

Vnímání a kybernetické modelování*

MICHAL STRÍŽENEC

Psychologie dnes detailně zkoumá proces vnímání (konstantnost, konfigurácia) k čemuž mohou přispívat i kybernetické modely (informačný aspekt, perceptróny, samoorganizující sa systémy). Doteraz však neboli v modeloch zachytené špecifické črty ľudského vnímání.

Experimentálna psychológia sa už dlhšie obdobie venuje detailnému výskumu jedného zo základných psychických procesov – vnímání. Napriek existencii viacerých teórií a ohromnému počtu experimentálnych údajov nemožno povedať, že je táto problematika uspokojivo vyriešená. V poslednom čase významný prínos k objasňovaniu procesu vnímání poskytuje kybernetika. Poskytuje spoločné hľadisko, metódu a jazyk pre psychológiu, neurofyziológiu, matematiku a techniku, ktoré sa o túto oblasť zaujímajú.

Najprv poukážeme na situáciu v oblasti psychológie vnímání, potom si rozoberieme podrobnejšie doterajšie kybernetické modely vnímání a konečne zhodnotíme prínos kybernetiky pri vysvetľovaní tohto psychického procesu.

I. SÚČASNÁ PSYCHOLOGICKÁ PROBLEMATIKA VNÍMÁNIA

Napriek tomu, že vnímání predstavuje základný a relatívne jednoduchší psychický proces, nedošlo doteraz ku syntéze psychologických teórií vnímání. A tak i definície vnímání sa líšia podľa príslušnosti autora k určitej teoretickej koncepcii. Môže tu prevažovať hľadisko fenomenologické alebo operacionalistické, fyzikálny alebo fyziologický prístup a pod. Okrem toho sa vyskytujú i názory, že „vnímání“ znamená skôr názov kapitoly pojednávajúcej o určitých psychických procesoch ako presný vedecký pojem. Škála definícií vnímání siaha od všeobecných vymedzení typu „vzťah medzi výstupom a vstupom“ až po konkrétne určenie ako napr. „vnímání je porov-

* Referát prednesený na druhej konferencii o kybernetike, Praha, 16.–19. novembra 1965.

návanie obrazu, vznikajúceho v individuálnom vedomí s predmetom“ resp. stotožnenie vnímania s niektorou jeho zložkou, najčastejšie diskrimináciou.

Vo všeobecnosti možno povedať, že pri vnímaní ide o uvedenie si objektov alebo vzťahov pomocou senzorických procesov. V popredí je teda kognitívny charakter, i keď nemožno tu celkom izolovať pamäťové, emocionálne a pod. zložky.

Zložitosť celej otázky nám lepšie vynikne, ak si rozoberieme základné zložky procesu vnímania.

Najjednoduchšou úlohou pre subjekt pri experimentoch s vnímaním je označiť, či sa vyskytol vopred určený podnet. Ide tu o detekciu. Pri diskriminácii ide o zistenie rozdielu medzi dvoma podnetmi a to v určitom parametri. Pri identifikácii môže ísť o označenie atribútu, v ktorom sa vyskytla zmena, resp. atribútu a smeru zmeny alebo tiež atribútu, smeru a množstva zmeny. Ak sa porovnáva podnet so štandardom, ktorý bol podaný dávnejšie, ide o spoznanie. Kováč [9] odlišuje od diskriminácie postihovanie, pri ktorom niet štandardu na porovnanie a tak okrem senzorických procesov tu účinkuje i pamäťová stopa. Ide teda o rozlíšenie medzi práve vnímanou a nedávno zapamätanou podnetovou schémou.

Vysvetľovanie perceptuálnych javov je odlišné v jednotlivých psychologických teóriách.

Asocianizmus vychádza z toho, že základnými prvkami vnímania sú pocity, ktoré sa spájajú na základe styčnosti v priestore alebo v čase, resp. na základe podobnosti. V súčasnosti sem patrí Hebbova neurofyziologická koncepcia (cell assembly), ktorá zdôrazňuje úlohu minulej skúsenosti a učenia pri vnímaní.

Geštaltizmus naproti tomu považuje tvar, celok za „daný“ a tento operuje podľa svojich vlastných zákonov a ovplyvňuje časti. Vlastností celku nemožno odvodiť z jeho častí a ich vzťahov.

Teória štruktúry udalostí zdôraznila zase dynamické štrukturovanie v priestore a v čase. Štruktúrna pravdepodobnosť určuje výskyt konštelácie elementárnych udalostí.

Nebudeme tu však konfrontovať tieto a ďalšie psychologické teórie, ale sa zameriame skôr na konkrétny rozbor niektorých perceptuálnych javov.

Pri vnímaní je základnou otázkou vzťah medzi vonkajším podnetom a vnemom. Kohler [10] to nazýva problémom priradenia (Zuordnung) subjektívneho zážitku objektívne merateľným javom. Patrí sem napr. otázka intenzity (Webér-Fechnerov zákon o logaritmickej závislosti pocitu na podnete), trvania podnetu (v dôsledku dlhšej fixácie sa mení farba v nepriamom videní), vplyvy adaptácie (známe pokusy so špeciálnymi okuliarmi), okolia podnetu a situačných faktorov atď. Experimentálne výskumy ukazujú teda nestabilitu priradenia odpovedí k príslušným podnetom. To však neovplyvňuje naše poznávanie vecí.

Konštantnosť vnímania (predmety vyzerajú rovnako veľké, s rovnakou farbou, tvarom a pod. bez ohľadu na skutočnú vzdialenosť, osvetlenie, pohyb atď.) ukazuje na existenciu mechanizmu, ktorý anuluje uvedené vplyvy. Napr. pri skúmaní vzťahu medzi veľkosťou a vzdialenosťou predmetu sa zistilo, že predmet známej veľkosti

sa posudzuje ako rovnako veľký napriek zmenám sietnicového obrazu. Táto konštantnosť veľkosti je kľúčom vnímania hĺbky, pričom na vnímaní priestoru sa ešte zúčastňuje zreteľnosť predmetu, tieňovanie, uhlová odchýlka pri pohybe, perspektívne posunutie uhlov, akomodácia, konvergencia atď.

Nielen vonkajšie podnety, ale i vnútorné prostredie vplyva na vnímanie. Ukazujú to pokusy s vnímaním „kauzality“ (pohyb stabilnej gule je zdanlivo vyvolaný nárazom pohybujúcej sa gule), vnem splývavého pohybu v kine, vplyv motivácie na uprednostnenie vnímania rôznych komponent prostredia atď. Konfiguračné aspekty vnímania spočívajú v tom, že v závislosti na daných podmienkach figurálne jednotky buď všetky „patria spolu“, alebo sa rozdeľujú do „chumáčov“. Figura, ktorá je sama o sebe jednoduchá, sa ťažko vníma ak je časťou väčšieho, uzavretého celku. Vzťah medzi časťami (celostný ráz) sa zachováva napriek zmene proporcionality jednotlivých častí. Pri vnímaní sa teda uplatňuje tendencia organizácie podnetového materiálu.

Ďalšou podmienkou vnímania je spoluúčinkovanie vedomia. Vnímaním rozumie nielen vyševedené procesy, ale i subjektívny zážitok. Psychológia ako jediná disciplína sa zaoberá otázkou, prečo sa predmety javia pozorovateľovi určitým spôsobom. To však neznamená, že zostáva len na fenomenologickej úrovni, pretože s pomocou neurofyziológie sa venuje i skúmaniu fungovania príslušného systému na spracovanie vonkajšej i vnútornej informácie. Napriek značným úspechom pri skúmaní vnímania, musí sa psychológia podľa Allporta [1] ešte zamerať na teoretické zovšeobecnenie a experimentálne overenie poznatkov, týkajúcich sa napr. vzájomných vzťahov častí v celku, transformácie podnetu, pretrvávania invariálnych vzťahov, objasnenia vzťahu kvantitatívnych a nekvantitatívnych aspektov vnímania, fyziologického vysvetlenia dimenzionality a prahov, užitočnosti funkcionalistického prístupu, podstaty a zdroja významu pri vnímaní atď.

II. KYBERNETICKE MODELY VNÍMANIA

V strede záujmu súčasného modelovania kybernetickými prostriedkami sú procesy vnímania, resp. niektoré ich zložky, ako je spoznávanie schémy, tvaru, klasifikácia zobrazení a s tým súvisiace zovšeobecňovanie a učenie sa.

Z doterajších snáh o aplikáciu kybernetiky na vnímanie všimneme si informačný prístup i samotné modelovanie.

1. Poznatky teórie informácie sa používajú pri vysvetľovaní jednak neurofyziologického substrátu vnímania – napr. poznatky Glezera [8] o kvantovaní a dekorelácii zobrazení a jednak samotných javov vnímania. Predovšetkým sa vypočítava a porovnáva teoretická informačná kapacita jednotlivých zmyslových orgánov [6]. Tak pre zrak sa udáva 3 milióny dvoj. jed. (na sienici však až 200 miliónov), pre sluch 8000 dvoj. jed. (v receptore až 1,5 milióna), taktilný analyzátor $0,2 \cdot 10^6$, čuch 15–100 a chuť 10–13 dvoj. jed. Skutočná kapacita prenosu je samozrejme nižšia (medzi

3–30 dvoj. jed. za sek.) a to v dôsledku strát v senzorických mechanizmoch, rôzneho spôsobu kódovania a efektívneho využívania informácie mozgom. 57

Rýchlosť prenosu informácie cez ľudského operátora sa skúmala najmä pomocou disjunktívneho reakčného času. Napr. (Hick podľa [15]) zistil, že závislosť reakčného času (RC) na počte alternatív (n) možno vyjadriť vzorcom $RC = b \cdot \log(n + 1)$. Hyman (podľa [15]) zase spracoval svoje údaje podľa vzorca $RC = a + b \cdot \log n$, pričom a, b sú konštanty. Ďalší autori však zistili vplyv rôznorodosti a saturácie podnetového poľa, časovej neurčitosti výskytu podnetu, nácviku, nadbytočnosti a závažnosti informácie, individuálnej a priemernej informácie atď. Početné výskumy reakčného času teda ukazujú podstatný vplyv experimentálnych podmienok na rýchlosť prenosu informácie u človeka, čím strácajú vyššie uvedené globálne údaje praktickú použiteľnosť – neprihliadajú totiž na to, že človek je integrovaný komunikačný kanál, vyťažuje viac významov z informácie, je ovplyvnený skúsenosťou a pod.

2. Pri skúmaní vnímania sa ukázal ďalej užitočným pojem pravdepodobnosti. Vnímanie totiž odráža pravdepodobnostnú štruktúru vonkajšej reality a tak vzťah podnet-odpoveď má pravdepodobnostný charakter. Tento prístup poskytuje nové metódy skúmania vizuálnych schém, časového sledu a priestorových závislostí medzi časťami tvaru. Dynamiku vnímania možno opísať ako proces zmeny apriórnych pravdepodobnostných hypotéz (s použitím Bayesovej teóremy, ktorá sa využíva v štatistickej teórii rozhodovania).

3. Informačné miery prispeli najmä k skúmaniu vnímania tvaru [3]. „Jednoduchosť“ tvaru je nepriamo úmerná informačnému aspektu figury. Geštalistické zákony majú blízky vzťah k nadbytočnosti („dobrá“ figura – homogennosť, symetrickosť). Nadbytočnosť sa prejavuje tým, že časti poľa sú vysoko predpovedateľné na základe iných častí. Pri vnímaní dochádza k redukcii informácie a k efektívnemu popisu reality. Čím menej informácie obsahuje podnet, tým rýchlejšie a presnejšie sa vníma. Napr. v kresbe sa informácia koncentruje pozdĺž obrysu, čo umožňuje extrapoláciu. Receptor predstavuje evolučný systém – každá zpráva modifikuje jeho kapacitu prijímania ďalších správ. Frank [6] dáva tvary (geštal) do súvislosti so superznakmi (ak ich možno poznať len pomocou absolútneho posudzovania), pričom ich matematicky možno popísať ako invarianty (nemennosť vzťahov medzi prvkami napriek transformácii).

4. Takto sa dostávame k vlastným kybernetickým modelom. Prvým prístupom k invariantám vnímania bola hypotetická neuronová sieť McCullocha a Pittsa (podľa [7]). Za základ vnímania tvaru považujú princíp riadkovania (ekvivalentnosť rozloženia udalostí v priestore s ich rozložením v čase). Riešili problémy konštantnosti tvaru napriek zmene veľkosti ako i rozdielnej lokalizácii podnetovej schémy na sietnici a tiež konštantnosti akordu, hraného pri rozličných výškach. Ďalší autori hľadali súvislosť riadkovania s alfa-rytmom v mozgu, avšak nedošlo sa k jednoznačným výsledkom. Štruktúra neuronovej siete Pittsa a McCullocha je značne podobná

zapojeniam v zrakovej oblasti mozgu a bola podnetom pre rozvoj teorie neuronových (logických) sietí.

George [7] považuje vnímanie za proces klasifikácie a interpretácie podnetov. „Primitívne“ vstupy adekvátne reagujú na najjednoduchšie rozlíšiteľné prvky vonkajšieho sveta. Pomocou klasifikačných útvarov sa z týchto údajov vytvárajú pocity, predstavy, pojmy o okolitom svete. Objekt je totiž charakterizovaný sadou vlastností a tieto treba najprv spoznať. Klasifikácia sa v každej zmyslovej modalite začína nezávisle, avšak nakoniec sa informácia integruje. V zrakovej oblasti kôry sa klasifikácia uskutočňuje vo viacerých etapách. Autorov model sietnice obsahuje on-prvky (reagujú len na prítomnosť podnetu), off-prvky (reagujú len na neprítomnosť podnetu) a on-off prvky (reagujú len na zmenu), ktoré sú rozložené náhodne na sférickom povrchu a ich výstupy sú spojené s klasifikačným a pamäťovým systémom. Vnímanie je usporiadaný proces, kde sa pravdepodobnosti menia v závislosti na zvyšovaní informácie o prvkoch množiny. V praxi nedochádza k spoznaniu všetkých vlastností konečnej množiny, ale predmety spoznávame podľa častí vlastností. Efektívnosť spoznávania závisí na zaradení množiny vlastností ako podmnožiny nejakej druhej množiny. Prejavuje sa tu i vplyv kontextu – pravdepodobnosť asociácie rozličných prvkov s rozličnými množinami vplyva na ďalšie asociácie rozličných množín navzájom. Pravdepodobnosť sledu udalostí je induktívne vyvodená z minulej skúsenosti. Podstatnú úlohu pri určovaní váh pravdepodobnosti má postupnosť a frekvencia udalostí.

K spoznávaníu tvarov je okrem sietnice potrebný i mechanizmus riadkovania, centralizácie obrazu ako i kolísavý pohyb okolo každej fixovanej čiary. Vzhľadom na obrovský počet možných figur je nutné, aby si klasifikačný systém vypracoval sám spôsoby klasifikácie a to v priebehu svojej činnosti.

5. Samoorganizujúce sa systémy môžu byť modelom percepčného učenia. Pri samoorganizácii ide o vytváranie spojov v závislosti na predošlej súčasnej aktivácii príslušných podmnožín prvkov (Chapman, Pask). Systém sa postupne stáva relatívne stabilným – klasifikácia sa upresňuje v dôsledku učenia.

Podrobne sa modelovaním percepčného učenia zaoberal Farley [5]. Model naučený rozlišovať dva obrazy, správne rozlíši i iné podobné figury a to na základe „zovšeobecnenia“ z predošlých podnetov na nové podnety, ktoré sa predtým nikdy nevyskytli (pri jednoduchých podnetoch východiskom sú spoločné prvky). Samoorganizujúci systém si však vytvára sady vlastností pomocou ich zoskupovania na základe ich frekvencie opakovania, priestorovej zhodnosti, časovej následnosti a prítomnosti rozhodujúcich vlastností. Porovnanie tried vlastností s prichádzajúcou informáciou musia riadiť určité pravidlá. Geštalistami zistené poznatky o vnímaní tvarov bude možné však modelovať až vtedy, keď sa podarí nájsť príslušné pravidlá vytvárania tried vlastností a pravidlá korelácie.

Nový prístup k percepčnému učeniu umožňuje i Bravermanova hypotéza o kompaktnosti obrazu [2]. Vychádza z toho, že každému jednoduchému zrakovému obrazu prislúcha zvláštna kompaktná množina bodov v priestore receptorov. Štraj

pri učení sa obrazom vytvára hyperplochy, oddeľujúce od seba skupiny známych bodov každého obrazu. V dôsledku kompaktnosti tieto plochy viac-menej spoľahlivo rozdeľujú i všetky ostatné body príslušných obrazov. Pri spoznávaní sa transformuje figura v bod priestoru receptorov a určí sa do akej oblasti tento bod patrí. Táto koncepcia je analogická perceptronu.

Rosenblattov [11] perceptron je pravdepodobnostný systém, schopný naučiť sa spoznávať a rozlišovať podnety v svojom okolí. Je založený na teorii štatistickej rozlíšiteľnosti a klasifikuje vstupné signály podľa znakov, ktoré neboli vopred určené. Fotoperceptrón sa skladá v podstate z S-jednotiek (sietnica), A-jednotiek (asociačné bunky spojené navzájom i so sietnicou) a R-jednotky (výber odpovede) ako i z viacerých zapojení spätnej väzby. Asociačné prvky majú svoju „váhu“ a podľa spôsobu jej zvyšovania rozlišujeme alfa, beta a gama systém. Autor najprv používal fixný prah, avšak neskôr zaviedol kontinuálny vodivý neuron (prvok). Pri učení zásahom zvonku sa posilňujú všetky podráždené prvky, patriace k jednému zobrazeniu a znižuje sa váha prvkov druhého zobrazenia. Pri samoučení pôsobí kladná spätná väzba. V americkom perceptrone Mark I možno rozdeliť asociačné prvky na 8 častí, ktoré pracujú paralelne. Lepší výkon sa dosahuje pri učení s korekciou. Napr. ak sú písmená v konštantnej polohe, na rozlišovanie 26 písmien postačilo 15 expozícií každého písmena. Porucha i značnej časti asociatívnych prvkov neznamená ešte funkčné vyradenia perceptrona.

Doterajšie metódy rozlišovania transformácií spočívali v analyticko-deduktívnom popise (Steinbuch, Hebb a čiastočne Selfridge [13] – popis figury sa porovnáva s etalonom, uchovaným v pamäti), transformácií zobrazení (McCulloch a Pitts, Culbertson-normalizácia zobrazenia a porovnanie so vzorom) a v zovšeobecnení podľa príľahlosti (používané v prvých perceptronoch – nepatrný posun figury nevyplýva na odpoveď, lebo sa podráždí väčšina pôvodných prvkov). Všetky tieto metódy majú značné nevýhody a preto Rosenblatt [12] navrhol novú metódu rozlišovania transformácií – asociácia s transformáciou. Gama systém perceptronu s prekríženými spojami (spojie z A-prvku do iného A-prvku) zovšeobecňuje na začiatku pomocou metódy príľahlosti avšak po nácviku na časti sledu spozná novú figuru naraz (odpadá pomalý proces založený na metóde príľahlosti). Autor popísal svoj systém pomocou pravidiel topologickej organizácie a dynamiky.

Psychické (zmyslové) zobrazenie ako zvláštny prípad kódu analyzuje Vekker [17]. Vychádza z toho, že modely vnímania musia brať do úvahy všetky špecifické zvláštnosti štruktúry zmyslového obrazu ako psychického procesu. Zmyslový obraz na rozdiel od nervového kódu uchováva modálne charakteristiky prvkov množiny zdroja a formy jeho priestorovo-časovej usporiadanosti. Zmyslový obraz zachováva invariantnými metrické vlastnosti vnímaného objektu. Autor podáva blokové schémy perceptívneho zariadenia, ktoré by malo rovnakú regulatívnu funkciu ako psychické zobrazenie.

Existuje ešte mnoho kybernetických modelov, ktoré sa nepriamo alebo priamo týkajú vnímania, avšak tu sme sa sústredili len na stručné charakteristiky základných

typov. V dôsledku integrálnosti psychických procesov nemožno viesť ani presnú hranicu medzi modelmi vnímania a učenia, resp. kybernetické prístupy zamerané na globálne modely duševnej činnosti majú tiež svoj dopad v oblasti vnímania.

III. ZHODNOTENIE DOTERAJŠÍCH VÝSLEDKOV

Kybernetické modely vnímania sa teda zaoberajú predovšetkým informačnými aspektami (kapacita senzorických kanálov, prenos informácie cez človeka – otázky kódovania, vzťah signál-šum, podmienky ovplyvňujúce rýchlosť prenosu, úlohu nadbytočnosti), ďalej štruktúrou procesu klasifikácie a spoznania (invarianty, pravdepodobnostný prístup, klasifikačný stroj), úlohou učenia pri vnímaní (perceptróny) a v pomerne malej miere špecifickými vlastnosťami ľudského vnímania (zmyslový obraz, regulatívna funkcia).

Aplikácia teórie informácie na vnímanie sa spočiatku stretla s veľkým záujmom, najmä vzhľadom na kvantitatívny prístup, ktorý napr. u geštalťstov bol hodne zanedbaný a je nevyhnutným predpokladom vybudovania vedeckej teórie v tejto oblasti. Čoskoro sa avšak ukázalo (napr. pri vplyve množstva podanej informácie na reakčný čas), že pôsobenie psychologických premenných (diskriminatívne podmienky, motorická či slovná pohotovosť, zhodnosť, stupeň nácviku, významnosť, neočakávanosť) narušuje všeobecnú platnosť zistených kvantitatívnych vzťahov. Ukázalo sa, že množstvo podanej informácie treba hodnotiť na pozadí subjektívnej pravdepodobnosti výskytu signálov, ktorá je zase ovplyvnená skúsenosťou a pod. Preto treba prejsť od mechanického aplikovania poznatkov technickej komunikácie k zhodnoteniu úlohy subjektívnych vplyvov človeka. I prax (napr. inžinierska psychológia) sa dožaduje primeraného kvantitatívneho vyjadrenia týchto zákonitostí a preto treba v tomto smere pracovať a prihliadať najmä na úlohu centrálnych procesov u človeka.

Z hľadiska prínosu pro psychologickú teóriu považujeme za najvýznamnejší pravdepodobnostný princíp, zistený v procesoch vnímania (uplatňuje sa napr. pri detekcii, vigilancii, spoznávaní schém). Z tohto vyplýva i uprednostňovanie pravdepodobnostných systémov pred deterministickými pri modelovaní vnímania.

Avšak i použitie pravdepodobnostných učiacich sa systémov prináša so sebou rad ťažkostí (hľadanie vhodných zapojení, umožňujúcich vyťažiť invarianty z množiny podnetových transformácií; zložitost a poruchovosť v dôsledku nutnosti centrovania riadkov, presunu znakov a pod.). Pritom ide tu len o modelovanie jednoduchých zložiek procesu vnímania (rozlišovanie, klasifikácia a spoznávanie jednoduchých zobrazení, predvažne zrakových). Zložité výkony sluchového analyzátora (vnímanie reči a hudby s príslušným afektívnym alebo významovým „podtónom“), hmatové, statické a kinestetické pocity (uplatňujúce sa pri jemnej regulácii zložitých pohybov) doteraz nevieme adekvátne modelovať.

Nedostatočné overovanie izomorfnosti vytváraných modelov spôsobuje, že sa časť, zložka, vydáva za celok. Napr. za vnímanie sa vyhlási to, čo vieme modelovať a potom nie je ťažko dokázať, že v stroji dochádza k simulácii procesu vnímania. Podobne

postupuje i George [7], ktorý predpokladá, že vnímanie je v podstate totožné s procesom spoznávania, ktorý spočíva jednoducho v klasifikácii objektov, udalostí atď. Ako sme uviedli vnímanie okrem toho, že má celý rad zložiek, úzko tiež súvisí s učením, myslením, emóciami atď. Pri vnímaní sa u človeka prejavuje aktívny postoj k prostrediu („človek nielen vidí, ale sa i pozerá“), ktorý nevieme reprodukovat v stroji, lebo ten nemá biologické a sociálne potreby. Vnímanie je výsledkom interakcie stimulácie a nastavenia. Nastavenia môže vyplývať z naučených pravdepodobnostných vzťahov. Účinok učenia a motivácie je zrejmejší pri zložitejších perceptuálnych procesoch. Klasifikácia signálov v stroji zahrňuje nepomerne menšiu časť reality a to len jej nižšiu, jednoduchšiu úroveň v porovnaní s človekom. Plastičnosť a adaptabilita ľudského nervového systému prevyšuje všetky doteraz známe modely, v ktorých i keď sa napr. vypracuje určité „zovšeobecnenie“, nedochádza k jeho transferu na iné druhy signálov (zo svetelných na zvukové a pod.). Kybernetický model nezachytáva perceptuálny význam, ktorý zobrazuje charakter objektu alebo situácie. Človek si vytvára nekvantitatívne, „štrukturálne“ významy a používa ich pri styku s objektami.

Špecifickosťou zmyslového obrazu je podľa Vekkera [17] nepretržitosť (napriek diskretnému charakteru fyziologických efektov), predmetnosť (priestorovo-časová usporiadanosť prvkov množiny sa reprodukuje spolu s modálnymi charakteristikami), celosťnosť (na základe vnútornej spojitosti prvkov), objektivizácia (objekt sa zobrazuje tam, kde sa skutočne nachádza) a subjektívnosť (vonkajší pozorovateľ nevidí zobrazené objekty). Tieto vlastnosti sa overujú pri regulácii činnosti zmyslovým obrazom, ktorá regulácia má celostne-spojité charakter, značnú variatívnosť, univerzálnosť a vysokú spoľahlivosť.

V perceptronech sa modeluje len výsledný akt spoznania a nie zmyslový obraz. Dekódujúca funkcia je tu konštrukčne fixovaná (porovnanie kódu s etalomom, resp. signály realizujú svoju spúšťačnú funkciu pomocou kódov spoznávaného objektu). V psychickom zobrazení je dekodovacia funkcia realizovaná už v aparáte formovania samotného signálu. Psychologická teória však ešte stojí pred náročnými úlohami, ako je napr. vzťah kvantitatívnej a kvalitatívnej stránky zmyslového obrazu, konkrétne mechanizmy psychickej regulácie.

Celkove kybernetický prístup k vnímaniu je založený na množstve neurofyziologických údajov, princípoch spätnoväzbových okruhov a riadenia. Tieto štruktúrne princípy a zjednocujúce rysy kybernetickej teorie prispievajú k systémovému chápaniu procesu vnímania.

Perspektívy ďalšieho rozvoja kybernetického modelovania úzko súvisia s vytváraním univerzálnych samoorganizujúcich sa systémov, ktoré si tvoria svoju štruktúru v zhode so zmenami vonkajšieho prostredia. Modelovanie vychádzajúce z evolúcie biologických systémov môže najviac priblížiť výkony automatu k ľudskému vnímaniu. Užitočnou môže byť i aplikácia rozhodovacích procedúr, keďže stanovenie významu, adekvátne pochopenie zmyslových kvalít je vlastne riešením určitého problému.

Doteraz kybernetika málo využívala poznatky psychológie a čerpala námety pre svoje koncepcie v súvislosti s vnímaním najmä z neurofyziológie. Na druhej strane zase i psychológovia musia v širšej miere využívať možnosť kybernetického modelovania na osvetlenie niektorých stránok vnímania (ukazuje sa, že napr. geštalistické princípy a perceptoróny sa vzájomne doplňujú ako modely vnímania).

(Došlo dňa 2. júna 1965.)

LITERATURA

- [1] Allport, F. H.: Theories of perception and the concept of structure. N.Y. 1955.
- [2] Arkadjev, A. G., Braverman, E. M.: Obučenie mašiny rozpoznávaniju obrazov. Moskva 1964.
- [3] Attneave, F.: Applications of information theory to psychology. N.Y. 1959.
- [4] Dember, W. N.: The psychology of perception. N.Y. 1961.
- [5] Farley, B. G.: Samoorganizujuščijesja modeli dlja obučennogo vosprijatija. Yovits, M. C., Cameron, S. (eds.): Samoorganizujuščijesja sistemy. Moskva 1964, 19—49.
- [6] Frank, H.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Baden — Baden 1962.
- [7] George, F. H.: Mozg kak vyčislitelaja mašina. Moskva 1963.
- [8] Glezer, V. D., Cukerman, I. I.: Informacija i zrenije. Moskva 1961.
- [9] Hebb, D. O.: The organization of behavior. N.Y. 1955.
- [10] Kováč, D., Košinár, V.: Vnímanie diskrétnych zmien v jednoduchých zrakových podnetoch. *Studia psychologica* (1965), 2.
- [11] Rosenblatt, F.: The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychol. Rev.* (1958), 6, 386—408.
- [12] Rosenblatt, F.: Obobščenie vosprijatij po gruppam preobrazovanij. Yovits, M. C., Cameron, S. (eds.): Samoorganizujuščijesja sistemy. Moskva 1964, 65—112.
- [13] Selfridge, O. G., Pandemonium: A paradigm for learning. *Mechanisation of thought processes*. London 1959, 513—526.
- [14] Steinbuch, K.: *Automat und Mensch*. Berlin 1963.
- [15] Stríženec, M.: Aplikácia teórie informácie v psychológii. *Čs. psychologie* (1963), 3, 211—220.
- [16] Stríženec, M.: *Psychológia a kybernetika*. (V tlači.)
- [17] Vekker, L. M.: *Vosprijatije i osnovy jego modelirovanija*. Leningrad 1964.

Perception and Cybernetic Models

MICHAL STRÍŽENEC

Contemporary psychologic problems of perception are analysed (components of the perception process, theoretical approaches, the problem of isomorphy between stimulus and percept, inner and outer influences on perception). The necessity of further research is pointed out. Cybernetic models of perception (the informational aspect, the process of classification, hypothetic neuron net, perceptrons, self-organizing systems) contribute to the elucidation of some components of the perception process, but they do not express the specificity of the sensory image (its objectivity, materialization and the active attitude of a subject). A cooperation between psychology and cybernetics seems to have perspectives, especially in creating self-organizing systems as models of perception.

Michal Striženec, CSc., Ústav experimentálnej psychológie SAV, Bratislava, Kocelova 17.