

Skúmanie percepcie reči a Word superiority efekt

BAKALÁRSKA PRÁCA

Zuzana Sekerková

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY
KATEDRA INFORMATIKY**

9.2.1 INFORMATIKA

Vedúci práce: Doc. PhDr. Ján Rybár, PhD.

BRATISLAVA 2007

Čestne prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala
samostatne a použila len literatúru, ktorú uvádzam
v zozname a citujem.

Bratislava 2007

.....

ABSTRAKT

SEKERKOVÁ, Zuzana: Skúmanie precepcie reči a Word superiority efekt - Univerzita Komenského; Fakulta matematiky, fyziky a informatiky; Katedra informatiky. - Vedúci práce: Doc. PhDr. Ján Rybár, PhD. - Bratislava, 2007 - Bakalárska práca

Táto práca sa zaoberá tematikou percepcie reči so zameraním na Word superiority efekt. Pod týmto označením sa skrýva nasledovný paradox: Nech je človeku na krátky okamih prezentovaný stimul v podobe slova alebo izolovaného písmena (približne na 40 ms), ktorý je následne nahradený vizuálnou maskou. Potom je subjektu oznámená pozícia a on musí (výberom z dvoch prezentovaných alternatív) určiť, aký znak sa v stimule nachádzal na danej pozícii. Je dosahovaná signifikantne väčšia úspešnosť v prípade slov, než v prípade samostatných písmen.

Tento jav hrá významnú úlohu v oblasti tvorby výpočtových modelov rozpoznávania slov.

Práca prehľadnou formou podáva charakteristiky základných pojmov, históriu výskumu, oboznamuje s výsledkami novších štúdií zaoberajúcich sa touto tematikou. Jej súčasťou je aj špeciálny softvér vytvorený pre potreby experimentálneho skúmania vybraných fenoménov (word superiority a lexical decision) v kontexte slovenského jazyka.

Kľúčové slová: percepcia reči, rozpoznávanie slov, výpočtové modely rozpoznávania slov, Word superiority, Lexical decision.

PREDHOVOR

Hranice medzi informatikou a inými vednými obormi (ako napríklad psychológia či neuroveda) prestávajú byť jednoznačne definované. Nejedná sa pritom o to, že by ostatné vedné odbory začali zaznávať používanie iných než informatických postupov, a informatika naopak začala pre objasnenie kde nastala chyba "pozývať programy na gauč". Nie, jedná sa skôr o určité „vymieňanie“ či zdieľanie okruhov záujmu medzi jednotlivými vednými disciplínami, a teda aj informatikou.

Takéto prelínanie je všetkým zúčastneným odborom veľmi prospešné, keďže často prináša úplne nové, nevšedné riešenia a zistenia, alebo aspoň nové otázky a odhalenia ďalších problémov, čo umožňuje napredovanie v skúmanej oblasti. (Aj pribúdanie otázok totiž indikuje prehĺbenie porozumenia danej problematiky.)

Táto práca prináša informácie o javoch súvisiacich s vizuálnym spracovaním takej komplexnej a fascinujúcej štruktúry, akou je prirodzený jazyk. Využitím kognitívno-vedného prístupu upozorňuje na niektoré javy z oblasti ľudskej percepcie, ktoré sa vďaka prehľbovaniu interdisciplinárnosti dostávajú aj do sféry záujmu informatiky. Zároveň – poskytnutím teoretického materiálu a experimentálneho softvéru – by táto práca mala poslúžiť k priblíženiu tejto tematiky všetkým záujemcom.

OBSAH

Úvod

1 Kognitívno-vedný prístup k skúmaniu percepcie reči...	6
1.1 Percepcia.....	7
2 Vizuálna percepcia.....	9
3 Percepcia reči.....	10
3.1 Charakteristika jazyka.....	10
3.2 Čítanie a rozpoznávanie znakov.....	11
3.2.1 Sakády.....	11
3.2.2 Fixačné rozhranie.....	12
3.2.2.1 Moving window study.....	13
3.2.2.2 Boundary study.....	13
4 Word superiority.....	14
4.1 História.....	14
4.1.1 Cattell.....	14
4.1.2 Kritika Cattellovho experimentu.....	14
4.1.3 Reicher-Wheeler paradigma.....	16
4.2 Výpočtové modely rozpoznávania slov.....	17
4.2.1 Word-shape Model.....	17
4.2.2 Serial Letter Recognition.....	19
4.2.3 Parallel Letter Recognition.....	20
4.2.4 Neural Network Modeling.....	22
4.3 Word superiority efekt - označovanie.....	24
4.4 Možné vysvetlenia WSE.....	25
4.5 Maskovanie.....	25
4.5.1 Forward masking.....	27
4.5.2 Vplyv šírky masky na WLP.....	28
4.5.3 Dyslektici.....	29
4.6 Lexical decision.....	30
4.6.1 Charakteristika.....	30
4.6.2 História.....	31
5 Softvéru.....	32
5.1 Ldtester.....	32
5.2 WSEtester a WSEtester_alt.....	33

Záver

Použitá literatúra

ÚVOD

V tejto práci sa budeme venovať percepcii - vnímaniu - a procesom, ktoré slúžia na spracovanie konkrétnych druhov vnemov. Percepcia reči, ktorá bude stredobodom nášho záujmu, je nesmierne zaujímavá problematika. Je veľmi obsiahla a komplexná, a ak by táto práca mala obsahovať všetko, čo sa mi zdá vhodné napísať, niekoľkonásobne by presahovala vymedzený rozsah. Z toho dôvodu som sa rozhodla upriamiť svoju pozornosť na jeden z jej najpozoruhodnejších javov, a to: Word superiority efekt.

Cieľom tejto práce bude teda priblíženie tohto fenoménu čitateľovi. Taktiež popíšeme špeciálne za týmto účelom vytvorený program.

Najprv sa však oboznámime s kontextom problematiky: Priblížime si kognitívno-vedný prístup a bližšie si definujeme pojem "percepcia". Keďže ťažisko tejto práce patrí k vizuálnej stránke percepcie reči, povieme si niečo aj o zrakovej percepcii. Potom sa už budeme venovať samotnej problematike percepcie reči. Konkrétnejšie, pôjde o dva vybrané fenomény percepcie reči - Lexical decision (v preklade: lexikálne rozhodovanie) a predovšetkým Word superiority (v preklade: efekt nadradenosti slov) - súvisiace s rozpoznávaním slov.

1 KOGNITÍVNO-VEDNÝ PRÍSTUP K SKÚMANIU PERCEPCIE REČI

„Slovo "kognícia" referuje na všetky procesy, ktorými sa zmyslové vstupy transformujú, spracovávajú, ukladajú, vyvolávajú, používajú. Týka sa aj takých procesov, ktoré prebiehajú za neprítomnosti relevantných stimulácií, napríklad imaginácia a halucinácie" (Neisser, 1966).

Kognitívna veda sa zaoberá skúmaním myslenia a inteligencie a ich realizáciou pomocou výpočtových modelov. Jej korene však siahajú až do roku 1956, konkrétne konferencii na MIT o Shannonovej teórii informácie. Za zakladateľov by sa dali považovať George Miller, John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell, Herberd Simon a Noam Chomsky.¹ Je to interdisciplinárny odbor, ktorý vychádza z umelej inteligencie, neurovedy, psychológie, filozofie, lingvistiky, biológie, fyziky a antropológie.² Hlavná hypotéza kognitívnej vedy sa dá sformulovať nasledovne: "Myslenie je možné najlepšie pochopiť v pojmosloví reprezentujúcich štruktúr v mysli a v pojmosloví výpočtových procedúr, ktoré na týchto štruktúrach operujú" (Thagard, 2001).

Kognitívno-vedný prístup v sebe spája „silu“ mnohých odborov a kombináciou najrôznejších výskumných metód umožňuje komplexné skúmanie problémov.

„Na dôsledné objasnenie nejakého fenoménu sa ukazuje ako vhodný výpočtový model - dvojica "počítač - softvér" sa použije ako metafora pre mozog a v ňom prebiehajúci proces.

1 Podobu vednej disciplíny dostala až v polovici sedemdesiatych rokov založením Spoločnosti pre kognitívnu vedu (Cognitive Science Society) a časopisu Cognitive Science.

2 Existuje aj mnoho iných definícií. Záujemcom o ne odporúčam napríklad Rybárová, D.: Definitions of cognitive science, 2003

Ak sa hypotéza o tom, ako asi vyzerá kognitívny proces skúmaného fenoménu vyjadrí vo forme algoritmu, teda postupnosti krokov a tá sa implementuje a spustí na nejakom zariadení, výsledné správanie zariadenia by malo zodpovedať správaniu modelovaného organizmu. Takto sa ponúka možnosť experimentálnej verifikácie hypotéz, ktoré by inak mohli zostať na špekulatívnej úrovni." (Takáč,2006).

Kognitívna veda je v súčasnosti veľmi prudko sa rozvíjajúci odbor, ktorého najsilnejšou stránkou je práve mnohostrannosť, a to nielen vo vymedzovaní jej záujmov, ale hlavne v prístupe k ich skúmaniu. K oblastiam jej záujmu patrí aj percepcia reči.

1.1 Percepcia³

Moderná počítačová technológia dokáže ekvivalent ľudského zmyslového vnemu "nasnímať" s (oveľa) väčšou presnosťou než akej sú schopné príslušné ľudské zmyslové orgány. Na druhej strane, čo sa týka vyhodnocovania týchto vnemov sú ľudia v mnohých oblastiach výrazne lepší. Ako príklad spomeňme aspoň rozpoznávanie obrazov, rozpoznávanie reči, etc.

Navyše, ľudské vnemy neodrážajú vždy objektívnu skutočnosť a podliehajú niektorým svojráznostiam.

„Na trvalý prúd podnetov sa bunky receptorov adaptujú tým, že začnú vydávať vzruchy až pri zmene podnetu – tomuto javu sa hovorí *senzorická adaptácia*“ (Sternberg,2002). Vďaka tomuto javu teda prestávame vnímať podnety, na ktoré

3 Percepcia (z lat. percipio - vnímanie, chápanie) - zmyslové vnímanie; pozorovanie, skúmanie a zisťovanie prítomnosti, polohy a tvaru predmetu zmyslovými orgánmi; prijatie, prevzatie do držby. (- Otvorená filozofická encyklopédia)

sme sa už "adaptovali". Dobrou ilustračnou situáciou je proces jedenia. Chuť jedla sa pri prežívaní postupne vytratí približne do 3 minút. (Zaujímavejší príklad: Skúste niekedy, pri jedle, ktoré vám pripadá málo slané, nachvíľu (napr. 30 sekúnd) "vyplaziť" jazyk. (Ide o to, aby bol čo najmenej v kontakte so slinami.) Následne opäť ochutnajte jedlo a porovnajte "slanosť".)⁴

Prevláda názor, že táto adaptácia má ochranný charakter. Šetrí receptory (napr.: Ak hlasitosť zvyšujeme postupne, sme schopní zniesť bez poškodenia ušného bubienka vyšší hluk, než keď je táto hlasitosť dosiahnutá odrazu.) aj mozog (zabraňuje prílivu zbytočných dát). Základným atribútom percepcie sú teda stále premeny podnetu.

⁴ Pre podrobnejšie vysvetlenie, viď napríklad: Colavita, 2006.

2 VIZUÁLNA PERCEPCIA

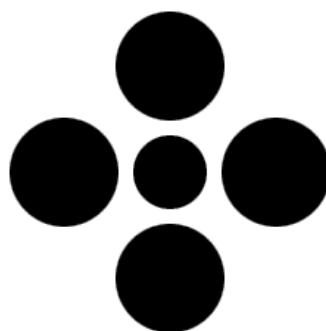
Vizuálna percepcia je v súčasnosti najlepšie preskúmanou modalitou. Je všeobecne známe, že na naše vizuálne vnemy nezodpovedajú vždy objektívnej realite. Ako dôkaz stačí zvážiť problém "zrkadlového obrazu" či optických ilúzií. Na druhú stranu, sme schopní rýchleho rozpoznávania (aj) abstraktných obrazcov, ako sú napríklad znaky.

Zaujímavou otázkou je, prečo si za bežných okolností nie sme vedomí senzorickej adaptácie. Naše oči vykonávajú sústavné, nepatrné rýchle pohyby⁵, takzvané *mikrosakády*. Tieto majú na svedomí neustálu zmenu polohy projektovaného vyobrazenia predmetu v oku. Adaptácia tak neovplyvňuje naše bežné vizuálne vnemy. Vedci však zistili, že ak pohyb objektu kopíruje mikrosakády, objekt z nášho zorného poľa zmizne.

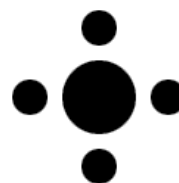
Príklady optických ilúzií:



*Obrázok 1: dva obrázky
v jednom*



Obrázok 2: Kruhy



⁵ Jedná sa o pohyby o necelých 0.2 arcsekúnd (u dospelého človeka)

3 PERCEPCIA REČI

3.1 Charakteristika jazyka

Jazyk je systém zvukových, lexikálnych a gramatických prostriedkov, objektivizujúci prácu myslenia, komunikácie a vzájomného chápania sa jej účastníkov.

„Jazyk je v podstate systém, umožňujúci kombináciu náhodných symbolov kvôli produkcii nekonečného počtu tvrdení, ktoré majú určitý význam. Používanie jazyka je jedna z najpozoruhodnejších poznávacích aktivít človeka.“ (Ruisel, 2004).

Prostriedky komunikácie sú symboly. Tieto môžu mať charakter zvukov, písaných znakov (resp. slov) alebo aj formalizovaných giest (ako napríklad v prípade posunkovej reči). Vzťah symbolu a jeho zmyslu (napríklad slovo a jeho význam) je väčšinou náhodný, čomu nasvedčuje aj výrazná odlišnosť označení rovnakého objektu v rôznych rečiach.⁶ Navyše, vzťah medzi symbolom a konceptom, ktorý predstavuje, nie je určený prostou funkciou. V rámci jediného jazyka môže existovať mnoho symbolov, ktoré označujú totožný objekt⁷, a naopak, jeden symbol sa môže vzťahovať k niekoľkým objektom.⁸ Dokonca, nie každý symbol má priradený nejaký zmysel.

V rámci konkrétneho jazyka, symboly majúce zmysel zvyčajne nevznikajú úplnou náhodou. Napríklad, slová

6 Napríklad slová „kniha“, „book“, „Buch“, „本“, etc. nemajú prakticky nič spoločné, napriek tomu označujú ten istý objekt.

7 V prípade slov: synonymá

8 V prípade slov: homonymá (napríklad „koruna“ ako platidlo, koruna stromu alebo kráľovská koruna – ako vidíme, kontext tu hrá dôležitú úlohu)

netvorí celkom náhodné zhľuky písmen postupnosti písmen, ktoré tvoria slová nebývajú celkom náhodné zhľuky písmen, naopak, tieto postupnosti dodržiavajú určité (syntaktické, fonemické,...) pravidlá daného jazyka. Podobne, usporiadanie slov vo vete je v niektorých jazykoch predpísané veľmi prísne, v iných je voľnejšie.

Jazyky sú dynamické entity. Či už ide o pribúdanie, opúšťanie, či zmeny symbolov, respektíve ich významových atribútov, jazyk podlieha neustálym zmenám. O to fascinujúcejšie sú naše jazykové schopnosti. Súčasné výpočtové modely napríklad nedokážu dosiahnuť nutnú úroveň abstrakcie, aby dokázali narábať s konotáciami⁹ slov.

3.2 Čítanie a rozpoznávanie znakov

3.2.1 Sakády

Pri čítaní naše oči neputujú po texte plynulo, ale spočínú asi na 200-250 ms na jednom slove¹⁰, potom "skočia" na ďalšie slovo. Tieto pohyby sa zvyčajne nazývajú sakády¹¹ a čas, ktorý je potrebný na ich vykonanie závisí od jazyka. Pri 90%-85% takýchto skokov sa posúvame o 7 až 9 znakov dopredu (zvyšok tvoria skoky dozadu a regresívne skoky). Body, na ktoré sa oči pri sakádach fixujú pritom nie sú náhodné, ale zvyčajne sa nachádzajú kúsok naľavo od stredu slova (a nikdy nie sú medzi dvoma slovami).¹² S rastúcou

9 Významový alebo štylistický odtieň dopĺňujúci základný význam slova

10 Dlhšie aj menej známe slová fixujeme dlhšie a na posledné slovo vety potrebujeme času najviac.

11 Sakády – v tomto kontexte - sú rýchle simultánne pohyby oboch očí v rovnakom smere. Slúžia medziiným ako mechanizmus fixácie a mapovania okolia. (Centrálna časť sietnice (fovea) má najvyššiu rozlišovaciu schopnosť. Takýmito pohybmi teda získavame podrobnejšie informácie.)

12 Veľmi krátke a veľmi časté slová sú často pri fixácii preskakované.

vzdialenosťou od fixačného bodu klesá schopnosť rozpoznávania jednotlivých písmen, pričom zhruba 3-4 znaky napravo a naľavo od fixačného bodu rozpoznávame jasne, a 15 až 21 už nevnímame.

3.2.2 Fixačné rozhranie

Štúdie, o ktorých budeme rozprávať teraz indikujú, že spomínané rozpätie 15-20 znakov je rozdelené do troch zón vizuálnej identifikácie. Prvá zóna sa nachádza najbližšie k fixačnému bodu a zvyčajne obsiahne celé slovo, v ktorom sa tento bod nachádza a eventuálne krátke slovo bezprostredne napravo od neho. V tejto zóne prebieha proces rozpoznávania slov. Druhá zóna, ktorá je o pár znakov širšia, slúži na zhromaždenie predbežných informácií (o znakoch v nej obsiahnutých). Tretia zóna je tvorená celým intervalom rozoznateľných znakov (15-20 znakov oboma smermi od fixačného bodu). Získavajú sa tu informácie o dĺžke "okolitých" slov a určuje sa tu najlepšia lokácia nasledujúceho fixačného bodu.

Dve experimentálne metodológie (Moving window study(štúdia pomocou pohybujúceho sa okna) a Boundary study(štúdia hraníc)) významne prispeli k pochopeniu fixačného rozhrania a umožnili skúmať proces čítania v priebehu samotného vykonávania tejto činnosti. Predmetom skúmania je v oboch prípadoch schopnosť čitateľa vnímať zmeny textu v priebehu jeho čítania.

Kým naše oči vykonávajú sakádu, sme prakticky slepí. Čitateľ si zmenu v texte nevšimne, ak táto zmena prebehne rýchlejšie než sakáda skončí.

3.2.2.1 Moving window study

V tejto štúdii bol obmedzený počet viditeľných znakov v okolí fixačného bodu a zvyšok znakov bol nahradený písmenom x. McConkie a Reyner (1975) skúmali koľko znakov v okolí fixačného bodu musí byť viditeľných, aby sa fakt, že ostatné znaky sú maskované, neprejavil na rýchlosti čítania. Dospeli k výsledku, že rozsah nášho vnímania je približne 15 znakov. (Využívame zrejme len informácie napravo od fixačného bodu, zatiaľčo informácie naľavo od práve fixovaného slova nevyužívame.)

Zaujímavým zistením prispeli A.Pollatsek & K.Rayner (1982), ktorí túto metodológiu využili pri skúmaní vplyvu prítomnosti medzier medzi slovami na priebeh čítania. (Medzery nahradili znakom 'x'.) Ukázalo sa, že absencia informácií o dĺžkach slov spôsobuje skrátenie dĺžky sakád.

3.2.2.2 Boundary study

Táto štúdia skúmala, aké informácie získané z oblasti nášho rozsahu vnímania, bez fixovaného slova, vlastne využívame. Ukázalo sa, že informácie o znakoch sú vyhodnocované, hoci slová ako aké nemusí byť rozpoznané. K.Rayner (1975) skúmal, aký vplyv má kapitalizovanie písmen testovacieho slova (v príklade je to slovo chart), pričom prichádza k strate tvaru slova (,a teda, podľa Word-shape modelu by malo prísť k strate informácií, čo by viedlo k spomaleniu čítania), ale zachovaniu informácií o dĺžke slova a obsiahnutých písmenách. Táto zmena ale nemala vplyv na dĺžku fixačného času.

4 WORD SUPERIORITY EFEKT

4.1 História

4.1.1 Cattellov experiment

V 19-tom storočí uskutočnil J.M. Cattell experiment, v ktorom pomocou tachistoskopu prezentoval subjektom na krátky okamih reťazce písmen. Cattell zistil, že v prípade reťazcov, ktoré boli iba náhodným usporiadaním písmen (a teda netvorili zmysluplné slovo) si subjekty boli schopné zapamätať okolo 4 až 5 písmen. Avšak, keď reťazce tvorili zmysluplné slová, boli schopný reprodukovať 3 až 4 celé slová. A to napriek tomu, že tieto pozostávali v mnohých prípadoch z viac než štyroch či piatich písmen. Vyvodil z toho, že ľudia ľahšie rozoznávajú slová než písmená vrámci nich, pretože slová vnímame ako celky.

4.1.2 Kritika Cattellovho experimentu

Pri tomto pokuse bolo od účastníkov žiadané, aby nahlásili všetky "slová" stimulu. Tento fakt otvára dvere kritike. Zvážme nasledujúci príklad dvoch stimulov:

možno príde kúzelník

adfe resdg kopts

Prvý problém je možnosť zrekonštruovať prezentovaný podnet. Nech nastane situácia, že pár písmen stimulu nebolo

dobre viditeľných, teda subjekt videl:

možno príde kúze----

adfe resdg ko---

Napriek tomu, že v druhom prípade chýba menej písmen, už intuícia nám napovedá, že úspešnosť bude znateľne vyššia v prvom prípade. Dôvodom je hlavne ľudská tendencia doplniť chýbajúce časti tak, aby výsledok dával zmysel. Sme teda schopní zvyšok regulárnych slov "uhádnuť".

Druhý problém predstavuje rozdielna záťaž pamäte. Slová sa pamätajú ľahšie ako nezmyselné zoskupenia hlások. Táto informácia nám síce môže pripadať triviálna, zastavme sa však chvíľu pri možných dôvodoch.

Pripomeňme, že bežný človek je schopný udržať v krátkodobej pamäti sedem (plus mínus dve) položiek.¹³ Väčšine z nás je známy trik, ako toto obmedzenie trochu "obísť". Stačí si zakódovať niekoľko položiek do jednej a vytvoriť si tak určitú mentálnu reprezentáciu.

Ak vychádzame z predpokladu, že slová sú mentálne reprezentácie (či už významu alebo vlastnej akustickej podoby), malo by to za následok nutnosť pamätať si (reagovať na) menej podnetov. Je len pochopiteľné, že reagujeme lepšie na 3 podnety, z ktorých už s najvyššou pravdepodobnosťou máme vhodnú (alebo minimálne príbuznú) reprezentáciu, než na 4+5+5 podnetov (teda, nové zhluky znakov). Ak zohľadníme aj dôležitosť akustickej podoby slov v rámci pamäťového procesu, potom, ak máme medzi náhodne

¹³ Toto zistenie bolo mimochodom prezentované po prvý krát práve G. Millerom, na už spomínanej konferencii roku 1956, v prednáške *Magické číslo sedem plus alebo mínus dva* (ľudská pamäť ako formálny algoritmický systém).

vygenerovanými reťazcami aj také, ktoré subjekty nedokážu vysloviť (alebo len s problémami), spôsobíme tým ďalšie znevýhodnenie tejto kategórie.

4.1.3 Reicherova-Wheelerova paradigma

Významný pokrok predstavovala zmena v metodike, ktorú navrhli Reicher(1969) a Wheeler(1970), aby sa vyhli problémom Cattellovho pokusu.

Narozdiel od pôvodného pokusu, účastníci tentokrát nemali reprodukovat' celý stimul, ale iba jeden jeho znak. Pozíciu, na ktorú by sa mali sústrediť však nikdy vopred nepoznali. Boli im prezentované dva druhy podnetov: 1. štvorznakové slová, 2. z týchto slov (poprehadzovaním hlások) vytvorené nezmyselné zhlučky písmen. (Teda, medzi reťazcami sa nachádzali napríklad: WORD a ORDW.) Tieto boli následne po prezentácii nahradené maskou¹⁴. Ďalšia zmena spočívala v nahradení voľnej reprodukcie núteným výberom medzi dvoma alternatívami, pričom oba znaky, ktoré boli subjektom ponúknuté ako možnosti dávali - v prípade zmysluplných slov - po doplnení opäť zmysluplné slová. Ilustrujeme na (už spomínanom) príklade slova WORD: Po objavení sa tohoto slova a jeho následným nahradením maskou, sa objavil dotaz na znak v nasledujúcej podobe:

- - - D/K

Pričom WORD aj WORK sú korektné slová v anglickom (a teda pri teste použitom) jazyku, subjekty nemali možnosť správnu odpoveď jednoducho "uhádnuť".

Výsledky tohto experimentu ukázali, že ľudia dosahujú

14 V tomto prípade "####".

vyššiu úspešnosť pri určovaní písmena v regulárnom slove, než v reťazci, ktorý slovo netvorí. Tento jav bol nazvaný *Word superiority efekt*¹⁵ (v preklade *Efekt nadradenosti slov*).

Reicher navyiac zistil vyššiu úspešnosť určovania písmena, keď sa ako stimul použije zmysluplné slovo, než stimulu tvoreného jediným písmenom. Tento výsledok je prekvapivý, keďže svedčí o spoľahlivejšom vyhodnotení slov napriek nutnosti spracovať štvornásobne viac znakov. Tento fenomén bol nazvaný *Efekt slovo-písmeno* (*Word-letter efekt*, skrátené WLE).

4.2 Výpočtové modely rozpoznávania slov - vývoj

WSE aj WLE sú mnohými štúdiami skúmané a potvrdené fenomény ľudskej percepcie. Ich globálnejší kontext vrámci zrakovej percepcie ešte nie je celkom jasný. Na jeho skúmaní sa podieľajú výpočtové modely rozpoznávania slov.

4.2.1 Word-shape Model

Word-shape model je najstarším modelom rozpoznávania slov v psychologickej literatúre. Jeho zástancom bol J. M. Cattell(1886), ktorý je považovaný za zakladateľa psycholingvistiky. Jeho základnou myšlienkou je, že slovo vnímame ako jednoliaty celok a nie ako zoskupenie písmen.

Niektorí vedci tvrdili, že slová vnímame pomocou stúpajúcich, klesajúcich a neutrálnych kriviek charakterov,

¹⁵ Ďalej označovaný skrátené: WSE.

respektíve, že slová vnímame ako obrazce vzniknuté z ich obrysov. Túto "šablónu" dokážeme údajne rozpoznať, pretože sme sa s ňou počas života už mnohokrát stretli.

Tento model vysvetľoval výsledky Cattellovho experimentu, spomínaného vyššie. Rovnako aj Reicher-Wheeler paradigma sa dá vysvetliť pomocou tohoto modelu: Na úspešné rozoznanie správneho znaku by totiž stačilo rozpoznať tvar slova. Z neho by sa potom ľubovoľný znak dal uhádnuť vďaka odlišnosti v tvare slova pri dosadení poskytnutých možností.

Ďalší fakt, ktorý hovorí v prospech tohoto modelu je zistenie Woodwortha (1938), že text napísaný malými tlačenými písmenami sme schopní prečítať o 5 až 10% rýchlejšie než text napísaný veľkými tlačenými písmenami.¹⁶ Dôvodom by totiž mohol byť fakt, že malé písmená umožňujú unikátny tvar slov, zatiaľčo v prípade veľkých písmen majú všetky písmená rovnakú výšku. Tým nevzniká možnosť osobitných tvarov, dôsledkom čoho je rozoznávanie slov pomalšie a náročnejšie. (Neskôr však bolo experimentálne overené, že tento jav je len "vec cviku". Tréningom možno docieľiť obdobné výsledky u oboch typov textu.)

Podobné úvahy sleduje aj ďalší argument: Text s nepravidelne alternujúcou veľkosťou písmen (napríklad "pOČÍTaČ") sa číta ťažšie a pomalšie ako text písaný malým tlačeným písmom, ale aj text písaný veľkým tlačeným písmom. Alternujúcou veľkosťou vzniká tvar, ktorý nie je jednoliaty (ako v prípade použitia čisto veľkých písmen), ale nezodpovedá nášmu "vžitému" tvaru pre dané slovo. Kritiku tohto argumentu prinieslo zistenie, že alternujúcou veľkosťou písmen netrpí len rýchlosť čítania slov, ale aj

16 Tento fakt bol potvrdený aj experimentami Smitha (1969) a Fishera (1975).

rýchlosť čítania pseudoslov (Adams (1979)). Pre tieto ale žiadne asociované "šablóny" nemáme, preto tento jav nie je použiteľný ako dôkaz.

Štvrtým argumentom je charakter "preklepov", ktoré ľahšie unikajú pozornosti pri hľadaní chýb v texte. Bolo experimentálne potvrdené, že ak sú chyby konzistentné s tvarom slova (teda krivky stúpania a klesania sú zhodné), je dvakrát väčšia pravdepodobnosť ich prehliadnutia, než keď sú s ním nekonzistentné (teda nastala zmena v krivkách tvaru slova).¹⁷ Dôvodom by mohla byť práve zhoda v tvare, vedúca k mylnému úsudku. Aj tento argument bol však vyvrátený, keďže v týchto experimentoch nebola venovaná pozornosť faktoru podobnosti znakov. Paap, Newsome, & Noel (1984) vo svojej štúdii ukázali, že percentuálne najväčší počet (19%) chýb unikne pozornosti práve vtedy, ak príslušným preklepom zostane zachovaný tvar pôvodného písmena, a zároveň sa zmení obrys slova. Pri zachovaní obrysov slova a zmenenom tvare písmena unikne pozornosti najmenší počet (8%) chýb.¹⁸

Tým pádom boli vlastne eliminované všetky najsilnejšie argumenty v prospech tohoto modelu, okrem Reicher-Wheelerovho efektu. Neskôr ale ukážeme, že aj tento sa dá vysvetliť inak. Napriek všetkému, v súčasnosti tento model ešte stále má svojich zástancov.

5.2.2 Serial Letter Recognition

Najkratšie sa udržala predstava, že slová rozoznávame

¹⁷ Haber & Schindler (1981) a Monk & Hulme (1983).

¹⁸ Pri zachovaní obrysov slova aj tvaru písmena bolo detekovaných 15% chýb a pri narušení obrysov slova aj tvaru písmena to bolo 10%.

čítaním zľava doprava po jednotlivých písmenách, ktorú zastával tento model. Navrhnutý bol P.B.Goughom (1972), pretože bol jednoduchší a vhodnejší na testovanie ako Word-shape model.

Argumentom v prospech tejto teórie je, že (v súlade s jej očakávaniami,) kratšie slová sú rozpoznateľné rýchlejšie ako dlhšie slová.

G.Sperling (1963) zistil, že na rozoznanie jedného písmena je potrebných 10-20 ms. Ak napríklad poskytol účastníkom experimentu 30 ms a spýtal sa ich na štvrté písmeno, neboli schopní mu odpovedať. Ak im však poskytol 40 ms, boli schopní úlohu splniť.

Avšak tento model zlyháva, pretože nedokáže vysvetliť Word superiority efekt. Očakáva, že čas potrebný na rozpoznanie znaku je úmerný jeho pozícii v slove. Napríklad, na štvrtý znak by malo byť potrebných 40 ms, kdežto na samostatné písmeno len 10 ms.

4.2.3 Parallel Letter Recognition

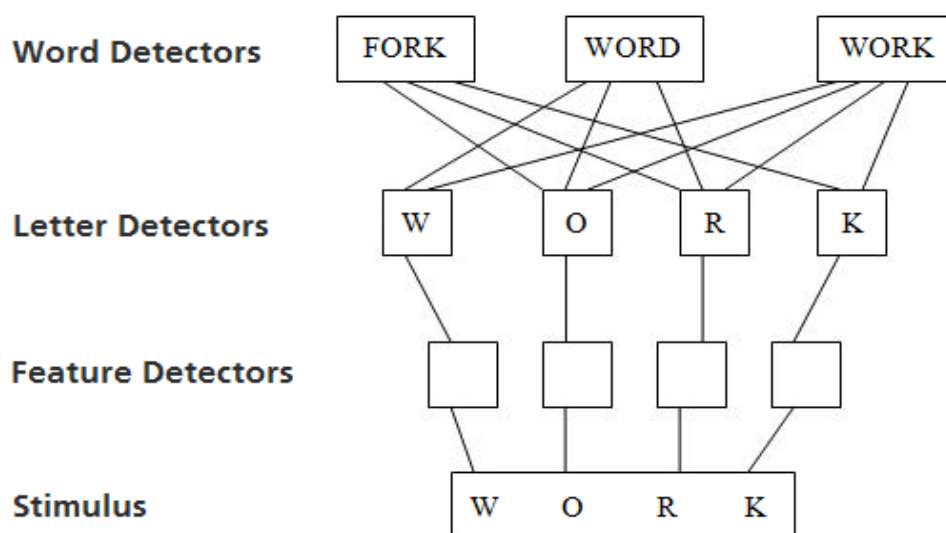
Táto teória je v súčasnosti uznávaná ako najpresnejšia a je predmetom aktívneho výskumu. Hovorí, že jednotlivé písmená slova sú rozpoznávané simultánne. Spadá sem viacero konkrétnych modelov, my sa však budme zaoberať trochu všeobecnejším charakterom.

Tento model má 3 úrovne detektorov. Najprv sa aktivuje úroveň obsahujúca jednotlivé komponenty, z ktorých sú tvorené znaky (Feature detectors). Podľa toho, aké komponenty boli aktivované v tejto prvej úrovni, budú aktivované jednotlivé písmená v druhej úrovni (Letter

detectors). Podľa aktivovaných písmen a pozícií, na ktorých sa nachádzali, sa aktivujú slová v rámci tretej úrovne (Word detectors). Pre jasnejšiu predstavu si uveďme príklad:

Nech je stimulom slovo WORK. Zjednodušíme si trochu úvahu a budeme predpokladať, že z aktivovaných jednotlivých komponentov znakov sme dospeli len k štyrom písmenám, ktoré tieto znaky obsahujú, a to 'W', 'O', 'R', 'K'. Písmeno 'W' aktivuje všetky slová, ktoré sa týmto písmenom začínajú, 'O' aktivuje všetky písmená, ktoré majú na druhom mieste práve toto písmeno, atď. Nakoniec dospejeme k slovu WORK, pretože u neho bude aktivácia najvyššia (t. j. zo všetkých štyroch písmen).

Mnohé argumenty v prospech tejto koncepcie pochádzajú z výskumu pohybu očí (pri čítaní). Pri prechode medzi sakádami zrejme využívame informácie o nasledujúcich znakoch¹⁹ k uľahčeniu procesu rozpoznávania slov a informácie o dĺžkach slov (resp. polohe medzier) k určeniu ideálnej polohy nasledujúceho fixačného bodu.



Obrázok 3: Model paralelného spracovania znakov

ed" nám je k

4.2.4 Neural Network Modeling

Neurónová sieť je výpočtový model, zostavený na základe abstrakcie vlastností biologických nervových systémov. Základnou časťou neurónovej siete je model neurónu s N vstupmi a M výstupmi, ktorý spracúva informáciu podľa nasledovného pravidla:

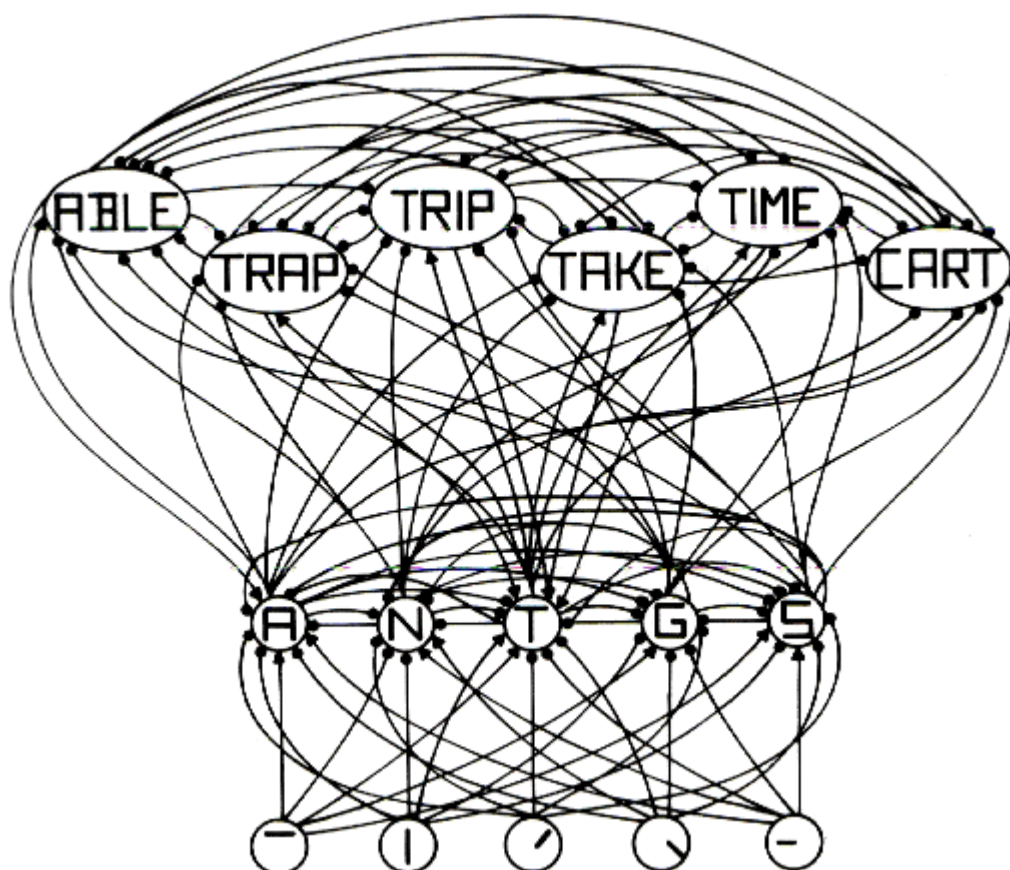
$$o_i^{k+1} = f \left(\sum_{j=1}^N w_{ij}^k \times o_j^k - \theta_i^{k+1} \right), \text{ kde}$$

- $0 < i \leq M$,
- $0 < j \leq N$
- o_i^{k+1} je výstupná hodnota i -teho neurónu $k+1$ vrstvy
- k je index vrstvy
- θ_i^{k+1} je prah excitácie i -teho neurónu $k+1$ vrstvy
- w_{ij}^k je váha spojenia medzi j -tym neurónom k vrstvy a i -tym neurónom $k+1$ vrstvy
- $f()$ je ľubovoľná monotónna funkcia

Samotná neurónová sieť je zložená z viac vrstiev o rôznom počte neurónov, rôznym spôsobom poprepájaných.

Prvá známejšia modelová neurónová sieť zameraná na problematiku rozoznávania slov a čítania je Interaktívne - aktivačný model (Interactive Activation model, skratene IAM) predložený D.E.Rumelhartom a J.L.McClellandom (1981).

IAM má tri úrovne: úroveň detekcie komponentov písmen, úroveň detekcie písmen a úroveň detekcie slov. Predpokladá, že informácie z každej úrovne sú v pamäti reprezentované oddelene. Informácie z vizuálneho vstupu sú najprv spracované na úrovni tvarov, kde sa nachádzajú detektory jednotlivých tvarov. (Poznamenajme, že detektory tvarov a písmen sú pozično-špecifické, teda každá pozícia písmena



Obrázok 4: Interaktívno - aktivačný model

v slove má vlastnú množinu detektorov.) Každý uzol tejto úrovne je spojený s každým uzlom úrovne detekcie písmen, pričom takéto spojenie má buď excitačný alebo inhibičný charakter. Teda, podľa toho, ktoré tvary boli vizuálnym vstupom aktivované, nadobudnú jednotlivé písmenové uzly rôzne úrovne aktivácie. (Okrem toho sa písmená navzájom inhibujú.) Písmeno s najvyššou úrovňou aktivácie, následne excituje všetky slová, ktoré toto písmeno obsahujú na príslušnej pozícii, pre ktorú bolo aktivované. Každé aktivované slovo pošle inhibičný signál ostatným slovám, a všetkým písmenám, ktoré toto slovo neobsahuje. Okrem toho tieto slová pošlú písmenám, ktoré obsahujú na príslušnej pozícii, aktivačný signál.

Spomeňme ešte okrajovo dva ďalšie modely: Seidenberg & McClelland (1989) a Plaut, McClelland, Seidenberg, & Patterson (1996). Tieto modely sa sústreďujú na fázu procesu čítania nasledujúcu potom, čo boli všetky písmená slova identifikované. Interná reprezentácia týchto modelov konvertuje získané informácie o písmenách do fonetickej informácie. Oba modely sú schopné generovať správnu výslovnosť slov aj pseudoslov (a to bez potreby špecifických uzlov predstavujúcich slová).

Navyše, posledný z menovaných modelov dokáže simulovať nielen proces čítania u dospelého človeka, ale aj učenie sa čítať u dieťaťa.

4.3 Word superiority efekty - označovanie

Pojem *Word superiority efekt* označuje vo všeobecnosti niekoľko rôznych javov. Teraz si bližšie charakterizujeme, s ktorými javmi sa môžete pod týmto označením stretnúť:

- (a) efekt nadradenosti slov nad "neslovami"²⁰
- (b) efekt nadradenosti slov nad pseudoslovami
- (c) efekt nadradenosti slov nad pseudoslovami aj "neslovami"
- (d) efekt nadradenosti slov nad izolovanými písmenami

Zvyčajne je jasné z kontextu, ktorý typ sa prejednáva. Najčastejšie sú pritom poňatia (b) a (d). Definícia (d) sa navyše zvykne označovať aj ako WLP (Word Letter Phenomenon).

²⁰ Za účelom lepšej čitateľnosti zavádzame pojem "neslovo" ako označenie nezmyselného reťazca písmen, ktorý nie je (lahko) vysloviteľný v slovenskom jazyku.

Pre Efekt nadradenosti pseudoslov nad "neslovami" existuje aj označenie PSE (Pseudoword superiority).

4.4 Možné vysvetlenia WSE

McClelland a Rumelhart poskytli prostredníctvom IAMu dve možné vysvetlenia WSE. Prvá možnosť: Aktivácia slovného uzla prispieva k zvýšeniu aktivácie príslušných písmen, čo spôsobí ľahšie "vybavenie si" jednotlivých písmen, oproti pseudoslovám, pre ktoré neexistuje žiaden uzol umožňujúci spätnú excitáciu. Druhá možnosť: Kaskádovitosť šírenia aktivácie môže spôsobiť, že uzly na úrovni slov budú dosahovať vyššej aktivácie skôr než písmenové uzly.

4.5 Maskovanie

Je nutné zdôrazniť význam vizuálneho maskovania vo WSE. Mnohé štúdie ukázali, že ak sú prezentované stimuly nasledované krycou maskou (ktorú zvyčajne tvorí akýsi obrazec)²¹, v prípade stimulov v podobe slov sú písmená rozpoznávané korektnejšie, než v prípade stimulov v podobe izolovaných písmen. Avšak, bolo demonštrované viacerými štúdiami, že vynechaním masky (teda, nahradením za prázdne pole) tento efekt zmizne. McClelland a Johnston (1973) ukázali, že zatiaľ čo WSE nad písmenami prezentovanými v reťazci bezvýznamových znakov (ako napríklad '#h##', '\$h\$\$', '&h&') nepreukazuje závislosť na type použitého

²¹ Medzi najčastejšie používané masky patria: reťazec tvorený znakom '#'; reťazec vzájomne sa prekrývajúcich 'X' a 'O'; abstraktný obrazec tvorený základnými tvarmi (, z kompozície ktorých sú vytvorené znaky).

post-stimulového poľa (obrazce alebo prázdne), nadradenosť slov nad izolovanými písmenami (teda ' h ') bola zatiaľ pozorovaná len v prípade použitia obrazcovej masky. Ak bolo použité prázdne post-stimulové pole, tento efekt sa stratil, poprípade nastal efekt opačný: bola dosahovaná vyššia úspešnosť v prípade izolovaných písmen.

Je namieste otázka, prečo má následná prezentácia masky taký veľký vplyv na proces rozpoznávania slov. Pokusy o objasnenie sa zameriavali hlavne na úlohu kontúr, ktoré priamo prekryli pôvodnú lokáciu slova či písmena.

Vráťme sa na chvíľu k IAMu. Z tohoto modelu vyplýva, že: „Obrazcové masky sú kritické pre nadradenosť slov nad izolovanými písmenami, pretože tieto masky narúšajú spracovanie izolovaných písmen viac než slov“ (Jordan, 1994). Konkrétnejšie, keďže uzly na úrovni tvarov nie sú priamo prepojené s uzlami slov, prezentácia masky vyvolá najprv interferenciu na úrovni detektorov tvarov. Kaskádová povaha šírenia aktivácie spôsobí, že zatiaľ čo izolované písmeno je touto interferenciou ovplyvnené do značnej miery, v prípade slova je toto "narušenie" menšie. Medzičasom aktivované uzly úrovne slov totiž informácie vplyvom masky výraznejšie nestrácajú. (Ako maska sa nepoužívajú regulérne slová, ba ani jednoznačne identifikovateľné písmená, čo znamená, že pre maskovací obrazec neexistuje príslušný slovný uzol. Navyše aktivácia podmienená maskou bude (vo väčšine prípadov) pravdepodobne tak "roztrúsená", že hoci môže byť dostatočne silná na narušenie vnemu korektného písmena, jej účinok na úrovni slov bude s najvyššou pravdepodobnosťou už príliš "rozptýlený", aby mohol zapríčiniť výraznejšie skreslenie pôvodného vnemu.) „Následkom, ak za stimulom nasleduje

obrazcová maska, kontúry masky, ktoré prekrývajú lokáciu pôvodného stimulu, produkujú vlnu aktivácie, ktorá naruší spracovanie jednotlivých písmen, ale má podstatne menší účinok na aktivované uzly na úrovni slov" (Jordan, 1994).

Toto vysvetlenie adekvátne zdôvodňuje WLP pri použití masky i jej absenciu v prípade nahradenia masky prázdny m polom (pretože: "prázdné polia neobsahujú žiadne kontúry, potrebné na selektívne prepísanie spracúvavania predchádzajúceho podnetu.") v kontexte IAMu.

4.5.1 Forward masking

O vplyve masky nasledujúcej za podnetom, aj o probléme vznikajúcom jej absenciou, sme si už povedali. Avšak, ako poukázali T.R.Jordan a K.M.Bevan: „...i keď Johnston a McClelland (1973), Juola a i. (1974), Marchetti a Mewhort (1986) zistili, že WLP zmizne, ak je miesto masky nasledujúcej stimul použité prázdne pole, tieto zistenia boli získané použitím zobrazení, v ktorých prázdne pole nasledovalo aj *predchádzalo* každému stimulu" (Grainger, J., Bouttevin, S. et al., 2003). Tieto štúdie teda demonštrujú len fakt, že WLP je narušený pri celkovej absencii masky. Neskúmajú však, či nestačí ak bude maska podnetu predchádzať (a za podnetom bude nasledovať prázdne pole).

Jordan a Bevan sériou experimentov (vo vyššie citovanej štúdii) ukázali, že WLP sa ukazuje aj v prípade použitia masky predchádzajúcej stimulus. Navyiac, bolo otestované, či aj IAM, rovnako ako subjekty, za takýchto okolností (podnet predchádzaný maskou a nasledovaný prázdny m polom) preukáže WLP. IAM však v tomto bode zlyhal.

Výsledky tejto štúdie sa ukazujú byť významnými. Poukazujú na nutnosť podrobnejšieho preskúmania úlohy, ktorú hrá maska pri WSE a tiež demonštrujú určité nedostatky IAMu.

4.5.2 Vplyv šírky masky na WLP

Všetky zatiaľ spomínané štúdie využívali masky konštantnej dĺžky. Teda, tieto masky buď presne obsiahli testované slová, alebo boli o trochu širšie. Ak ale išlo o izolované písmeno, masky boli niekoľkonásobne dlhšie, než bolo treba. Napriek tomu, že boli uvažované len oblasti, kde sa podnet a maska "prekrývali", nebola pritom venovaná dostatočná pozornosť tomu, či "zvyšné" (nič neprekrývajúce) časti masky neovplyvňujú výsledok.

T.R.Jordan a O. de Bruijn uskutočnili sériu experimentov zameraných na preskúmanie, aký vplyv má pomer šírky masky k šírke stimulu na WLP. „Hlavným bodom vyplývajúcim z tejto štúdie je, že úloha maskovania v nadradenosti slov nad izolovanými písmenami nemôže byť adekvátne vysvetlená adresovaním dôsledkov prekrývajúcich sa kontúr masky a stimulu.“

Priblížime si v skratke jeden z uskutočnených experimentov: Išlo o Reicherovu-Wheelerovu úlohu, pričom stimuly tvorili 4-znakové slová, resp. izolované písmená a masky boli dvoch typov. Prvý typ masky bol šírky potrebnej na pokrytie slova, druhý typ bol šírky potrebnej na pokrytie písmena. Za slovami nasledoval prvý typ masky (označme ho W-masku), za písmenom nasledoval buď prvý alebo druhý typ (označme ho L-masku). Výsledky ukázali, že

u písmen s L-maskou bola až o 12% vyššia úspešnosť, než u písmen s W-maskou. Dokonca išlo o 3% vyššiu úspešnosť než u slov (s W-maskou), „hodnota, ktorá len tesne nedosiahla signifikantnosť“ (Jordan, 1993).

4.5.3 Dyslektici

Veľmi prekvapivé výsledky priniesla jedna francúzska štúdia (J.Grainger et al.), ktorá sa, narozdiel od všetkých doteraz spomínaných štúdií, nezamerala na dospelých ľudí, ale na deti. Jednu skupinu tvorili dyslektické deti, kontrolné skupiny tvorili mladšie deti porovnateľnej nadobudnutej úrovne čítania a deti rovnakého chronologického veku. „Skutočnosť, že dyslektické deti preukazujú slabú fonologickú zdatnosť za prítomnosti relatívne normálnych a občas až nadpriemerných ortografických schopností (e.g., Siegel, Share, & Geva, 1995), poskytuje výborný spôsob skúmania, či sú Word superiority a Pseudoword superiority spôsobené fonologickou plynulosťou (vysloviteľnosť), ortografickou redundanciou alebo spätnou lexikálnou väzbou“ (Hildebrandt, Caplan et al., 1995).

Pri Reicherovej-Wheelerovej úlohe tu bola vo všetkých troch skupinách detí pozorovaná len malá, štatisticky nevýznamná nadradenosť slov nad pseudoslovami, zato však výraznú Pseudoword superiority. (V jednom kontrolnom experimente, kde boli subjektmi dospelí ľudia (univerzitní študenti), bolo demonštrované, že u dospelých sa pri použití rovnakých stimulov WSE prejaví. Výsledky teda nie sú ovplyvnené výberom stimulov.)

V inej štúdií (Chase CH, Tallal P. (1990)), ktorá použila rovnakú štruktúru (už popísané 3 skupiny detí a jednu dospelých), a v ktorej sa u kontrolnej skupiny detí objavil malý WSE (menší, než u dospelých), ale dyslektické deti nepreukázali žiaden WSE. „PDP počítačová simulácia experimentálnych dát za pomoci Interaktívneho aktivačného modelu napovedá, že ortografické komponenty lexikálneho systému normálnych detí sú interaktívne a distribuované, rovnako ako je tomu u dospelých, ale poskytujú menej bottom-up aktivácie. Navyše, top-down spracovanie rastie s vekom a schopnosťou čítať, ale môže chýbať u dyslektických čítajúcich.“

4.6 Lexical-decision

Príčiny WSE v súčasnosti ešte nie sú úplne objasnené, isté však je, že významnú úlohu hrá kontext. Je zaujímavé, že ak máme daný kontext, naša rozpoznávacía schopnosť sa zvýši. Dobrou ilustráciou tohto faktu je problém Lexical decision.

4.6.1 Charakteristika

Základnou podobou problému Lexical decision je úloha merajúca ako rýchlo sú ľudia schopní rozhodnúť, či práve prezentovaný stimul je legálnym slovom, alebo ním nie je. Pojmom *Lexical decision* túto úlohu ako prvý označili David E. Meyer a Roger W. Schvaneveldt, ktorý ju spopularizovali začiatkom 70-tych rokov 20. storočia v sérii štúdií zaoberajúcimi sa štruktúrou sémantickej pamäte. Odvtedy je

neustále s obľubou využívaná pri štúdiách nielen sémantickej pamäte ale aj problematiky lexikálnej dostupnosti vo všeobecnosti.

4.6.2 História

V pôvodnom experimente Meyera a Schvaneveldta, boli subjektom prezentované súčasne dva reťazce abecedných znakov a oni mali stlačiť jedno tlačidlo - ak oba tieto reťazce predstavovali zmysluplné slová - inak mali stlačiť tlačidlo druhé. Subjekty pritom boli rýchlejšie (a presnejšie) vo svojej reakcii, ak u príslušnej dvojice stimulov išlo o významovo alebo sémanticky súvisiace (korektné) slová.

5 SOFTVÉR

Tvorba softvéru pre skúmanie fenoménov percepcie reči sa môže v princípe uberať dvoma smermi. Prvá možnosť je vytvoriť podporný softvér pre (konkrétne) experimenty. Druhú možnosť predstavujú implementácie výpočtových modelov. My sa si vybrali možnosť prvú, pre jej väčší praktický význam.

Tvoriť programy na výskum percepcie reči je háklivá záležitosť. Je ťažké navrhnuť program, ktorý by poslúžil na „objavenie“ novej informácie, keďže každý program musí byť na jednej strane presne usposobený na skúmanie určitej domnienky, na strane druhej však musí poskytovať dostatok priestoru pre isté abstrakcie.

Rozhodla som sa pre vytvorenie relatívne jednoduchých ukážkových programov názornou formou približujúcich Word superiority efekt a problém Lexical decision.

Tieto programy umožňujú experimentálne skúmanie spomínaných fenoménov v kontexte slovenského jazyka. Ide o tri, samostatné programy (vytvorené v prostredí Borland Delphi 6).

5.1 Ldtester

Program *Ldtester* umožňuje používateľovi v praxi si odtestovať problém Lexical decision. Výsledky sú uložené do príslušných súborov - podľa užívateľom zadaného menného

identifikátora - v súlade s nasledovnou schémou: LD_*\$identifikator*.csv obsahuje záznam priebehu experimentu a súbor LD_*\$identifikator*.txt obsahuje zápis vyhodnotenia výsledkov. Pričom *\$identifikator* označuje užívateľom zadanný menný identifikátor. Záznam priebehu experimentu predstavuje výpis dvojíc prezentovaných pojmov s príslušnými reakčnými časmi (v milisekundách) vo formáte 'csv'. Znak '_' na začiatku reťazca pritom predstavuje príznak neúspechu, teda nesprávneho označenia daného reťazca.

5.2 WSEtester a WSEtester_alt

Program *WSEtester* umožňuje skúmanie prítomnosti WSE pri použití masky premenlivej (v závislosti na dĺžke aktuálneho stimulu) dĺžky.

Ako podnety sú použité slová a izolované písmená, pričom *WSEtester* používa slová konštantnej dĺžky a masku konštantného tvaru (tvorenú znakmi '#'). Jedná sa teda „klasickú“ variantu. Program *WSEtester_alt* naproti tomu umožňuje experimentálne skúmať, či WSE zostane zachovaný aj pri slovách rôznej dĺžky, pričom ako maska je použitý reťazec alternujúcej dĺžky (tvorený znakmi '#').

Ako možnosti výberu sú poskytnuté len znaky, po ktorých dosadení do stimulu vznikne zmysluplný reťazec. Výsledky sú uložené do príslušných súborov - podľa užívateľom zadanného menného identifikátora - v súlade s nasledovnou schémou: WSE_*\$identifikator*.csv obsahuje záznam priebehu experimentu a súbor WSE_*\$identifikator*.txt obsahuje zápis vyhodnotenia výsledkov. Pričom

\$identifikator označuje užívateľom zadaný menný identifikátor. Záznam priebehu experimentu predstavuje výpis prezentovaných stimulov s testovanou pozíciou a príznakom správneho určenia (A - dobre určený znak, N - zle určený znak) vo formáte 'csv'.

ZÁVER

Skúmanie fenoménov ako je WSE je sťažené vysokou úrovňou komplexnosti. Bolo ukázané, že výsledky ovplyvňuje mnoho faktorov, ako napríklad pomer rozmerov podnetu k rozmerom masky či dĺžka a charakter podnetov. Vplyv iných, potencionálne významných faktorov ako je napríklad charakter masky - aký typ obrazcov či znak ju tvorí, ešte nebol dostatočne preskúmaný. Navyše, môže byť opodstatnené do teoretických úvah zahrnúť a bližšie preskúmať aj iné, globálnejšie pôsobiace faktory alebo preskúmať rozvoj WSE u jednotlivcov z časového hľadiska, preskúmaním rozsahu prítomnosti WSE u rôznych vekových kategórii. Okrem toho je tu ešte možnosť zaoberať sa vplyvom menej očividných faktorov. Zvolila som si vplyv farby a alternujúcej šírky masky. (viď priložený softvér)

Lepšie pochopenie svojrázností nášho senzorického systému by mohlo viesť nielen k „humanitnému“ pokroku (teda využitiu v medicíne, pedagogike atď.) ale aj k pokroku vrámci informatiky. Pravdepodobná je možnosť využitia v oblasti grafických systémov či umelej inteligencie.

Je jasné, že kým tento cieľ dosiahneme - ak vôbec)-, je pred nami ešte dlhá cesta. Avšak, vďaka rozmachu interdisciplinárnych prístupov vrámci súčasných vedných odborov každá, i čiastková informácia nachádza svoje uplatnenie.

Nezostáva mi teda iné, než vyjadriť nádej, že tento môj skromný príspevok k vymedzenej problematike prispeje k lepšiemu povedomiu o tejto téme.

Použitá literatura:

1. Adams, M.J. (1979). Models of word recognition. In *Cognitive Psychology*, 11, 133-176. Podľa: Larson, K., 2004
2. Cattell, J. (1886). The time taken up by cerebral operations. In *Mind*, 11, 277-282, 524-538.
3. Colavita, Francis B. (2006). *Sensation, Perception, and the Aging Process, Lecture* [audio]. The Teaching Company.
4. Fisher, D.F. (1975). Reading and visual search. *Memory and Cognition*, 3, 188-196. Podľa: Larson, K., 2004
5. Gough, P.B. (1972). One second of reading. In Kavanagh & Mattingly's *Language by ear and by eye*. Cambridge, MA: MIT Press. Podľa: Larson, K., 2004
6. Grainger, J., Bouttevin, S., Truc, C., Bastien, M., Ziegler, J. (2003). Word superiority, pseudoword superiority, and learning to read : A comparison of dyslexic and normal readers. [online] In *Brain and Language*. 87 432-440. Dostupné na internete: <http://www.sciencedirect.com>
7. Haber, R.N. & Schindler, R.M. (1981). Errors in proofreading: Evidence of syntactic control of letter processing? In *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 573-579. Podľa: Larson, K., 2004
8. Hildebrandt N, Caplan D, Sokol S, Torreano L. (1995) Lexical factors in the word-superiority effect.. In *Memory & Cognition*. Jan;23(1): p. 23-33. (Abstrakt)
9. Johnston, J. C., & McClelland, J. L. (1973). Visual factors in word perception. In *Perception & Psychophysics*, 14, 365-370. Podľa: Jordan, T. R., Bevan, K. M., 1994
10. Jordan, T. R., Bevan, K. M. (1994). Word superiority over isolated letters : The neglected case of forward masking. In *Memory & Cognition*., 22 (2), p.133-144.
11. Jordan, T. R., de BruijnWord, O. (1993). Superiority Over Isolated Letters : The Neglected Role of Flanking Mask Contours. In *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*. vol. 19, no.3, p.549-564.
12. Juola, J. R, Leavitt, D. D., & Choe, C. S. (1974). Letter identification in word, nonword, and single-letter displays. In *Bulletin of the Psychonomic Society*, 4, 278-280. Podľa: Jordan, T. R., Bevan, K. M., 1994
13. Larson, K. (2004) *The Science of Word Recognition or how I learned to stop worrying and love the bouma* [online]. Dostupné na internete: <<http://www.microsoft.com/typography/ctfonts/WordRecognition.aspx>>.
14. Marchetti F. M., Mewhort D. J. K. (1986). On the word-superiority effect. In *Psychological Research*, 48, 23-25. Podľa: Jordan, T. R., Bevan, K. M., 1994
15. McConkie, G.W. & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. In *Perception and Psychophysics*, 17, 578-586. Podľa: Larson, K., 2004
16. Meyer, D. E., & Schvaneveldt, R. W. (1971). Facilitation in recognizing pairs of words: Evidence of a dependence upon retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90, 227-234.
17. Neisser, U (1967). *Cognitive psychology*. Appleton-Century-Crofts New York
18. Plaut, D.C., McClelland, J.L., Seidenberg, M.S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. In *Psychological Review*, 103, 56-115. Podľa: Larson, K., 2004
19. Paap, K.R., Newsome, S.L., & Noel, R.W. (1984). Word shape's in poor shape for the race to the lexicon. In *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 413-428. Podľa: Larson, K., 2004

20. Pollatsek, A. & Rayner, K. (1982). Eye movement control in reading: The role of word boundaries. In *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 817-833. Podľa: Larson, K., 2004
21. Rayner, K. (1975). The perceptual span and peripheral cues in reading. In *Cognitive Psychology*, 7, 65-81.
22. Reicher, G.M. (1969). Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material. In *Journal of Experimental Psychology*, 81, 275-280. Podľa: Larson, K., 2004
23. Ruisel, I. (2004). *Inteligencia a myslenie*. Bratislava : Ikar. Kapitola 6, *Myslenie a jazyk*, s.98-117.
24. Rybárová, D. (2003). Definitions of cognitive science [online]. In: *Philosophical and Methodological Issues Concerning Fodor's Theory of Modularity in the Language Domain*. Bratislava : Slovenská Akadémia Vied. Dostupné na internete: <<http://www.ii.fmph.uniba.sk/%7Etakac/rybarova.doc>>
25. Seidenberg, M.S., & McClelland, J.L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. In *Psychological Review*, 96, 523-568. Podľa: Larson, K., 2004
26. Smith, F. (1969). Familiarity of configuration vs. discriminability of features in the visual identification of words. In *Psychonomic Science*, 14, 261-262. Podľa: Larson, K., 2004
27. Sperling, G. (1963). A model for visual memory tasks. In *Human Factors*, 5, 19-31. Podľa: Larson, K., 2004
28. Sternberg, R. J. (2002). *Kognitívni psychológie*. Praha : Portál.
29. Takáč, M. (2006). *Kognitívne vedy* [online]. Bratislava. Poznámky k prenáške. Dostupné na internete: <<http://www.ii.fmph.uniba.sk/%7Etakac/kv.pdf>>
30. Thagard, P. (2001). *Úvod do kognitívni vědy - Mysl a myšlení*. Praha : Portál.