorozatot és a hangból kivont, csakis a mondott szóra jellemző információt. A használat során a program egyre több anyagot kap egy-egy kimondott szóról, egyre pontosabban „látja” a szó jellemzőit, s egyre biztosabban ismeri fel.

Fáradtságos munkával tanítják már az olvasó gépet is. Nem messze Baltimore-tól hatalmas nyalábokban áll az írógépen írt jelentések tömege a számítógép olvasóberendezése előtt: automata adagolja az olvasnivalót, a társadalombiztosítási díjbevételek jegyzékeit, összesítőlistáit, amelyek az Egyesült Államok minden tájáról érkeztek, a legkülönbözőbb írógépek legkülönbözőbb típusú betűivel írva. Az olvasóprogram eljárása hasonlít a beszéd megértéséhez. A betűk sajátos jellemzőit a gép a „tanulási” időszakban gyűjti, s munkája során tovább pontosítja, finomítja.

Nem vitás: mindkét program alakokat ismer fel. Hangképek és betűképek alakját. De csak a képek „alakok”? S amint a kérdést így fogalmazzuk meg, világos a válasz; nemcsak a látható, rajzolt képek lehetnek alakok!

Alak lehet bármi, ami valamilyen módon rajzolható. Márpedig minden dolog, eseményt, helyzetet, folya-



AZ EMBERNEK KELL KÖZBELÉPNIE, amikor a program már nem képes önállóan elkészíteni az ujjlenyomat vázát. Katódsugárcsöves megjelenítőn látható a szaggatott, hibás ujjlenyomat, amelyet a szakértő kiegészít. A tipikus alakzatokat mikrofilmolvasó vetíti eléje



VONALAS RAJZOT vizsgál az alakfelismerő program. Térképkészítőknek is segítséget nyújthat

matot le lehet rajzolni valamilyen módon. Feltéve, ha sikerül olyan szabályokat alkotnunk, amelyek biztosítják, hogy a különféle objektumoknak meghatározott rajzok feleljenek meg; s hogy minél hasonlóbb egymáshoz kettő, annál pontosabban jelezze a hasonlóságot a két rajz is. A pusztán hasonlóság azonban még nem elég! Szükséges, hogy a két rajzon éppen azok a vonalak feküdjenek egymásnak megfelelő helyeken, amelyek a hasonlító részleteket vagy tulajdonságokat jelzik, s a különbségeknek megfelelő vonalak eltérő helyen, eltérő pályákon fussanak.

Világos, hogy ilyen egyértelműen megfelelő rajzot csak elenyészően kevés felismerni való témáról (tárgyról, helyzetről, folyamatról stb.) készíthetünk sík papíron. A fizikai tárgyak képei már lényeges egyszerűsítést tartalmaznak: a harmadik dimenziót közvetett eszközökkel érzékelheteti csak a festőművész, a grafikus, vagy a fényképezőgép lencséje. A folyamatok, helyzetek, állapotok „rajzai” további absztrakciót kívánnak, és számos, látszólag egyszerű probléma esetében ilyen rajz el sem képzelhető. Ennek ellenére a számítógép ugyanazon az elméleti alapon dolgozik az ilyen sok dimenziós feladatok esetében is, mint akkor, amikor kétdimenziós ábrát — számjegyet, betűt — kell felismernie. Ilyenkor munkája bonyolultabb, de lényegében nem különbözik.

A lényeg: két ütem pontos, összehangolt lefolyása.

Az első ütemben a gép megkülönbözteti a látott két, három vagy akárhány dimenziós alakot is, a hozzá hasonlóktól. Minél kisebb különbségeket képes tudomásul venni, annál finomabban osztályoz, annál pontosabban válogat, annál kisebb annak a valószínűsége, hogy össze-

tévessze például a k betűt a h-val. Bizonyos határon túl persze már nincsen értelme a felbontás finomításának. Az olvasó rendszernek csupán az ábécé betűit kell megkülönböztetnie egymástól. (Itt kell megjegyezni, hogy eddig csak a gépirás olvastatása sikerült, megbízhatóan működő kézírásolvasó rendszer még nem készült, ez egyike a legnehezebb feladatoknak.)

A második ütemben a megkülönböztetett, s a hozzá hasonlóktól különválasztott téma azonosítására kerül sor. A gyakorlatban legtöbbször úgy azonosítunk, hogy a felismert dologról eszünkbe jut annak a neve, amit már ismerünk. Az alakfelismerő számítógép programok legnagyobb része ugyanígy jár el: a megkülönböztetéssel egyidejűleg, vagy azután a felismerendő témához valamilyen, a tárában őrzött nevet rendel. Számos alkalmazás halad azonban más úton.

Sok nehézséget okoz a szabadalmi irodáknak, újítási intézményeknek a világon eddig elfogadott másfél milliónál több nemzetközi szabadalom. Az újonnan benyújtott igény jogosságát csakis az újdonságvizsgálat alapján lehet elbírálni; ehhez azonban a tárgytól függően sok ezer, gyakran sok tízezer leírást kellene átnézniük a szakembereknek. Megoldás: az alakfelismerő rendszer. Működésének alapelve, hogy bizonyos mértékű hasonlóság esetében (tehát, ha a benyújtott leírás és a szabadalomtárban őrzött leírások valamelyikének igénypontjai között a különbség valamilyen mértékűre csökkent), akkor az erősen hasonlító leíráshoz nem nevet rendel a gép, hanem egyszerűen kiírja annak adatait. S itt az általánosított alakfelismerés kérdésének újabb nehézségébe ütközünk: a különbség mértékének

megszabása sok esetben bonyolultabb, mint maga a teljes folyamat. Az előbbi példát tekintve, nyilvánvaló, hogy az igénypontok közötti különbség nem függhet azok megfogalmazásától, sorrendjétől vagy más külső tulajdonságától. A döntő: a tartalom. Ez, természetesen, csakis a szövegből hámozható ki, viszont előre meghatározott mérőszámoknak kell rá illeniük.

Látszólag távol esik ettől, alapjában azonban rokonprobléma a közúti forgalomirányítással kapcsolatos alakfelismerési folyamat megoldása. A felismerendő téma: a közlekedési helyzet, amelynek adatait tv-felvevők, útburkolatba ágyazott mérőműszerek üzeneteiből tudja meg a rendszer. Az is világos azonban, hogy csaknem teljes lehetetlenség lenne minden egyes útkereszteződést minden egyes pillanatban az éppen akkor mérhető helyzet szerint értékelni és minden értékeléshez új és új stratégiát készíteni. A ma működő rendszerek néhány alapmodell leírását tartalmazzák — a leggyakoribb, legjellegzetesebb helyzeteket — s az ezekhez tartozó stratégiák fővonalait. A beérkező jelentés alapján eldöntik, hogy a fennálló helyzet melyik tárolt modellhez hasonlít leginkább — s az ennek megfelelő stratégia szerint adják meg a forgalomirányítás adatait.

Merőben más a helyzet akkor, amikor a felismerő berendezésnek sok ezer, gyakran sok millió tárgy közül kell kiválasztania azt az egyetlen, amelyre kíváncsiak vagyunk. A bünygyi nyilvántartásban őrzött ujjlenyomatok közül kiválasztani a tegnap elfogott bűnözőnek megfelelőt — szintén alakfelismerési feladat, ugyanúgy, mint a ködkamrafelvételek sok ezrein nyomon követni a kiszemelt részecske útját. Az

első esetben világos: a különbségnek a lehető legkisebbnek, a hasonlóságnak a lehető legnagyobbnak kell lennie a két lenyomat között ahhoz, hogy a gép „felismerést” jelezzen, s kiírja a bűnöző nevét... A két lenyomat azonban nem lehet teljesen azonos. Lényegtelen különbség a festék anyagában, a lenyomatvétel egyéb körülményeiben eltérésekhez vezethet a két lenyomat között, megnehezítheti az azonosítást, noha a rajzolatok pályái törvényszerűen teljesen azonosak. E feladat esetében a gép kizárólag e pályákat veszi figyelembe. De ha a lenyomat hiányos, egyszerűbb az emberre bízni kiegészítését...

Az általános alakfelismerés területéhez csatlakozik a fordítóprogramok, a mesterséges és természetes nyelveket értelmező rendszerek tartománya. A számítógép-programozó nyelveket elemző rendszerek esetében a felismerési feladat annyira egyszerű, s a program végrehajtását elősegítő szervezési feladatok annyival bonyolultabbak annál, hogy az ilyeneket nem szokás ide sorolni. Készülnek azonban napjainkban olyan programok is, amelyek élő nyelveket „értenek” meg. Ezekben a rendszerekben a megértendő nyelv belső szerkezetének modellje az „osztályozási alap”.

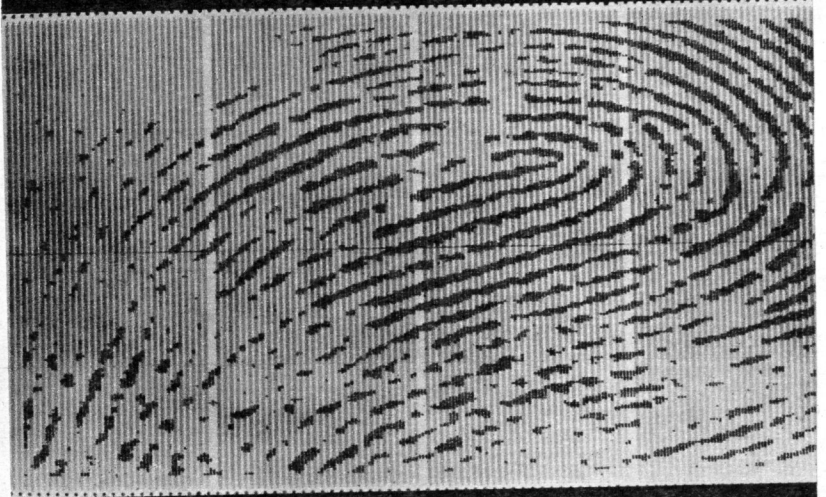
Ilyen rendszerekkel valódi párbeszédet folytathat az ember. Mondatokat a gép a használt szavaktól függetlenül, szerkezeteik szerint különbözteti meg, s e szerkezetek felismerése után, azoknak megfelelően értelmezi a mondatban felhasznált szavakat. Érdekes példa a Stanford Egyetem Palo Alto-i mesterséges intelligencia laboratóriumának programrendszere. E rendszer kiépítése során több mint egy hónapig azon fáradoztak a mérnökök és matematikusok, hogy a gép megkülönböztesse egymástól az alábbi két mondatot:

„Szeretem a whiskyt pohárban” és „Szeretem a whiskyt cipőben”.

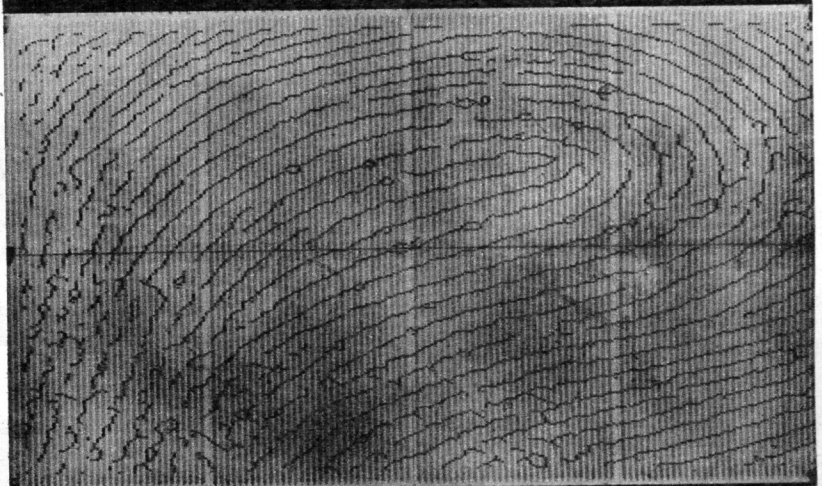
A feladatot végül megoldották: jelenleg már tudja a program, hogy a pohárban a whisky van, a cipőben viszont az, aki mondja... Az eredmény eléréséhez minden eddiginél bonyolultabb, messzebbre vezető elméleti megfontolások alapján kellett elemezni az angol nyelvet.

Ha ehhez hozzáteszünk, hogy a számítógép helyzeteket is felismer, s méghozzá bonyolult mindennapi problémákat is „lát”, érthetővé válik, hogy a számítógép-tanácsadó mind fejlettebb változatai készülnek el, s e rendszerek lelke: az alakfelismerő program. Nem véletlen ez. Az emberi intelligencia egyik legdöntőbb összetevője az alakfelismerés képessége. E képesség számítógépes utánzása: egy lépés a mesterséges intelligencia felé...

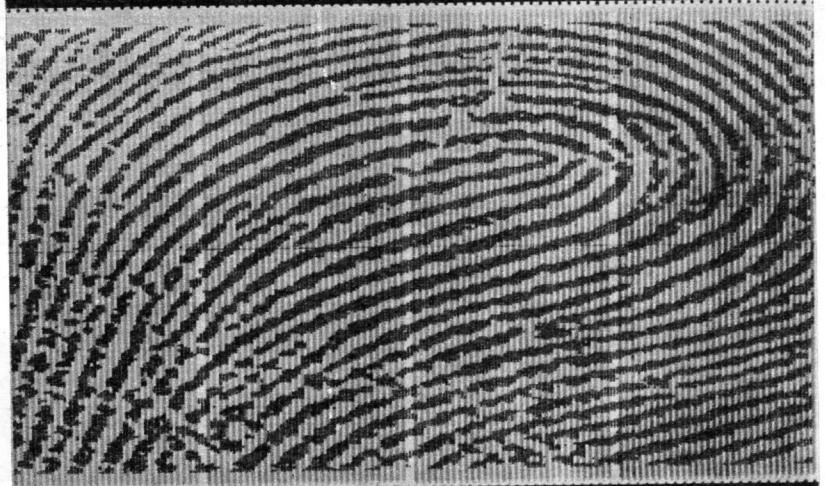
AMBRÓZY DENISE



RÉGI, TÖKÉLETLEN lenyomatot őriznek a bűnügyi nyilvántartásban a bűnöző hüvelykujjáról. Emberi szem számára nyilvánvaló, hogy a régi lenyomat alanya azonos a friss felvételével, de hogyan azonosíthatja ezeket a gép?



„**ABSZTRAHÁLT**” **UJJLENYOMATVÁZ** készül termédek munkával, fáradtsággal, hogy a régi és az új lenyomatot egyformának lássa a program. Mindkét lenyomatból már csak azt látja a gép, ami valóban lényeges: a barázdák pályáit



FRISS UJJLENYOMAT készült az elfogott bűnöző hüvelykujjáról. A kép hibátlan, a felvétel körülményei kedvezőek voltak...