

## A HANGSZABVÁNY MAGÁNHANGZÓINAK SZÁMÍTÓGÉPES BEMUTATÁSA

Bolla Kálmán—Kiss Gábor

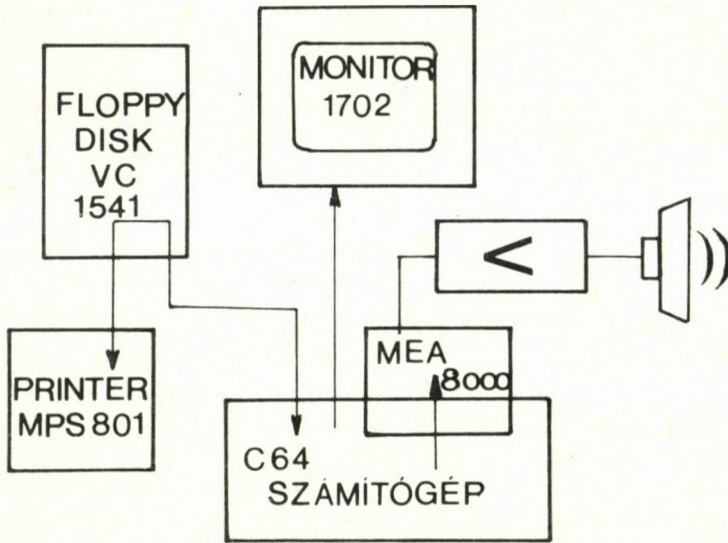
1. Röviden az előzményről. Egy korábbi tanulmányban (Bolla MFF 13. 1984, 71–120) részletesebben foglalkoztunk a hangminőség objektív mérhetőségének a kérdésével. A beszédhangok akár egy nyelven belüli hasonlítása, de méginkább a különböző idegen nyelvek hangjainak az egybevetése akkor ad reális eredményt, ha az összehasonlítás valamilyen általánosan alkalmazható fonetikai mértékrendszer alapján történik. Az IPA ún. kardinális magánhangzóiból kiindulva kidolgoztunk egy 24-féle magánhangzból álló rendszert. A hangszabványnak nevezett magánhangzó monoftongusok legfőbb képzési jegyeinek (4 nyelvemelkedési fok és a vele korreláló zártsági—nyíltsági fok, 3 képzési hely, valamint labiális—illabiális jelleg) és az  $F_1$ -,  $F_2$ -értékekben kifejeződő hangzási jellemzőinek a figyelembevételével alakítottuk ki, miután fonetikai kísérletekkel (kinoröntgenografikus felvételekkel) és akusztikus elemzésekkel, mérésekkel, hangszínképelemzéssel és szintézissel meghatároztuk az artikulációs helyzeteket és a nekik megfelelő hangzási értékeket. A munka folytatásaképpen a fenti kutatási eredmény gyakorlati alkalmazásának az elősegítésére létrehoztuk a hangszabvány magánhangzóinak bemutatására szolgáló számítógépes eljárást. Először a fonetikai laboratóriumunkban használatos PDP 11/34 típusú számítógépre és OVE III/c beszéd szintetizátorra dolgoztuk ki, majd éppen a szélesebb körű felhasználhatóság érdekében a nálunk eléggé elterjedt Commodore 64 személyi számítógépre is adaptáltuk, kihasználva ez utóbbinak a grafikus megjelenítési lehetőségeit is.

2. Az volt a feladat, hogy mind látási, mind pedig hallási érzékeléssel könnyen felfogható formában s egyszerűen kezelhető programmal bemutassuk a hangszabvány magánhangzóit, hogy szükség szerinti ismételhetőséggel szilárd vizuális és auditív emlékképet alakítsunk ki a felhasználóban. Így a tudatban elraktározott hangsajátságok birtokában nagyobb biztonsággal és pontossággal lehet megítélni a vizsgálandó magánhangzók minőségét. A fonetikai hallás fejlesztésének is hathatós eszközt látjuk az alább ismertetendő eljárásban.

3. A neves angol fonetikusról, a nemzetközi fonetikus írás mesteréről Daniel Jonesról elnevezett programunkkal az alábbi demonstrációra van lehetőség, amelyet a program az ún. menüben közöl a felhasználóval.

1. A hangrendszer táblázatos bemutatása
2. A hangok megszólaltatása, a fonetikus jel képernyőre írása
3. A hangok röntgensémáinak képernyőre rajzolása

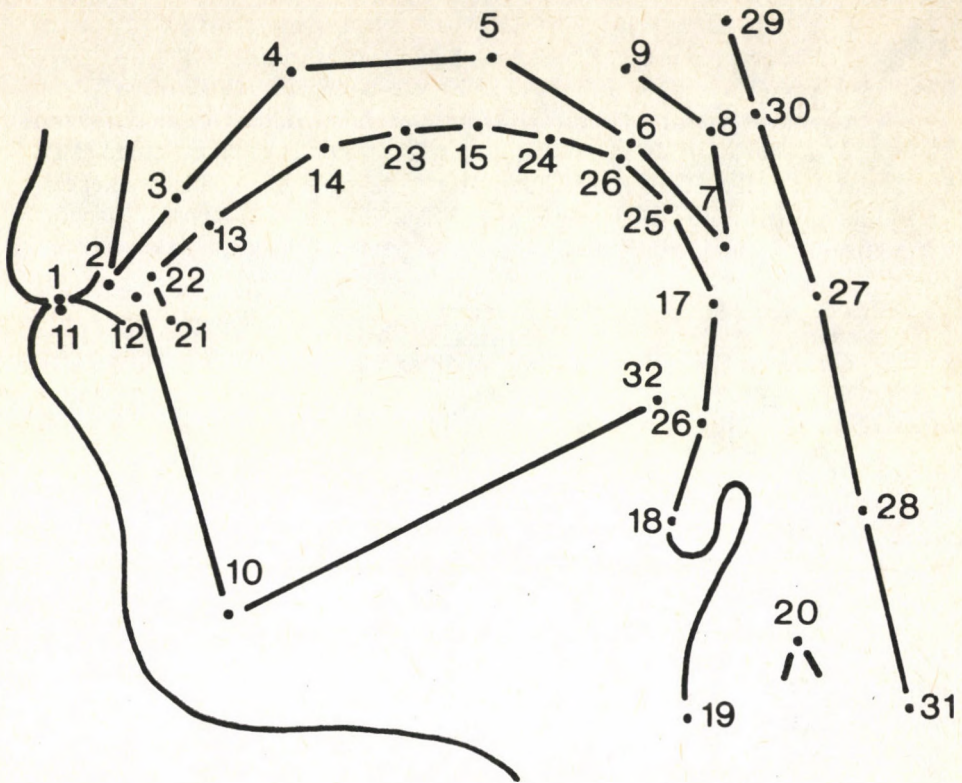
4. A röntgenséma képernyőre rajzolása és a hang megszólaltatása
  5. A képernyőn megjelenített ábrák kinyomtatása (printelése)
  6. A programmal végzett munka befejezése, a program „kikapcsolása”
4. A bemutatás technikai eszközeit (hardverét) Commodore 64 személyi számítógép, 1541 típusú mágneslemez meghajtó egység, monitor, grafikus nyomtató (MPS 801), valamint a MEA 8000 beszédszintetizátort tartalmazó áramköri kártya képezi. Ez utóbbit az ún. bővítő csatlakozón keresztül illesztjük a számítógéphez. A hangot a szintetizátorról külső erősítővel és hangszórával (esetleg fejhallgatóval) közvetítjük.



I. ábra A hangszabvány bemutatására szolgáló számítógépes rendszer

5. A fonetikai adatbázis két részből áll: a) a 24 magánhangzó artikulációs diagramjának a kirajzoltatásához szükséges s a röntgenfelvételek elemzéséből nyert paraméterekből és b) a hangok mesterséges előállításához szükséges akusztikus paraméterekből. Az artikulációs helyzet bemutatására szolgáló röntgenogramot a program 32 mérési, illetőleg referenciapont koordináta-adataiból állítja elő (ld. 2. ábra). A koordináta-adatokat 1–24 sorszámozású szekvenciális file-okban helyeztük el a mágneslemezre. Ugyancsak mágneslemezen tároljuk S jelzettel 1–24 sorszámozással az akusztikus paramétereket is a MEA 8000 szintetizátor működtetéséhez szükséges formában kódolva (ld. Arató–Kiss–Tajthy 1986). Az [a] hang hexadecimális kódja így néz ki: FAD3E7FF. Mindkét adattömb a program indítására adott utasítással kerül a gép operatív memóriájába.

6. A szoftver ismertetését azzal kezdjük, hogy a C=64 grafikus lehetőségeinek a kihasználására a SIMON'S BASIC nevű segédprogramot használjuk. A fonetikus jelet a számítógép ún. sprite-ként kezeli, ugyanis így lehet a legcélszerűbben nagy felbontású képet megjeleníteni a C=64-en. Egy-egy sprite 21x24 képpontból áll, tehát 264 pontból kellett az egyes hangok jelét megtervezni (ld. 4. ábra).



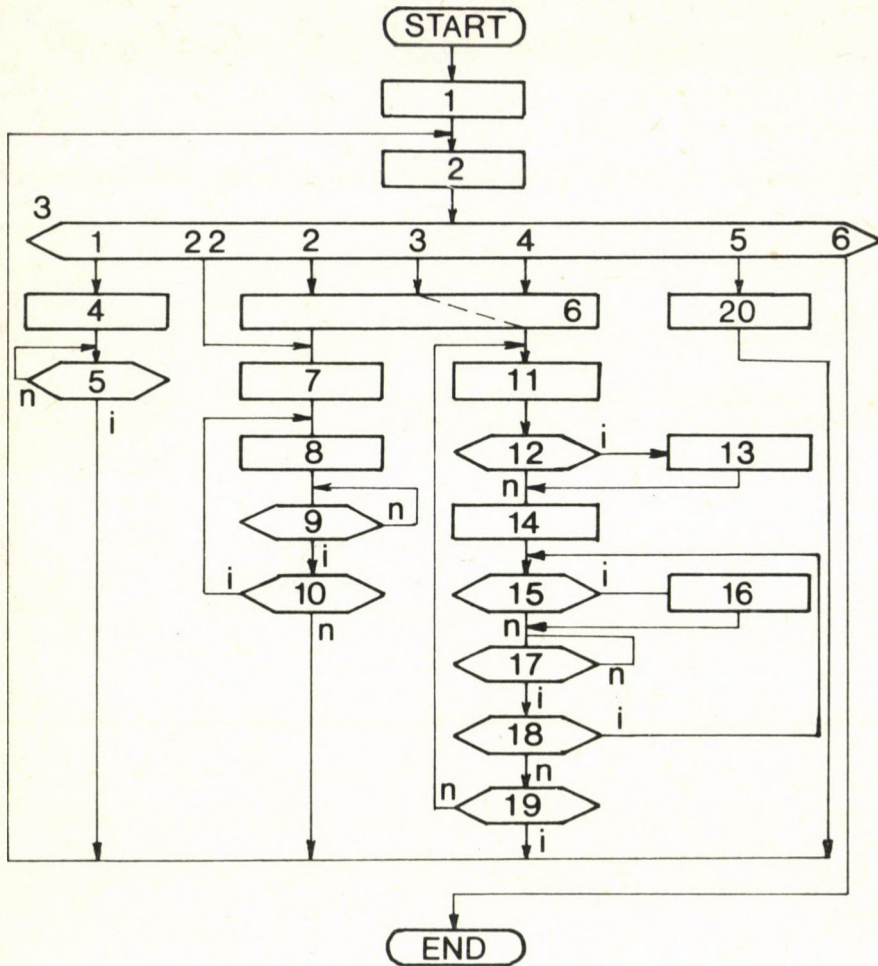
2. ábra A mérési és a referenciapontok elhelyezése a hangok röntgensémáján

7. Vegyük sorra az 1–6 számok leütésével megvalósítható demonstrációs lehetőségeket.

– Az 1-es szám leütésével a képernyőn megjelenik a fonetikai hangszabvány 24 magánhangzóból felépülő rendszere egy olyan táblázatos formában, pontosabban koordináta-hálóban, amelyről leolvashatók a hangok  $F_1$ -,  $F_2$ -értékei, valamint a fentebb említett képzési jegyeik (ld. 5. ábra). A hangok azonosítása sorszámmal történik (1–24, azaz [i–ŋ]). A páratlan szám mindig illabiális, a páros labiális hangot jelent. E bemutatással megvalósítható didaktikai cél a magánhangzó-rendszer globális megismertetése, a hangelemeknek mint rendszertényezőknél az elhelyezkedését hivatott vizuális formában rögzíteni, s ezzel a képzési és hangzási jellemzők memorizálását, emlékezetbe vésését megkönnyíteni. A space lenyomásával térünk vissza a menüre, a művelet-kiválasztásra.

– A 2-es szám leütése a megszólaltatás és a fonetikus jel képernyőre rajzolását kezdeményezi az alábbiak szerint:

HANY HANG LESZ? 3  
 AZ 1. HANG SORSZAMA = 3  
 A 2. HANG SORSZAMA = 5  
 A 3. HANG SORSZAMA = 7



3. ábra A JONES program folyamatábrája

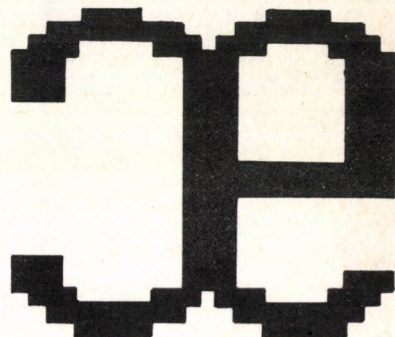
1. Lemezről a hangok koordináta- és akusztikai adatainak beolvasása. 2. A képernyő törlése és a menü kiírása. 3. A begépelte számjegy szerint elágazás. 4. Az F1–F2 koordináta-rendszerben a hangok kirajzolása. 5. Volt leütött billentyű? 6. Az aktuális hangok sorszámának megkérdezése. 7. A soron következő hang kijelölése. 8. A hang megszólaltatása. 9. Volt leütött billentyű? 10. A leütött billentyű az „R” volt? 11. A soron következő hang kijelölése. 12. Egyetlen hang sorszámát adták meg? 13. A fonetikus jel kirajzolása a képernyőre. 14. A röntgenséma kirajzolása a képernyőre. 15. A 4. parancs végrehajtása történt? 16. A hang megszólaltatása. 17. Volt leütött billentyű? 18. A leütött billentyű az „R” volt? 19. Az utolsó hang volt? 20. A nagy felbontású képernyő kinyomtatása papírra

Az utolsónak megadott hang (amely lehet 1–24) sorszámát követően a képernyőn megjelenik az első hang fonetikus jele, majd néhány másodperc múlva megszólal a hang is. A hangzásidőt 300 ms-ban adtuk meg. Az akusztikus sajtások megfigyelésére és emlékezetbe vésésére nem elégséges az egyszeri gyors elhang-

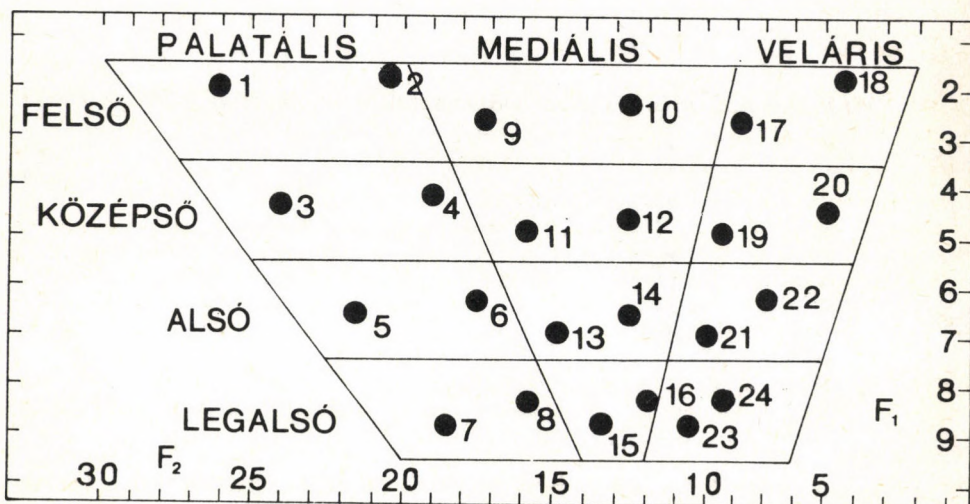
```

11300 DESIGN O,HH*64+KC      ;REM 14
11301 @...BBBB.....BBBB...
11302 @.BBBBBBBBBB..BBBBBBBB..
11303 @.BBB.....BBB.BBB....BBB.
11304 @BBB.....BBB.....BBB
11305 @BBB.....BBB.....BBB
11306 @BBB.....BBB.....BBB
11307 @.....BBB.....BBB
11308 @.....BBB.....BBB
11309 @.....BBB.....BBB
11310 @.....BBB.....BBB
11311 @.....BBBBBBBBBBBBBB
11312 @.....BBBBBBBBBBBBBB
11313 @.....BBB.....BBB
11314 @.....BBB.....BBB
11315 @.....BBB.....BBB
11316 @.....BBB.....BBB
11317 @BBB.....BBB.....BBB
11318 @BBB.....BBB.....BBB
11319 @.BBB.....BBB.BBB....BBB.
11320 @.BBBBBBBBBB..BBBBBBBB..
11321 @...BBBBB.....BBBBB...

```



4. ábra Az [æ] hang fonetikus jele  
a) a programba beírt formában és  
b) a képernyőre kivetítve



5. ábra A hangszabvány magánhangzóinak rendszere a képzési jegyek, valamint az F1- és F2-értékek figyelembevételével

zás, ezért az „R” betű leütésével többször egymás után ismételten meghallgathatjuk a hangot. A következő hangra a space lenyomásával térünk át. Az utolsó hangot követően a space-szel újra a műveletkiválasztót kapjuk meg. Ha most a 22-es számot gépeljük be, akkor a lefutott hangsorozatot ismétli meg anélkül, hogy újra megkérdezné a hangok számát és sorszámát.

E művelettel elérendő didaktikai cél a fonetikus jel és a hangzás közötti asszociációs kapcsolat elmélyítése. Ennek jelentőségét nem kell hangsúlyoznunk. Minden előszóban megvalósuló beszédprodukción fonetikus lejegyzése, továbbá a fonetikus lejegyzett beszédsszövegek meghangosítása elképzelhetetlen szilárd íráskép—akusztikus emlékkép asszociációk nélkül.

— A 3-as billentyű leütésével egy vagy több hang artikulációs sémáját rajzoltathatjuk képernyőre a következőképpen. Válaszolunk az előző pontban ismertetett kérdésekre. Ha csak egy hangot jelölünk meg, akkor a séma mellett a képernyő jobb oldalán megjelenik a hang fonetikus jele is. Ha több hangot sémáztunk, akkor nem a sprite-ban beírt jelet, hanem a hang sorszámát és az adatfile-ban megadott fonetikus jelet kapjuk meg a képernyőn. Ebben a bemutatási formában a space leütésével nem törlődik az előző hang(ok) sémája, hanem a már kirajzolt sémára más-más színnel vetítődnek rá az újabbak. Az utolsó hang sémájának a kirajzolása után leütött space visszavisz a menüre.

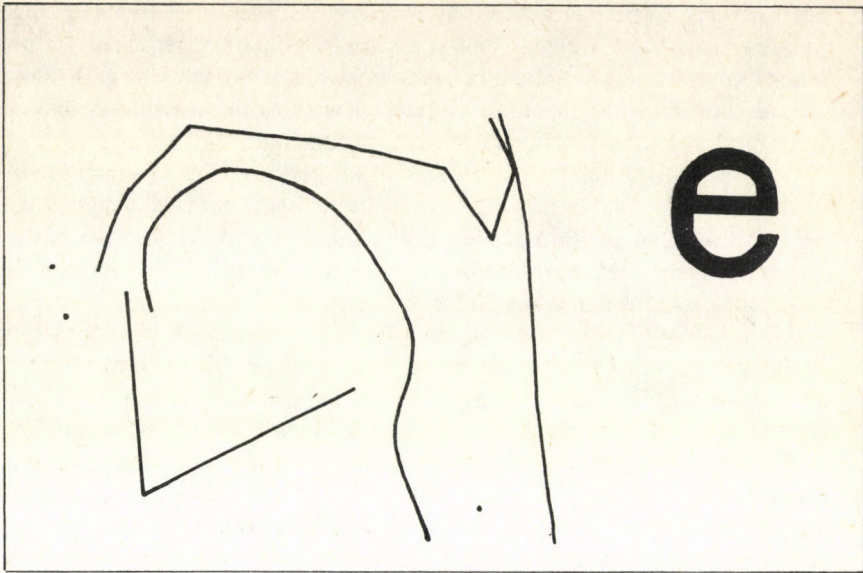
A 3-as számú bemutatás célja az artikulációs helyzet megfigyeltetése, tudatosítása és emlékezetbe vésése, az artikuláció és a fonetikus jel közötti asszociatív kapcsolat megteremtése, s nem utolsósorban az egyes hangok képzésében való eltérések, hasonlóságok megismertetése a röntgensémák egymásra vetítése által. Ezzel a bemutatással tudatosíthatók a hangoknak egy képzési jegyben való eltérései, például a palatális—mediális—veláris jellegből adódó különbségek éppúgy, mint a nyelvemelkedés fokából és az állkapocs nyitódásából származó eltérések.

— A 4-es szám leütésével egy vagy több hang artikulációs helyzetét ábrázoló röntgensémát és a neki megfelelő hangzást állítjuk elő a hang sorszámának a megadásával. E bemutatás módja megegyezik az előző pontokban ismertetettel. Egy hang megszólaltatása esetén a röntgenséma mellett a fonetikus jel rajzban, több hangnál betűkarakteres formában jelenik meg. A hangzás ismételtetésére itt is az „R” szolgál. (Több hang esetén mindig az újonnan kirajzoltnak megfelelő hangot ismétli). A space funkciója megegyezik az előző bemutatásban leírtakkal.

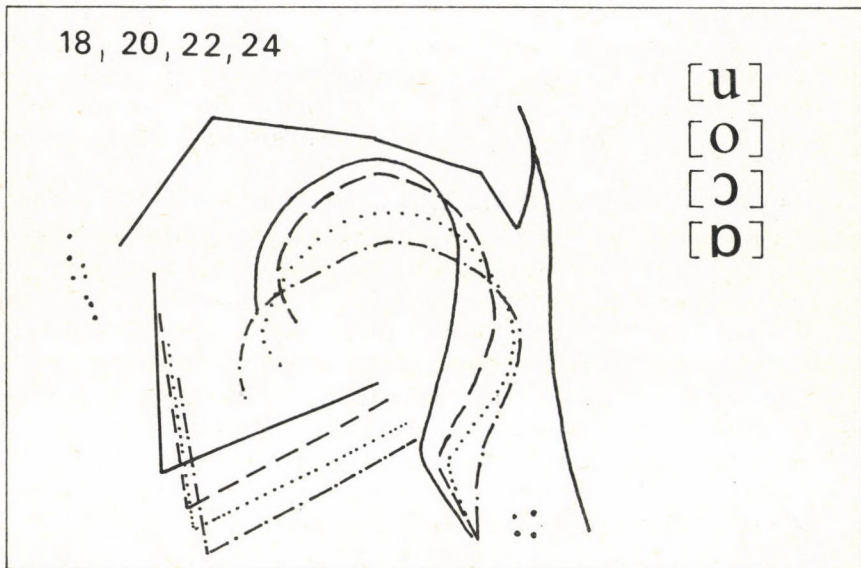
A 4-es bemutatásban együtt szerepelnek az elsajátítandó fonetikai tulajdonságok: az artikulációs helyzet, a fonetikus jel és a hangzás. Célunk a 3 dimenzió szoros asszociációs kapcsolatának a kiépítése, a többnyire egymástól elkülönülő jellemzők fonetikai szintézisének a megteremtése.

— Az 5-ös szám begépelésével a képernyőn megjelenített táblázatot (fonetikai mérőrácsot), a hangok artikulációs sémáit tudjuk grafikus nyomtatóval kirajzoltatni, dokumentálni. Ezt azzal értük el, hogy a hangszabványt bemutató táblázatot és a hangok röntgensémáját az ún. nagy felbontású képernyőre vittük, elmentetben a műveletkiválasztóval és a hangok mennyiségét, sorszámát megkérdező kiírásokkal, amelyek az ún. karakterképernyőre kerülnek.

— A program futását a 6-os szám begépelésével fejezzük be.



6. ábra Az [e] hang röntgensémája és fonetikus jele, ahogyan a képernyőn megjelenik



7. ábra A veláris labiálisok egymásra vetített röntgensémája

Az ismertetett program kisebb átalakítás mellett alkalmas arra is, hogy egyes nyelvek hangrendszerét mutassuk be vele. Ilyenkor az artikulációs adatokat, az akusztikus paramétereket és a fonetikus jeleket kell kicserélnünk az adott nyelv adataival.

## Irodalom

BOLLA Kálmán: Egyetemes fonetikai hangszabvány? A magánhangzók. MFF. 13. 1984, 71–120.

ARATÓ András–KISS Gábor–TAJTHY Tamás: A MEA 8000 beszédszintetizátor Commodore 64 számítógépen működő fejlesztő rendszere. MFF 15. 1986, 143–54.

## PRESENTATION OF VOWELS OF „SOUND STANDARD” BY COMPUTER

Kálmán Bolla–Gábor Kiss

1. In an earlier treatise we gave a detailed account of the fact that the sound quality can be measured objectively. (Bolla MFF 13. 1984, 71–120). Starting from the so-called cardinal vowels of IPA we elaborated a phonetic measuring system, the 'sound standard' consisting of vowel monophthongs of 24 kind to compare the speech sounds. We determined the articulative positions and sounding values adequate to these by phonetic analyses and syntheses. To apply the experimental results in practice we established a method by computer presenting the vowels of the sound standard, first by PDP 11/34 computer and OVE III/c speech synthesizer, then Commodore 64 personal computer.

2. The task was to present the vowels of the sound standard in an easily comprehensible form by visual and auditive sensation with a program easy to manage and to form a firm visual and auditive memory in the user by repetition according to need.

3. Our program named Daniel Jones renders the following demonstration possible, which is contained in the so-called menu of the program.

1. The presentation of the sound system in tables (see Fig. 5)
  2. The sounding of the sounds, writing of the phonetic sign to the screen (see Fig. 4)
  3. The drawing of the X-ray schemes of the sounds (see Fig. 7)
  4. The drawing of the X-ray scheme and the sounding of the sound (see Fig. 6)
  5. The printing of the figures seen on the screen
  6. The termination of the operation by the program, the „switching off” the program
4. The technical means seen in Fig. 1 constitute the hardware of the presentation.
5. The phonetic basis consists of two parts: a) the co-ordinate data necessary to the drawing of X-ray scheme of 24 vowels (see Fig. 2) and b) the acoustic parameters necessary for the artificial production of sounds.
6. The process figure of the program named Daniel Jones is shown in the Fig. 3.
7. In the further part of the study we make known the menu from 1 to 6.

The program is suitable for presenting the sound system of other languages. In such a case the articulative data, acoustic parameters and phonetic signs are to be substituted for the data of the given language.