

Magyar nyelvű mikroszámítógép vakok számára

Témakódok: 23 (mikroszámítógép)
65 (beszédszintetizátor)

A szerzők bemutatják a vakügyi segédeszköz céljára kifejlesztett, Braille-lab nevű, magyarul beszélő személyi számítógépet. A Z80 mikroprocesszor-alapú számítógépbe integráns módon a Philips gyártmányú MEA 8000 formánsszintetizátort építették be, és ezzel magyar nyelvű szöveg—beszéd átalakítást hoztak létre. A gép alapváltozatának beszélő BASIC értelmezőprogramja van. A továbbfejlesztett változata, a Braille-lab+ pedig beszélő CP/M-kompatibilis operációs rendszer alatt működő, beszélő szöveg-szerkesztővel és beszélő adatbázis-kezelővel is el van látva. A Braille-lab a Magyarországi Vakok Szövetségének hivatalos segédeszköze, 1987 első félévéig 95 darabot állítottak üzembe.

(Érkezett: 1987. május 11.)

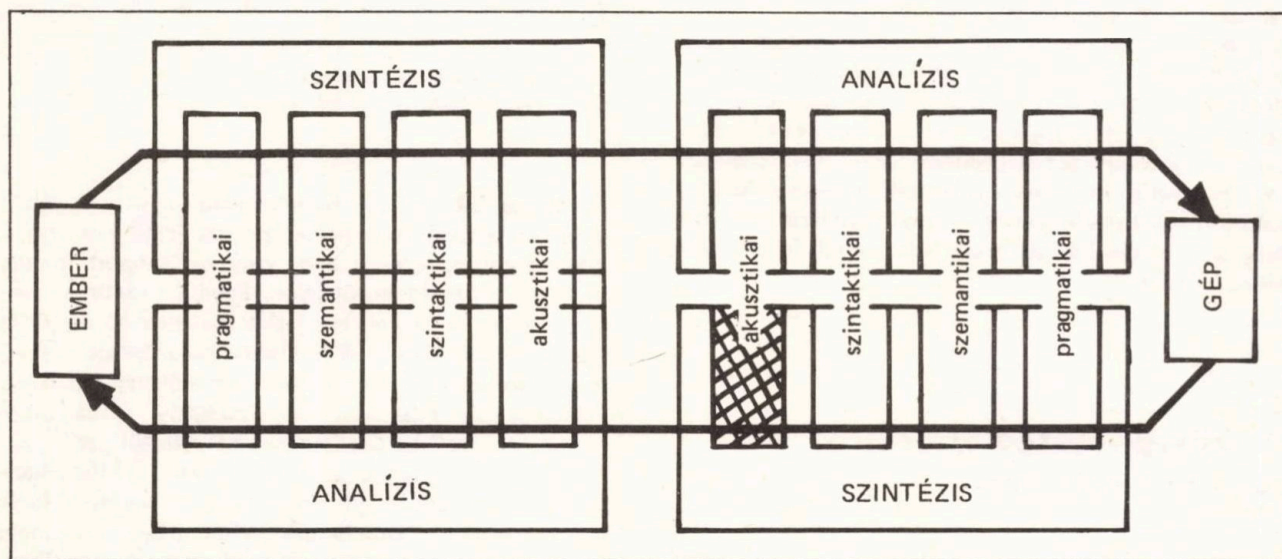
Az elmúlt évtizedekben intenzív beszéd-előállítási kutatások folytak a világ számos országában és Magyarországon is. Ezeknek a kutatásoknak három fő mozgatórugója van.

1. Az ötödik generációs számítógépek az eddigieknél emberközelibb, újszerű ember—gép—ember kapcsolatot kívánnak megvalósítani. Ezért fő célkitűzésük a számítógéppel élőszóban történő „társalgás”. Az ember—gép—ember kommunikációs lánc részeit — amelyek önmagukban is egy-egy önálló kutatási területet alkotnak — és

a mesterséges beszéd előállításának helyét ebben a láncban az 1. ábra mutatja.

2. A beszédszintetizálási kísérletek hajtóereje a beszéd akusztikuma tüzetesebb megismerésének az igénye volt. A „szintézises elemzés” módszerére magyar nyelven először *Fónagy Iván* hívja fel figyelmünket *Laziczius Gyula Fonetika* című műve 1963. évi kiadásának utószavában, a következő szavakkal: „A szintetizáló készülékek tudományos feladata az analízis. Ezt sokkal pontosabban látják el, mint a hangszínelemző, hangszíníró készülékek. Hiszen a legpontosabb spektrogram sem árulja el, melyek a beszédhang felismeréséhez nélkülözhetetlen jegyek. Az analízis szintézis útján (analysis by synthesis) a beszédakusztika legújabb jelszava.” (I. m. 192.) [7].

Ezt az elvet legjobban a formánsszintetizálás során lehet megvalósítani. Ilyen megfontolások alapján hoztak létre Magyarországon, *dr. Bolla Kálmán* vezetésével, a Magyar Tudományos Akadémia Nyelvtudományi Intézetében az 1970-es évek végén egy komplex akusztikai beszédszintetizáló rendszert. A rendszer hardverjét OVE III svéd gyártmányú formánsszintetizátor [1] és egy PDP—11/34 számítógép alkotja. A rendszer hatékony működését a FOPRO nevű saját fejlesztésű, párbeszéd program teszi lehetővé [11]. A program használhatóságát a fonetikai



1. ábra. Az ember—gép—ember kommunikációs lánc részei

kutatásokban számos tudományos publikáció bizonyítja [5; 19]. Ezzel a programmal dolgozták ki a magyar beszéd formánsszintézis elvén működő text-to-speech rendszerének hangelemtárát az 1980-as évek elején [13]. A hangelemtárát felhasználva fejlesztették ki a HUNGAROVOX magyar nyelvű, valós idejű, szótár nélküli beszéd szintetizáló rendszert [9; 12]. A továbbiakban a Philips gyártmányú MEA 8000 formánsszintetizátorra is készült fejlesztőrendszer [3].

3. A beszéd-előállítási kutatások harmadik mozgatórugója a sérült, hátrányos helyzetű (beszédhibás, nem látó) embertársaink megsegítésére készült készülékek fejlesztése. E területnek óriási lökést adott, hogy az 1980-as évek elején megjelentek az egyetlen áramköri tokban elhelyezett beszéd szintetizátorok (pl. UAA1003, TMS 5200, SC-01, MEA 8000) [2; 4; 6; 8]. Ezeket ugyanis már célszerűen el lehet helyezni segédkészülékekben. Ilyen megfontolások alapján született a Braille-lab nevű, beszélő, vakok segédeszközeként működő számítógép. A magyar nyelvű szöveg → beszéd átalakító rendszerrel ellátott beszélő számítógép hatékonyan segíti elő a vak emberek számítástechnikai oktatását (kvalifikált munkaalkalmat teremtve ezzel számukra). Ugyanakkor meggyorsítja a vakok integrációját társadalmunkban.

A Braille-lab hardverje

A Braille-lab Z80 mikroprocesszort tartalmazó, Magyarországon kifejlesztett személyi számítógép. Központi tára lap- (page) szervezésű, 64 kilobájt RAM-ból és 20 kilobájt ROM-ból áll. A beszélőáramkört tartalmazó kártyát a MEA 8000-rel a számítógépbe fixen építették be. A text-to-speech szoftver tárolója a 2. lapon helyezkedik el a ROM-ban. A Braille-lab számítógép billentyűzetén minden magyar betű megtalálható, és elrendezése nagyrészt megegyezik a szabványos magyar írógép-billentyűzetével. Beépített kisméretű hangszórón át külső hangszóró csatlakoztatása nélkül is hallható az előállított beszéd. A BASIC értelmező mellett 48 kilobájt szabad tárkapacitás áll a felhasználó rendelkezésére.

Az alkotók továbbfejlesztették a Braille-lab számítógép alapváltozatát. A Braille-lab+ számítógép CP/M-kompatibilis operációs rendszerrel működik. 64 kilobájtos operatív tára mellett 192 kilobájtos RAM-lemeze és 1 megabájtos hajlékonylemez-meghajtója van. A továbbfejlesztett változaton működik egy beszélő szövegszerkesztő, valamint egy beszélő adatbázis-kezelő rendszer is. E két program jócskán kibővíti a gép vakok általi felhasználásának lehetőségét.

A szöveg→beszéd átalakító szoftverrendszere

A magyar nyelvű szöveg→beszéd átalakítás során a kiindulási állapot a magyar helyesírással megadott – segéd-

jelek nélküli – szöveg alkotja. Ezt a szöveget alakítja át a program a MEA 8000 szintetizátor részére keret (frame) sorszámok sorozatává. A keretsorszámok a korábbiakban kialakított, 218 elemű kerettár egyes elemeit jelölik ki. A szöveg→beszéd átalakítás négy lépésben hajtódik végre.

1. Legelőször a kimondani kívánt szöveget beszédhangok sorozatává alakítja a program. A magyar írott szöveg nagy pontossággal jelzi a kimondandó hangok sorozatát. Azonban nemcsak betűk, hanem betűpárok, sőt betűhármak is jelölhetnek egyetlen hangot. A betű→beszédhang transzformációhoz a program a következő táblázatot használja fel:

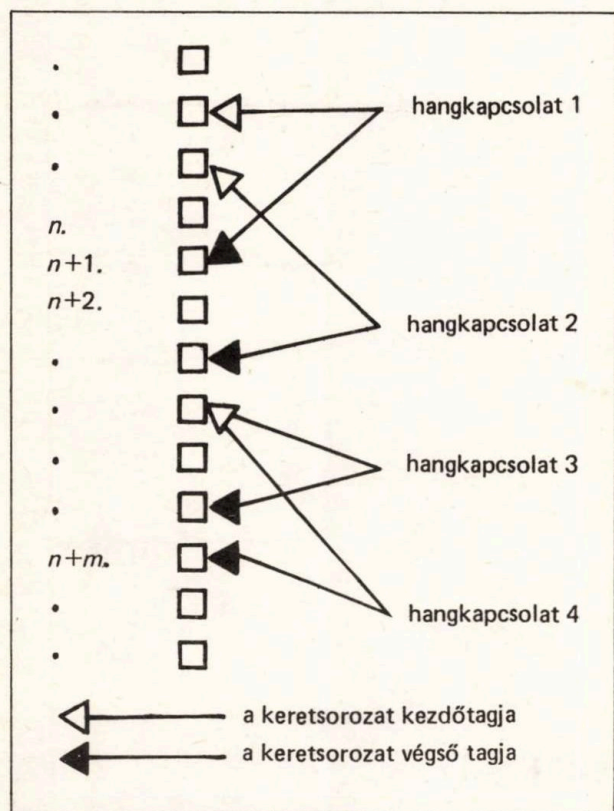
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	a	1	a	—	33.	n	22	n	—
2.	á	2	a:	—	34.	nn	22	n:	+
3.	b	10	b	—	35.	ny	23	ɲa	—
4.	bb	10	b:	+	36.	nny	23	ɲa:	+
5.	c	11	ts	—	37.	o	6	o	—
6.	cc	11	ts:	+	38.	ó	6	o:	+
7.	cs	12	ts	—	39.	ö	7	φ	—
8.	ccs	12	ts:	+	40.	ő	7	φ:	+
9.	d	13	d	—	41.	p	24	p	—
10.	dd	13	d:	+	42.	pp	24	p:	+
11.	e	3	e	—	43.	r	25	r	—
12.	é	4	e:	—	44.	rr	25	r:	+
13.	f	14	f	—	45.	s	26	ʃ	—
14.	ff	14	f:	+	46.	ss	26	ʃ:	+
15.	g	15	g	—	47.	sz	27	s	—
16.	gg	15	g:	+	48.	ssz	27	s:	+
17.	gy	16	j	—	49.	t	28	t	—
18.	ggy	16	j:	+	50.	tt	28	t:	+
19.	h	17	h	—	51.	ty	29	c	—
20.	hh	17	h:	+	52.	tty	29	c:	+
21.	i	5	i	—	53.	u	8	u	—
22.	í	5	i:	+	54.	ú	8	u:	+
23.	j	18	j	—	55.	ü	9	y	—
24.	jj	18	j:	+	56.	ű	9	y:	+
25.	k	19	k	—	57.	v	30	v	—
26.	kk	19	k:	+	58.	vv	30	v:	+
27.	l	20	l	—	59.	z	31	z	—
28.	ll	20	l:	+	60.	zz	31	z:	+
29.	ly	18	j	—	61.	zs	32	ʒ	—
30.	lly	18	j:	+	62.	zss	32	ʒ:	+
31.	m	21	m	—	63.	sp	33	—	—
32.	mm	21	m:	+					

1 = sorszám, 2 = betűk, 3 = kódszám,
4 = IPA-szimbólum, 5 = a hang hossza

A magyar írás minden beszédhangot (a j–ly-t kivéve) egyetlen betűvel vagy betűcsoporttal jelöl. Fordítva is igaz az állítás, egy-egy betű vagy betűcsoport mindig ugyanazt a beszédhangot jelöli. Egyetlen esetben azonban, amikor a helyesírás szerint egybeírandó összetett szavak határán jönnek létre a mássalhangzó-kapcsolatok, nehéz elvégezni a helyes betű→beszédhang kijelölést. Például a „víz”+„szegény” = „vízszegény” szóban programunk a „zsz” betűkapcsolatot helytelenül „zs”+„z”-nek értelmezi a helyes „z”+„sz” helyett. E hiba elhárítására bevezettük az ún. facér betű fogalmát. A facér betűk sohasem kapcsolódnak másik mássalhangzóhoz, hanem önmagukban alkotnak beszédhangot, bármilyen mássalhangzó kövesse is őket. Úgy hozhatjuk létre a facér

betűket, hogy leütésükkor a számítógép billentyűzetén lévő F2 gombot egyidejűleg nyomva tartjuk. A képernyőn ugyanaz a betűkép jelenik meg, de a facér betű ASCII-kódjában a nem használt 7. bit értéke 1 lesz ennek hatására. Így az előző példában helyes hangkijelölést kapunk, ha a „vízszegény” szóban az első „z” betűt az F2 gomb egyidejű lenyomásával ütjük le. A betű→beszédhang átalakítás eredményeképpen előáll egy számsorozat, amelynek elemei 1 és 33 közé esnek, a 32 beszédhangnak és a szünetnek megfelelően.

2. A szöveg→beszéd átalakítás második lépése a meghangosítani kívánt szöveget megvalósító keretek sorozatának kijelölése. Ez a kijelölés alapvetően diádus szemléltető. A felhasznált 218 keret igen speciális sorrendben helyezkedik el a kerettárban. Minden hangkapcsolatot az elemtár egymás utáni elemei valósítanak meg. Így elhanyagolható az igen tárgiéyes kapcsolódási mátrix tárolása. (A kerettár optimális kihasználásának érdekében különböző hangkapcsolatokat átfedő keretsorozatok is megvalósíthatók. Ezt a 2. ábra szemlélteti.)



2. ábra. A kerettár szerkezete, a hangkapcsolatokat megvalósító keretsorozatok kijelölésének módja

Hosszú beszédhangokat ezen a szinten úgy lehet létrehozni, hogy a hosszú hang rövid párjának valamely keretalkotóját többszörösen (2–5) szerkeszti be a program a keretsorszám-sorozatba. A beszédhang–keretsorszám-sorozat elemei 1 és 218 közé fognak esni, a keretsorszámoknak megfelelően. Ezt a sorozatot kapja meg a dallamgeneráló rész.

3. A dallamot a MEA 8000 szintetizátor PI paraméterértékének keretenkénti helyes megválasztásával hozza létre a program. A dallam kialakítása a szöveg ún. intonációs egységekre bontásával kezdődik. Az intonációs egységeket .(pont) ,(vessző) ?(kérdőjel) !(felkiáltójel) határolja. Ezeknek az írásjeleknek a hatására az ábrán bemutatott dallamformával látja el a program a korábbiakban létrehozott szegmentális szerkezetet. Az intonációs görbék egy-egy töréspontja magánhangzó-pozíciókhoz van hozzárendelve. A felkiáltójel hatására generált dallam megegyezik a kérdőszavas kérdőmondat dallamával.

Az így létrehozott releváns magyar dallamformákat az is jellemzi, hogy egyértelműen utalnak a mondatvégi írásjelre — ami a vakok segédeszközeként való felhasználásánál nélkülözhetetlen. (Ha az intonációs egység végén RETURN volt írásjel nélkül, akkor az előállított dallam egyenletesen 100 Hz.) Az intonációs rendszerre a 3. ábra mutat példákat.

4. A szegmentális és a szupraszegmentális szerkezet létrehozása után a Braille-lab az előkészített kódsorozatot közli a MEA 8000 beszéd-szintetizátorral, és eközben hallható a beszéd.

A gép használata

Bekapcsolása pillanatától kezdve már képes beszélni a Braille-lab számítógép. A bemutatkozó szöveget nemcsak a képernyőre írja ki, hanem szóban is elmondja. „Braille-lab számítógép: 3.1 verzió. 48843 bájt szabad memória.”

Ezt követően minden leütött billentyűt visszamond (echóz) a rendszer, ezzel is elősegítve vak ember számára a pontos gépelést. A nem betűket jelölő nyomógombok és a számok neveit teljes egészében kimondja. Például a % leütésekor „százalék”-ot mond stb. A kurzormozgató nyomógombok segítségével a képernyő bármely karakterhelyén levő jelet meghangosíthatjuk. Alapvetően két esetben beszélhet a Braille-lab számítógép:

- BASIC nyelvű programok írása, szerkesztése közben;
- a programok futásának eredményeképpen képernyőre kerülő információk meghangosítása során.

Programszerkesztéskor az előbb említett echózó funkció működik, kiegészítve azzal, hogy sor végére érve, a RETURN hatására a számítógép az egész sort összefüggően felolvassa. A számokat itt már nem számjegyenként, hanem összeolvasva hangosítja meg. A BASIC nyelv angol alapszavait betű szerinti olvasatban olvassa fel. Programok listázásánál a képernyőre kerülő programlistát szintén meghangosítja; elmondhatjuk, hogy minden információ, ami a képernyőre íródik, szóban is hallható, minden különösebb parancs nélkül. Például a hibaüzenetek is.

Egy BASIC nyelvű program futtatásának eredményeképpen a képernyőre kerülő információ szintén automatikusan hallható lesz. Így például a következő kis program futása azt eredményezi, hogy először kérdő, majd kijelentő hanglejtéssel hallhatjuk a magyar számokat 1110-től 1125-ig.

```

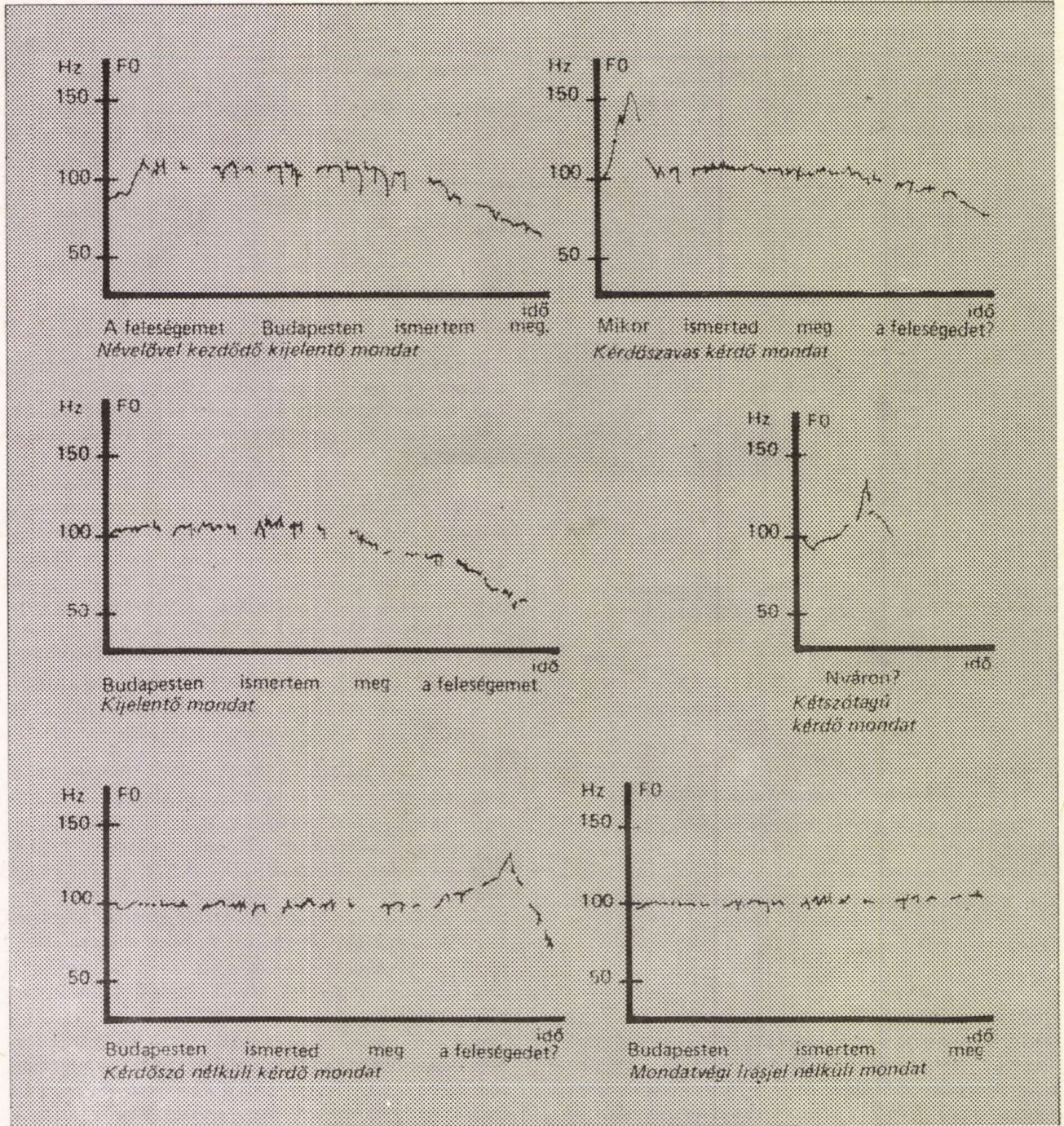
10 FOR I=1110 TO 1125
20 PRINT"A következő szám"I"?" "Igen" I". "
30 NEXT I

```

A Braille-lab – mint felolvasógép beszélő perifériája

Budapesten, 1986 augusztusában a „Magyarok a nagyvilágban” című kiállításon a szerzők az SZKI munkatár-

sainak közreműködésével összekapcsolták a Braille-labot az IBM-kompatibilis PROPER-16 számítógéppel. A PROPER-16-hoz a másik oldalról egy MS 300A típusú Image Scanner (képolvasó) volt hozzácsatlakoztatva. Az SZKI munkatársai által kifejlesztett alakfelismerő program felismerte a nyomtatott magyar szöveget. Ezt ASCII-kód formájában, egy szabványos RS 232 soros interfészen keresztül küldte el a PROPER a Braille számítógépnek. A Braille-lab valós idejű üzemmódban megszólaltatta a szöveget, magyar hangletéssel, helyesen intonálva, érthetően. Tudomásunk szerint ez volt az első, Magyarországon bemutatott, magyar nyelvű, működő felolvasó gép. Bebizonyosodott, hogy a Braille-



3. ábra. A Braille-lab intonációs rendszere

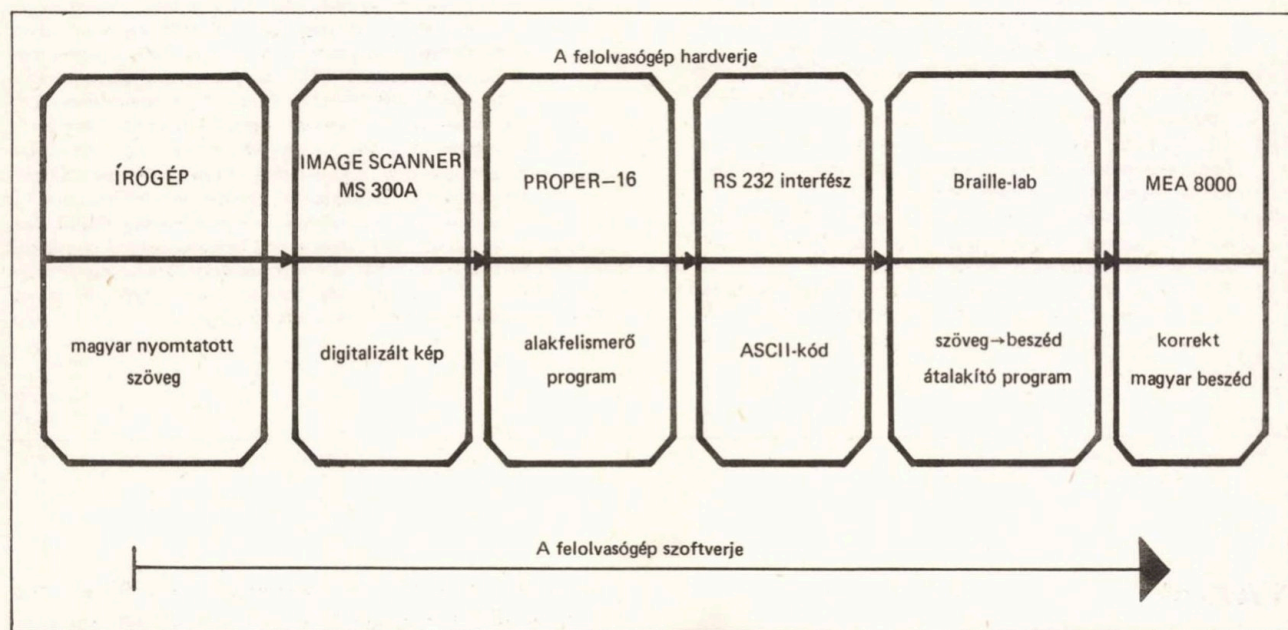
lab alkalmas felolvasó gépek beszélő termináljaként működni (4. ábra).

A Braille-számítógép énekeltetése

A Braille-lab egyik speciális jellemzője, hogy ének előállítására is alkalmas. Énekeltetéséhez egyrészt a helyes ritmust, másrészt a helyes dallammagasságot kell megadnia a felhasználónak. A ritmust az énekben szereplő magánhangzók nyújtásával adhatjuk meg úgy, hogy a

A Braille-lab hivatalos segédeszköz

A Braille-lab a Magyarországi Vakok Országos Szövetségének hivatalos vakügyi segédeszköze. A Szövetség iskoláiban és magánembereknél 1987 első félévében 95 darabot állítottak üzembe. A Braille-lab beszélő BASIC-jére alapozva, a Szövetség 1986 és 1987 tavaszán két, alapfokú számítástechnikai ismereteket nyújtó tanfolyamot tartott. A beszélő számítógépek hatékonyan segítették elő a vakok tanulását, majd a megszerzett ismeretek ön-



4. ábra. A Braille-lab mint felolvasógép beszélő perifériája

magánhangzókat többször írjuk le. Így a magánhangzót tartalmazó szótag hossza arányosan növekszik a leütött betűk számával. A dallamot Kodály Zoltán módszere szerint relatív szolmizációs jelekkel kell megadni. A szótaghoz rendelt szolmizációs jel által meghatározott dallammagasságot a program ülteti rá a korábban ritmikailag már beállított szegmentális szövegrészre (szótagra). Ezzel a módszerrel bármilyen magyar nyelvű ének előállítható. Rendszerünknek ezzel a speciális tulajdonságával újszerű felhasználási lehetőség nyílik a Braille-kottírás online megjelenítésére, javítására [15]. Tapasztalunk szerint a Braille-lab ének-előállítási képessége nagymértékben segíti a vak (és a látó!) felhasználót a számítógéppel szembeni esetleges negatív előítéletének leküzdésében. Az „Érik a szőlő, hajlik a vessző” című magyar népdal kezdetét a következőképpen kell megadni:

re=„ééérik”
la=„a”
re=„szőő”
mi=„lőő”

álló felhasználását. A Braille-lab használati útmutatója mind kazettán, mind Braille-nyomtatásban megjelent.

Irodalom

- [1] AB FONEMA: OVE III c Speech Synthesizer Manual. Type 21001.
- [2] ANDERS, B.: Digitale Sprachsynthese für Low-Cost Anwendungen, Bauelemente der Elektronik 7. 1981, 246–250.
- [3] ARATÓ A.—KISS G.—TAJTHY T.: A MEA 8000 beszéd-szintetizátor Commodore-64 számítógépen működő fejlesztőrendszere. (The developing system of MEA 8000 speech synthesizer operating on Commodore 64 computer) Magyar Fonetikai Füzetek (MFF) 15. 1986, 143–154.
- [4] ASTHEIMER, A.: Sprachsynthese in LPC-Technik. *Elektronik* 12. 1981, 73–81.
- [5] BOLLA K.: Folyamatos beszéd-szintetizáló rendszer magyar nyelven (VOXON). MFF 10, 118–129.
- [6] BRÜCK, v. H. E.—TEULING, D. J. A.: Integrated voice synthesizer. Philips, Technical publication 48. Electronic Components and Applications Vol. 4 No. 2, February 1982.

- [7] FÓNAGY I.: Utószó. In.: Laziczius Gy.: Fonetika. Budapest, 1963, 189–206.
- [8] FONS, K.—GARGAGLIANO, T.: Articulate Automata: An Overview of Voice Synthesis, BYTE Publications Inc. 1981.
- [9] KISS G.: Parolsintezo kun nelimigata vortaro en la spugulo de la hungara lingvo. In.: Perkomputila Tekstoprilaboro, redaktis Koutny I., Budapest, 1985, 33–47.
- [10] KISS G.: A magyar magánhangzók első két formánsának meghatározása szintetizált hangmintákat felhasználó percepció kísérletek segítségével. (Determining the First Two Formants of Hungarian Vowels by a Perception Test Involving Synthesized Sound Samples) *Nyelvtudományi Közlemények* 87/1. 1985, 159–170.
- [11] KISS G.—OLASZY G.: Interaktív beszédszintetizáló rendszer számítógéppel és OVE III szintetizátorral. (An Interactive Speech Synthesizing System with Computer and OVE III Synthesizer) *MFF* 10. 1982, 21–46.
- [12] KISS G.—OLASZY G.: A HUNGAROVOK magyar nyelvű, valós idejű, párbeszédész beszédszintetizáló rendszer. *Információ Elektronika* 2. 1984, 98–111.
- [13] OLASZY G.: A magyar beszéd leggyakoribb hangsorépítő elemeinek szerkezete és szintézise. *Nyelvtudományi Értekezések* 121. Budapest, 1985.
- [14] OLASZY G.—PODOLETZ GY.: A SCRIPTOVOK MEA 8000 beszéd-előállító rendszer felépítése és hangelemtára. *Kép- és Hangtechnika* 6. 1986, 49–61.
- [15] Revised International Manual of Braille Music Notation 1956. World Council for the Welfare of the Blind, Paris.

Summary

Braille-lab, a Hungarian speaking personal computer, developed specially for the blind, is presented. The Z80-based computer uses a built-in Philips MEA 8000 formant synthesizer for text-to-speech conversion. A typical configuration contains a talking BASIC interpreter. The enhanced Braille-lab model uses a speaking version of CP/M-compatible operating system, runs a word processor and a database management system — Hungarian speaking as well. Braille-lab is the machine officially used by Hungarian Association for the Blind. 95 of them has already been installed by mid-1987.

Резюме

Авторы показывают микро-ЭВМ «Braille-lab», говорящую на венгерском языке, которая была выработана как вспомогательное средство для слепых. В микро-ЭВМ, основанную на микропроцессоре 380, был встроены формантный синтезатор МЭА 8000 фирмы Филипса, с помощью которого было освершено преобразование текста в речь на венгерском языке. Основная конфигурация машины имеет говорящую программу интерпретатора Бейзика. Версия дальнейшего развития — названная «Braille-lab+» — снабжена говорящим эдитором и управлением базой данных, работающими под говорящей операционной системой эквивалента ЦП/М. ЭВМ служит официальным средством Организации Слепых Венгрии, до конца первой половины 1987-ого года были введены в строй 95 машин.

VAX-ok

IBM helyi hálózatokban

Az amerikai Virtual Microsystems, Inc. cég (2150 Shattuck Ave., Berkeley, Calif. 94704 USA) továbbfejlesztett Network Co-Processor nevű, kombinált hardver-szoftver egysége segítségével a DEC VAX gépei integrálhatók az IBM NetBIOS-alapú lokális hálózatokba. A hálózati segédprocesszor-kártya MS-DOS és VMS operációs rendszerek alatti alkalmazások egyidejű futtatását teszi lehetővé. A cég szakemberei szerint az új termék VT 220-terminálemulálási képességekkel ruházza fel a hálózati PC-ket, és állományátviteli (file transfer) lehetőségeket teremt. PC-kompatibilis helyi hálózatok kiszolgáló állomásaként (szerverként) is alkalmazhatók ily módon VAX számítógépek.

Külső kártyával csatlakozik a Network Co-Processor egység a VAX Q-Bus vagy Unibus hátlapra, és egy Intel 80286 mikroprocesszort tartalmaz. A társprocesszorhoz szorosan kapcsolódik egy külső PC-kiterjesztő doboz, amelyben 360 kilobájtos hajlékonylemezes meghajtót és 4–8, PC-kompatibilis bővítőhelyet alakítottak ki hálózati kártyák számára. A Network Co-Processor a VAX-host szoftverrel válik teljessé. Ez a program a NetBIOS-hívásokat Unibusos vagy Q-Busos VMS-hívásokká alakítja át; továbbá a DOS- és VMS-formátumokat — megfelelően — lefordítja.

Meglehetősen borsos ára van az új lehetőségnek: MicroVAX II-re 12 000 dollárba kerül, a teljesítménnyel

arányosan egyre drágább, egészen a VAX 8800-ig. Utóbbinak az IBM hálózatba illesztését már 30 ezer dollárért kínálják.

K. A.

V. async és V. asym

A CCITT-nek, a telefon- és távírórendszerek, valamint az adathálózatok szabványosításán tevékenykedő nemzetközi bizottságnak a távbeszélő-hálózati adatátvitellel foglalkozó XVII. Tanulmányi Csoportja ez év közepén tartotta legutóbbi ülését. Elfogadták az aszinkron-szinkron átalakítóra (V. async) magyar vezetéssel kidolgozott ajánlástervezetet. *Nóbi Lajostól* (Orion) azt is megtudtuk, hogy az új ajánlás várhatóan a V.14 jelölést fogja kapni, és a következő ülésen terjesztik be jóváhagyásra. Hírek szerint az Orion megrendelésére a híradástechnika Szövetkezet CMOS-tömb formájában elkészíti az ajánlástervezetnek megfelelő egylapkás szinkron-aszinkron átalakítót. A Siemens is bejelentette, hogy CMOS-tömb megvalósítását tervezi, V22X0A86 típusjelzéssel.

A telefonvonalas adatátvitel további fejlesztését jelzi, hogy várhatóan már a közeljövőben napvilágot látnak a távmásolókhöz kidolgozás alatt álló, nagy sebességű (19 200 bit/s) modemre (V. asym) és a különféle modemek hibajavítási képességekkel való bővítésére vonatkozó CCITT-ajánlások is.

(CompuTREND)