

~~UDK 159.93 : 534.63~~
Originalni znanstveni rad

Primljeno: 2. 12. 1986

UDK 159.93:534

201.4:159.

201.48

Utjecaj riječi: percepcije govora,
psihosonkustike, prozodije

Damir HORGA

Filozofski fakultet, Zagreb

UTJECAJ FONETSKIH KARAKTERISTIKA NA PREPOZNAVANJE FILTRIRANIH RIJEČI

SAŽETAK

U istraživanju je uzorak od 250 riječi hrvatskog ili srpskog jezika opisan sa stanovišta 14 karakteristika za koje se moglo pretpostaviti da su relevantne za njihovo prepoznavanje. Te su karakteristike osnovane na svojstvima glasova koje sadrže riječi, na prozodijskim karakteristikama riječi i na njihovim vjerojatnosnim svojstvima. U regresijskoj analizi, kojom su obrađeni podaci, spomenuta svojstva su uzeta kao prediktorske varijable, dok je kao kriterijska varijabla uzet stupanj razumljivosti riječi propuštenih kroz deset ekvivalentnih frekvencijskih zona na koje je bio podijeljen ukupni raspon od 200—8192 Hz. Razumljivost je određena na osnovi rezultata 40 ispitanika koji su slušali riječi.

Na osnovi rezultata može se zaključiti da se riječi po svojim visinskim karakteristikama mogu podijeliti na tri grupe: visoke i srednjo-visoke, koje čine prve dvije grupe, te srednje, srednjo-niske i niske, koje čine treću grupu. Nadalje, uočeno je da su perceptivno najotpornije na filtrira-

nje u cijelom frekvencijskom području učestalije riječi i u psihoakustičkom smislu više riječi, s većim brojem neprekinutih glasova, dok su u niskom području to riječi s manje kompaktnih glasova, a u visokom s većim brojem bezvučnih glasova.

Zapažena je razlika u utjecaju na prepoznavanje riječi između fonetskih svojstava koja su nosioci logičkog sloja govornih informacija te onih svojstava koja su nosioci estetskog sloja.

1. Uvod

Govor je važan element u cjelokupnoj perceptivnoj djelatnosti čovjeka. Percepcija govora je uvijek čvrsto povezana s njegovom emisijom i transmisijom, pa proučavanje percepcije nužno uključuje i ta dva elementa, koji određuju karakteristike ulaznog signala. Percepcija će prema tome s jedne strane biti određena fizičkim i informacijskim karakteristikama ulaznog signala, a s druge strane stanjem analizatora. Stanje analizatora podrazumijeva njegove fiziološke karakteristike, njegovo stanje s obzirom na stohastički proces i subjektivnu procjenu vjerojatnosti elemenata govora te psihološku komponentu u smislu pripremljenosti i motiviranosti za određeni perceptivni moment.

Percepcija govora je aktivan proces kad je riječ o anticipaciji i prognozi govornog toka. Ona je aktivna i pri konstrukciji potpune govorne poruke iz pojedinih dijelova onda kada se govorna komunikacija odvija u uvjetima buke, pa su slušaocu dostupni samo dijelovi akustičkog signala govornika. Taj je proces moguć zbog redundantnog karaktera govornog signala, koji usporava protok govorne informacije, ali povećava sigurnost njezinog prijema.

E. Brocca pretpostavlja osim redundantnosti sadržane u govornom signalu postoji i redundantnost nervnih kanala — »intrinsic redundancy« (za razliku od »extrinsic redundancy«) — koja predstavlja centralno selektivno kodiranje propuštajući vjerojatne informacije kroz ekonomične nervne kanale i čuvajući u rezervi nekoliko kanala za malo vjerojatne informacije.

Princip hijerarhijske strukture govorne percepcije uključuje niz razina koje odražavaju jezični sistem (fonološka, morfološka, leksička i sintaktička razina), a djelomično i prelaze njegove okvire (semantička, logička razina). Percepciju govora karakterizira složeno međusobno djelovanje procesa, koji se odvijaju na različitim razinama takve hijerarhijske strukture.

Nesumnjivo je da proces percepcije uključuje određene mehanizme filtriranja i pročišćavanja govornog signala na putu od periferije do centara u kori velikog mozga. Zakonitosti rada percepcije u frekvencijskom smislu moguće je otkrivati postupkom akustičkog filtriranja. Time se otkrivaju oni mehanizmi koji oblikuju perceptivni kanal u strukturu najpogodniju za prijenos određenog glasa ili riječi, pa se s obzirom na svojstva glasova i riječi struktura perceptivnog kanala mijenja u toku same percepcije.

Proučavajući percepciju konsonanata G. A. Miller i P. E. Nicely su, na osnovi svog klasičnog eksperimenta, odredili odnose između pojedinih karakteristika akustičkog kanala i pet fonetskih karakteristika glasova (zvučnost, nazalnost, frikativnost, trajanje i mjesto artikulacije), a izračunavanjem doprinosa svakog fonetskog obilježja za prepoznavanje

glasova zaključili su da se govor može promtarati kao multikanalni proces.

Hipoteza, da se glasovi govora u toku percepcije razlažu na razlikovna obilježja provjeravana je ocjenjivanjem srodnosti glasova ili proučavanjem grešaka u percepciji prilikom različitih vrsta buke koja prati govor.

Jedan od načina proučavanja percepcije govora jest filtriranje glasova i riječi te pronalaženje onih frekvencijskih područja koja su optimalna za njihovo slušno prepoznavanje. Takvu formu akustičkog signala Guberina je nazvao optimalom. Pronalaženje optimalnih frekvencijskih kanala za prijenos govora glavni je predmet istraživanja u verbalnoj teoriji. Ta su istraživanja pokazala da se fonemski klasifikator koristi upravo visinskim karakteristikama glasova i riječi kao bitnim parametrom govornog signala. Verbotonalna teorija pokušava odgovoriti koje su to fizičke komponente signala na koje djeluju inhibitorni procesi, a koje se komponente propuštaju i lako prenose u centralni nervni sistem; nadalje, kako mora biti strukturiran govorni signal da bi predstavljao optimalnu perceptivnu formu bilo da se radi o normalnom ili o patološkom sluhu.

2. Cilj istraživanja

Opći je cilj ovog istraživanja utvrđivanje onih karakteristika riječi koje određuju visinsku optimalu riječi, unutar područja od 200 do 8192 Hz podijeljenog na deset frekvencijskih zona. Željelo se otkriti koliki je doprinos svake pojedine karakteristike riječi razumljivosti riječi propuštenih kroz pojedinu frekvencijsku zonu i kakva je struktura pojedinih frekvencijskih zona s obzirom na karakteristike riječi.

Osim toga, cilj je bio da se odredi koliko cjelokupni sistem glasovnih, prozodijskih i vjerojatnosnih karakteristika riječi ukupno pridonosi razumljivosti u pojedinoj frekvencijskoj zoni.

3. Način provođenja eksperimenta

Uzorak ispitanika sastojao se od 41 studenta čiji je materinski jezik hrvatski ili srpski i koji nisu imali izraženih ni slušnih ni govornih smetnji. Dvjesto pedeset riječi snimljenih na magnetofonskoj vrpci ispitanici su slušali kroz deset sukcesivnih frekvencijskih zona slučajnim redoslijedom.

Uzorak riječi, koje predstavljaju entitete u ovom istraživanju, selekcioniran je na osnovi dvaju kriterija: visinskih karakteristika riječi i broja slogova. Prema visinskim karakteristikama (koje su određene na osnovi psihoakustičkih visina glasova koji čine pojedine riječi) uzorak je činilo pet grupa od kojih je svaka imala 50 visinski različitih riječi. i

to niskih, srednjoniskih, srednjih, srednjovisokih i visokih. Svaka riječ, pa prema tome i svaka grupa riječi, sadržavala je više od 50% glasova odgovarajućih visinskih svojstava. Prema kriteriju broja slogova svaka visinska grupa riječi imala je 12 jednosložnih, 25 dvosložnih i 13 tro-složnih riječi.

Budući da uzorak riječi nije selekcioniran prema drugim kriteriji-ma, ostale karakteristike bile su slobodno raspoređene po visinskim gru-pama riječi.

U pauzi od 6 sekundi nakon svake riječi ispitanici su na posebnom formularu bilježili svoj odgovor onoga što su čuli. Nakon provedenog eksperimenta određen je broj točnih odgovora za svaku riječ i za svako frekvencijsko područje posebno.

4. Uzorak varijabli

4.1. Karakteristike riječi

Pretpostavljeno je da je za razumljivost riječi na različitim frekven-cijskim područjima, pa onda i za visinsku optimalu riječi, relevantno 14 karakteristika riječi osnovanih na:

- a) svojstvima glasova koji ih čine (psihoakustička visina riječi, po-kretljivost, sonornost, binaristička visina, binaristička nazalnost, binaristička prekinutost, binaristička zvučnost, binaristička kom-paktnost, broj konsonantskih grupa)
- b) prozodijskim svojstvima (duljina naglašenog sloga, ton naglaše-nog sloga)
- c) vjerojatnosnim svojstvima (broj glasova, broj slogova, subjektiv-na frekventnost riječi).

Na temelju izabраниh karakteristika riječi određene su 24 varijable, jer su binarističke karakteristike razložene na dvije dihotomne i jednu neutralnu varijablu, a time se broj varijabli u odnosu prema broju ka-rakteristika povećao.

Svaka riječ ocijenjena je prema svim predloženim varijablama. Va-rijable pokretljivosti, sonornosti i subjektivne frekventnosti upotrebe riječi određene su na temelju subjektivne ocjene fonetičara (sonornost, pokretljivost), odnosno ispitanika koji su slušali riječi (subjektivna frek-ventnost).

Konstruirane varijable bile su slijedeće:

1. psihoakustička visina riječi (PSIH),
2. sonornost riječi (SONO),
3. pokretljivost riječi (POKR),
4. broj binaristički visokih glasova (BIVI),
5. broj binaristički niskih glasova (BINI),
6. broj visinski neutralnih glasova (BINE),

7. broj binaristički nazalnih glasova (BINZ),
8. broj binaristički nenazalnih glasova (NANE),
9. broj nazalno neutralnih glasova (NANU),
10. broj binaristički prekinutih glasova (NEPR),
11. broj binaristički neprekinutih glasova (NENP),
12. broj glasova neutralnih s obzirom na prekinutost (NENU),
13. broj binaristički zvučnih glasova (ZVUZ),
14. broj binaristički bezzvučnih glasova (ZVUB),
15. broj zvučno neutralnih glasova (ZVUN),
16. broj binaristički kompaktnih glasova (KOMK),
17. broj binaristički difuznih glasova (KOMD),
18. broj kompaktno neutralnih glasova (KOMN),
19. broj konsonantskih grupa u riječi (KONS),
20. broj glasova u riječi (GLAS),
21. broj slogova u riječi (SLOG),
22. duljina naglašenog sloga (DUNS),
23. ton naglašenog sloga (TONS),
24. subjektivna frekventnost riječi (BA).

4.2. Karakteristike kriterija

Visinska optimala riječi definirana je kao ono suženo frekvencijsko područje koje daje maksimalnu razumljivost riječi i koje ujedno ističe visinska svojstva riječi. Stoga je kao kriterijska varijabla uzet stupanj razumljivost pojedinih riječi u pojedinim filterskim zonama.

Širina i broj filterskih zona određeni su slobodno pod uvjetom da budu ispunjena dva kriterija:

- a) da je razumljivost riječi propuštenih kroz ta frekvencijska područja manja od stopostotne i
- b) da ukupna razumljivost riječi u pojedinim zonama bude približno ista.

Frekvencijske su zone odabrane prema G. A. Milleru, koji je odredio deset sukcesivnih ekviinteligibilnih frekvencijskih područja, a tabela br. 1 prikazuje koliko su zadovoljena dva spomenuta kriterija.

Tabela br. 1

filter	Hz	postotak razumljivosti	broj prepoznatih riječi
F — 1	200 — 512	15,9	1631
F — 2	512 — 800	31,8	3368
F — 3	800 — 1280	21,4	2191
F — 4	1280 — 1600	20,4	2460
F — 5	1600 — 2048	27,2	2790
F — 6	2048 — 2560	25,5	2611
F — 7	2560 — 3200	20,1	2062
F — 8	3200 — 4096	14,6	1439
F — 9	4096 — 5120	13,8	1403
F — 10	5120 — 8192	21,6	2224

Kriterijska je varijabla bila ocijenjena brojem ispitanika koji su na određenom filteru prepoznali određenu riječi. Djelomično točni odgovori nisu se uzimali u obzir.

5. Metoda obrade rezultata

Za rješenje osnovnog zadatka ovog rada, tj. za određivanje utjecaja karakteristika riječi na njihovu razumljivost kada su propuštene kroz različite pojasne filterske zone, upotrijebljena je regresijska analiza.

Razumljivost riječi na pojedinim filterskim zonama služila je kao kriterijska varijabla, a sistem glasovnih, prozodijskih i vjerojatnosnih karakteristika riječi kao prediktorski sistem varijabli.

Budući da je upotrijebljeno ukupno deset filterskih zona, pa stoga i deset kriterijskih varijabli razumljivosti riječi, obavljeno je deset regresijskih analiza.

Rezultati regresijskih analiza prikazani su u tablici 2.

6. Rezultati i interpretacija

Na osnovi rezultata prikazanih u tablici br. 2 moguće je uočiti neke opće odnose između sistema kriterijskih i prediktorskih varijabli.

Multiple korelacije između razumljivosti riječi i sistema karakteristika riječi za svih deset frekvencijskih područja (filtera) značajne su i relativno visoke. Najniža je za filtere F—3 i F—4 i iznosi .57, dok je najviša za filter F—7 i iznosi .80. Multiple korelacije za ostale filtere raspoređene su unutar tog raspona, s time što su na nižim filterima multiple korelacije manjih, a na višima većih vrijednosti.

Količina zajedničke varijance prediktorskih i kriterijskih varijabli kreće se od 32 % do 64 %. Ona je raspoređena tako da je najniža za frekvencijsko područje F—3 i F—4, a najviša za područje F—7, što je i logično s obzirom na vrijednosti multiple korelacije promatranih sistema varijabli. Na ostalim frekvencijskim područjima vrijednost zajedničke varijance kreće se oko 50%. Sve to upozorava na činjenicu da sistem prediktorskih varijabli dosta dobro predviđa stupanj razumljivosti riječi.

Dobivene rezultate moguće je detaljno analizirati na dva načina. Prvo, moguće je promatrati svako frekvencijsko područje zasebno i ustanoviti utjecaj pojedinih karakteristika riječi na razumljivost riječi, odnosno na visinsku optimalu riječi. Drugo, moguće je svaku prediktorsku varijablu promatrati zasebno, tj. moguće je analizirati njezin utjecaj na razumljivost, odnosno na visinsku optimalu riječi kroz sva frekvencijska područja. Obje analize mogu pružiti interesantne podatke, stoga ćemo dobivene podatke tako i promatrati.

Tabela 2.
Regresija razumljivosti riječi na filterima

	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10
ZVUZ	-.19	.00	.03	.12	-.07	-.23	-.26	-.23	-.18	-.16
ZVUB	.43	.31	.21	.15	.38	.53	.55	.43*	.51*	.47*
ZVUN	-.01	.03	.05	.07	.03	.02	.01	.04	-.02	.02
KOMK	-.23*	-.01*	.04	.04	-.14*	-.09*	-.13	-.09*	-.14*	-.10*
KOMD	.39	.24*	.13	.24	.35	.21*	.35	.22	.32	.33
KOMN	-.07	.00	.06	.01	.05	.08	-.02	.02	-.01	.01
PSIH	.45	.38*	.16*	.01*	.43*	.60*	.67*	.56	.57*	.62*
SLOG	.12	.23	.25*	.23	.20	.15	.20	.14	.14	.16
GLAS	.22	.27	.22	.23	.29	.27	.29	.23	.27	.28
DUNS	-.08	-.14	-.20	-.17	-.06	-.02	-.08	-.07	-.07	-.10
TONS	.04	.04	0.7	.06	.06	.14	.12	.10	.10	.07
KONS	.27	.20	.08	.04	.26	.29	.26	.18	.29	.24
POKR	-.01	.02	.06	.07	.03	.10	.00	.01	.03	.02
SONO	-.39	-.25	-.10	-.05	-.31	-.43	-.50	-.41	-.43	-.47
NEPR	.11*	.10*	.12*	.14*	.07*	.24*	.12	.12	.12	.13*
NENP	.29*	.29*	.15*	.14*	.35*	.27*	.33*	.24*	.31*	.35*
NENU	.04*	.10*	.10*	.10	.09	.01	.10*	.10*	.06*	.07*
NANZ	-.09	-.21	-.14	-.07	-.16	-.20	-.14	-.15	-.16	-.17
NANE	-.12	.03	.00	.08	-.07	-.11	.16	-.11	-.10	-.13
NANU	.29	.33	.25	.22	.36	.37	.39	.31	.35	.38
BIVI	.56	.39	.20	.08	.46	.56	.69	.51	.59	.60
BINI	-.27	-.18	.05	.25	-.14	-.44	-.48	-.42	-.36	-.39
BINE	-.20	.00	-.07	-.13	-.13	.06	-.07	.06	-.08	.05
BA	.33*	.38*	.39*	.29*	.36*	.35*	.33*	.29*	.28*	.31*
DELTA	.4534	.4334	.3278	.3312	.4897	.5859	.6430	.4951	.5206	.5520
RO	.6733	.6583	.5726	.5755	.6998	.7654	.8019	.7036	.7215	.7429

Napomena: Zvezdicom su označeni značajni koeficijenti regresije.

Sistem karakteristika riječi predviđa 45 % varijance njihove razumljivosti na filteru 1 (200 — 512 Hz). Tom postotku razumljivosti značajno pridonosi mali broj prediktorskih varijabli i to broj kompaktnih glasova (KOMK) s negativnim, a broj neprekinutih glasova (NENP), broj prekinutih glasova (NEPR), broj glasova neutralnih s obzirom na prekinutost (NENU) te subjektivna frekventnost riječi (BA) s pozitivnim predznakom. Ostale varijable na filteru 1 povezuju se s razumljivošću riječi samo preko svojih veza s drugim varijablama ili su s kriterijem vrlo malo povezane.

Osim značajnih koeficijenata parcijalne regresije onih varijabli koje su djelovale na razumljivost riječi i na filteru 1, u objašnjenju varijanci kriterija na filteru 2 (43 %) značajno sudjeluju još psihoakustička visina (PSIH) i broj difuznih glasova (KOMD). No, visok postotak doprinosa varijanci kriterija imaju samo psihoakustički više riječi, broj neprekinutih glasova i subjektivna frekventnost riječi te, u negativnom smislu, broj difuznih glasova. Drugim riječima, u toj će frekvencijskoj zoni biti

razumljivije one riječi koje su psihoakustički više i subjektivno frekventnije te one koje sadrže više neprekinutih i manje difuznih glasova.

Koeficijent determinacije razumljivosti riječi na filteru 3 (800 — 1280 Hz) prilično je malen i iznosi 33 %. Značajne koeficijente parcijalne regresije imaju psihoakustička visina riječi (PSIH), broj slogova u riječi (SLOG), broj neprekinutih (NENP), prekinutih (NEPR) i s obzirom na prekinutost neutralnih glasova (NENU), a i subjektivna frekventnost riječi. Subjektivna frekventnost riječi je karakteristika koja određuje najveći dio varijance razumljivosti riječi, ali na tom će filteru biti razumljivije i riječi koje su dulje s obzirom na broj glasova i one koje imaju veći broj neprekinutih glasova.

I količina varijance razumljivosti riječi, koja je objašnjena karakteristikama riječi na filteru 4 (1280 — 1600 Hz), mala je te iznosi kao i na filteru 3 samo 33 %. U toj zoni filtriranja najbolje se razumiju subjektivno poznatije riječi (BA) te one s većim brojem neprekinutih (NENP) i prekinutih glasova (NEPR), dok psihoakustička visina riječi, unatoč značajnom koeficijentu parcijalne regresije, ne sudjeluje u varijanci razumljivosti riječi niti sa 1 %.

Povezanost prediktorskih i kriterijskih varijabli na filteru 5 (1600 — 2048 Hz) dosta je velika (multipla korelacija od .670), a zajednička varijanca iznosi 49 %. Značajne koeficijente parcijalne regresije imaju psihoakustička visina (PSIH), broj glasova definiranih prekinutošću (NENP, NEPR, NENU) te subjektivna frekventnost riječi. Ipak s obzirom na doprinos tih varijabli kriterija, najrazumljivije će biti psihoakustički više riječi i riječi sastavljene od binaristički neprekinutih glasova, ali s manjim brojem kompaktnih glasova, a u manjoj mjeri i poznatije riječi.

U objašnjenju 59 % varijanci razumljivost riječi na filteru 6 značajno sudjeluju ove varijable: broj kompaktnih glasova (KOMK), broj difuznih glasova (KOMD), psihoakustička visina riječi (PSIH), broj neprekinutih glasova (NENP), broj prekinutih broj neutralnih glasova s obzirom na prekinutost te subjektivna frekventnost riječi. One pridonose varijanci kriterija na taj način da je razumljivost filtriranih riječi to manja, što je veći broj kompaktnih i difuznih glasova, dok je razumljivost veća za psihoakustički više riječi sastavljene od većeg broja binaristički neprekinutih glasova i za one koje su subjektivno poznatije.

Zajednička varijanca razumljivosti riječi i sistema njihovih karakteristika na filteru 7 (2560 — 3200 Hz) iznosi 64 %. Veličini koeficijenta determinacije najviše pridonose psihoakustička visina (PSIH), broj neprekinutih glasova (NENP) i subjektivna frekventnost riječi (BA). Ostali značajni koeficijenti regresije (broj kompaktnih glasova (KOMK) i broj neutralnih glasova s obzirom na prekinutost (NENU) malo pridonose objašnjenju varijance razumljivosti.

Na filteru 8 (3200 — 4096 Hz) cijeli sistem karakteristika riječi objašnjava 50 % varijance njihove razumljivosti. Na tom se filteru kao značajan faktor i to s vrlo velikim doprinosom javlja broj bezvučnih glasova (ZVUB). Ostale značajne varijable su broj kompaktnih glasova (KOMK), broj neprekinutih (NENP) i broj glasova neutralnih s obzi-

rom na prekinutost (NENU), te subjektivna frekventnost riječi. Znači da najveću vjerojatnost prepoznavanja imaju poznate riječi sastavljene od bezvučnih i neprekinutih glasova, a i one koje imaju što manje kompaktnih glasova.

Povezanost razumljivosti riječi i sistema karakteristika riječi za filter 9 (4096 — 5120 Hz) iznosi 52 %. Značajne regresijske koeficijente imaju broj bezvučnih glasova (ZVUB), psihoakustička visina (PSIH), broj neprekinutih (NENP) i broj glasova neutralnih s obzirom na prekinutost (NENU), te subjektivna frekventnost riječi s pozitivnim i broj kompaktnih glasova (KOMK) s negativnim predznakom. S obzirom na količinu objašnjene varijance kriterija, najrazumljivije će biti psihoakustički visoke riječi sastavljene od bezvučnih i neprekinutih glasova.

Posljednji promatrani filter, filter 10 (5120 — 8192 Hz), prema varijablama koje značajno sudjeluju u regresiji kriterija i prema količini zajedničke varijance razumljivosti riječi i sistema karakteristika riječi, sličan je prethodnom filteru 9. Objašnjeno je 55 % varijance kriterija, a varijablama koje imaju značajne regresijske koeficijente na filteru 9 treba još dodati samo broj prekinutih glasova (NEPR) za filter 10. Prema tome, što je u riječi sadržano više bezvučnih i neprekinutih glasova i što je ona psihoakustički viša, to će biti razumljivija na tom frekvencijskom području.

Iz analize utjecaja pojedinih karakteristika riječi na razumljivost riječi na svakom od dest filtera, tj. na čitavom promatranom frekvencijskom području (200 — 8192 Hz), uočava se da relativno mali broj karakteristika riječi značajno objašnjava relativno veliku varijancu razumljivosti riječi. Takav rezultat nije moguće objasniti samo malim utjecajem nekih od izabranih varijabli na razumljivost riječi, nego i relativno velikom međusobnom povezanošću nekih od varijabli. Tako je npr. visina riječi opisana s pomoću četiri varijable (psihoakustičkom visinom riječi i trima varijablama binarističke visine), koje su u relativno velikoj međusobnoj korelaciji i stoga, dok psihoakustička visina ima značajan i velik utjecaj na razumljivost riječi, binarističke varijable visine takav utjecaj nemaju. Zato bi za prognozu razumljivosti riječi bila dovoljna samo jedna od izabranih varijabli, tj. ili psihoakustička ili binaristička visina riječi.

Slično navedenom, visoka međusobna korelacija postoji i između varijabli broj slogova i broj glasova u riječi (SLOG i GLAS) i varijable broj neutralnih glasova s obzirom na prekinutost (NENU) (koja se zapravo pokazala kao mjera dužine riječi), pa bi u ovom slučaju bila vjerovatno dovoljna jedna od navedene tri varijable kao mjera dužine riječi.

Od varijabli koje značajno utječu na razumljivost filtriranih riječi očito je da na svim frekvencijskim područjima većinom pozitivno utječe subjektivna frekventnost riječi, što je moguće objasniti *gestalt principom* prema kojem se lakše prepoznaju poznate forme.

I psihoakustička visina je varijabla koja značajno i u velikoj mjeri pridonosi razumljivosti riječi. No, valja istaknuti neke osobitosti tog utjecaja. U prvom redu značajno je da pozitivan utjecaj na čitavom frekvencijskom području ima njezina visoka komponenta, iako bismo očeki-

vali da će na niskim frekvencijskim zonama pozitivan utjecaj imati njezina niska komponenta, a tek na visokima visoka. Unatoč tome takvo očekivanje nije u potpunosti iznevjereno, jer postoji razlika u stupnju doprinosa psihoakustičke visine razumljivosti riječi na raznim frekvencijskim područjima, i to u smjeru od znatno manjeg stupnja na niskim frekvencijama do znatno većeg na visokima. Nadalje, interesantno je da se čitavo promatrano frekvencijsko područje može podijeliti na tri zone: jednu nisku (200 — 800 Hz), drugu visoku (1600 — 8192 Hz) u kojima imamo pozitivan utjecaj psihoakustičke visine, što je već rečeno, te treću srednju zonu (800 — 1600 Hz) u kojoj kao da je varijabla psihoakustičke visine neutralna s obzirom na razumljivost. Ovakav rezultat pokazuje da vjerojatno postoje tri visinska perceptivna kanala za govor. Inače, djelovanje psihoakustičke visine riječi na njihovu razumljivost potvrđuje postavke verbotonalne teorije o utjecaju visinskih karakteristika riječi na njihovu percepciju, dok relativno dobra percepcija frekvencijski visokih riječi u niskom frekvencijskom području upozorava također na opravdanost teorije transfera, tj. prijenosa govora kroz uže, nisko frekvencijsko područje kada je optimalno visoko područje isključeno.

Iako sve tri varijable binarističke prekinutosti utječu na razumljivost riječi, već smo objasnili da je utjecaj broja binaristički neutralnih glasova s obzirom na prekinutost zapravo utjecaj dužine riječi. Utjecaj broja binaristički neprekinutih i binaristički prekinutih glasova na razumljivost riječi može se objasniti time što su ti glasovi osnovni nosioci semantičke informacije, pa u riječi djeluju ili na osnovu principa istaknutosti ili, ako se nalaze na početku ili na kraju riječi, na osnovu principa zatvorenosti forme. Od te dvije varijable značajniji je utjecaj broja binaristički neprekinutih glasova, što je moguće objasniti većom količinom zvučne energije koju oni nose.

Broj kompaktnih glasova općenito negativno djeluje na razumljivost filtriranih riječi, osim u području od 800 — 1600 Hz u kojem broj kompaktnih glasova nema utjecaja, što je moguće opravdati koncentracijom zvučne energije kompaktnih glasova u tom području.

Valja još istaknuti da na razumljivost riječi značajno utječe broj bezvučnih glasova, i to naročito u području iznad 3200 Hz. Time se to područje izdvaja kao područje dobrog prijenosa semantičkih informacija riječi, budući da su i bezvučni glasovi njezini glavni nosioci.

Rezimirajući ovaj prikaz utjecaja karakteristika riječi na njihovu razumljivost u promatranom frekvencijskom području može se reći da su na filtriranje otpornije, pa prema tome i da imaju bolju »formu«, poznatije, psihoakustičke više riječi s veći brojem, naročito neprekinutih, glasova. Osim ovih karakteristika, za razumljivost je pogodno da riječ u vrlo niskom frekvencijskom području ima što manje kompaktnih, a u visokom području da ima što više bezvučnih glasova.

U zaključku istaknimo da je ovim istraživanjem potvrđeno postojanje visinske optimalne riječi i upozoreno na utjecaj pojedinih glasovnih, prozodijskih i vjerojatnosnih karakteristika riječi na njezin položaj u određenom dijelu frekvencijskog područja.

Značajno bi bilo nastaviti istraživanje ovakvog tipa uzimajući u obzir neki drugi sistem mogućih karakteristika riječi kojim bi se izbjeglo međusobno prekrivanje varijabli s jedne strane, a također i opis karakteristika riječi s pomoću binarističkih varijabli s druge strane. Binarističke varijable su u ovom istraživanju bile osnovane ne samo na fizičkim, nego i na lingvističkim parametrima, što, čini se, ne daje dobar opis karakteristika bitnih za percepciju riječi. Moguće je pretpostaviti da bi tako korigiran sistem karakteristika riječi odredio i veću količinu varijance njihove razumljivosti.

LITERATURA

1. Čistovič, L. A. et al.: Fiziologija reči — Vosprijatie reči čelovekom, Lenjingrad, 1976.
2. Frumkina, R. M.: Verojatnost' elementov teksta i rečevoje povedenije, Moskva 1971.
3. Guberina, P.: Tonal Audiometry and Vocal Audiometry in the Light of the Principles of Verbo-tonal Audiometry. Proceedings of the Second World Congress of the Deaf. Zagreb, 1955.
4. Guberina, P.: Case studies in the Use of Restricted Bands of Frequencies in Auditory Rehabilitation of Deaf. Zagreb, 1972.
5. Hayden, M. E.: Role of distinctivte features in dichotic perception of 21. English consonants, J. Acoust. Soc. Am., vol. 65, 1979, pp. 1039—1046.
6. Horga, D.: Faktori koji strukturiraju visinsku optimalu riječi. Zagreb, 1974. (magistarski rad).
7. Miller, G. A., Nicely, P. E.: An analysis of Perceptual Confusions Among Some English Consonants. U Sol Saporta: Psycholinguistics, pp. 153—175, New York, 1961.
8. Momirović, K.: Metode za transformaciju i kondenzaciju kinezioloških informacija, Zagreb, 1982.
9. Soli, S. D.: Auditory versus phonetic accounts of observed confusions between consonant phonemes. J. Acoust. Soc. Am., vol. 66, 1979, pp 46—59.
10. Škarić, I.: Glasovi hrvatskog jezika u fizio(psiho)akustičkoj i akustičkoj analizi. Jezik, 2—3, 1964.

Damir HORGA

The Faculty of Philosophy, Zagreb

*The Influence of Phonetic Characteristics on the
Recognition of Filtered Words*

SUMMARY

A sample of 250 Serbo-Croatian words was described on the basis of 14 characteristics which were considered as relevant for their recognition. The characteristics were based on the phonetic proprieties of the phonemes, on the supra-segmental and probability characteristics of the words. In the regression analysis which was used the mentioned characteristics were considered as predictor variables while the intelligibility of the words, filtered through ten equiintelligible frequency zones at a range of 200—8192 cps, was considered as criterion variables. The intelligibility was determined by a test group of 40 students of normal auditory and speech abilities.

The obtained data show that the words according to their spectral characteristics can be grouped into three categories: high and medium high is the first and second categories and medium, medium-low and low as the third category. It was found that the highest resistance to filtering, in the whole frequency range, is present in the more probable and psychoacoustically higher words, with the greater number of uninterrupted sounds, while in the low frequency zones these are the words consisting of a smaller number of compact sounds and in the high frequency zones words consisting of a greater number of voiceless sounds.

The difference in the influence between the phonetic characteristics which are the clues of logical level of speech information and the characteristics transmitting the aesthetic information is defined.