

Radovan Šikl



ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ



 **GRADA®**

Poděkování

Děkuji za kladné hodnocení a cenné rady oběma recenzentům, doc. Ing. Ivanu M. Havlovi, Ph.D., a doc. Ing. Janu Kremláčkovi, Ph.D. Poděkování patří rovněž mým kolegům Mgr. Michalu Šimečkovi, Ph.D., a Mgr. Jiřímu Lukavskému, Ph.D., za vytrvalou podporu a vydatnou pomoc při psaní této knihy a dále Mgr. Pavlu Němcovi, Ph.D., za poskytnutí cenných informací o zrakovém vnímání u zvířat.

Rád bych také poděkoval své rodině za nezměrnou trpělivost a podporu, kterou mi po celou dobu práce na této knize projevovala.

Radovan Šikl

ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ

Grada Publishing

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována ani šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Kniha vznikla s podporou grantu GA ČR 406/07/1676.

Mgr. Radovan Šíkl, Ph.D.

ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, 170 00 Praha 7
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400
www.grada.cz
jako svou 5049. publikaci

Odpovědná redaktorka Veronika Hesounová
Sazba a zlom Antonín Plicka
Počet stran 312
1. vydání, 2012

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2012
Obrázek na obálce © Eliška Kubínová

ISBN 978-80-247-3029-5

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-8188-4 (ve formátu PDF)
ISBN 978-80-247-8189-1 (ve formátu EPUB)

OBSAH

1. ÚVOD	9
1.1 Úvodní poznámky	10
1.2 Motivace ke studiu	10
1.2.1 Intelektuální zvědavost	11
1.2.2 Důležitost zraku pro lidský život	11
1.2.3 Zrakové vnímání a poznání mozku	12
1.2.4 Zrakové vnímání v interakci člověk–stroj	13
1.2.5 Zrakové vnímání a reklama	13
1.2.6 Zrakové vnímání a umění	14
1.3 Některé obecné vlastnosti zrakového vnímání	16
1.3.1 Informační limity zrakového systému	16
1.3.2 Mnohoznačnost sítnicového obrazu a postupy vedoucí k jeho zjednodušení	21
1.3.3 Změna a její význam při zrakovém vnímání	27
1.3.4 Inter- a intraindividuální rozdíly ve zrakovém vnímání	30
Souhrn kapitoly	39
Klíčová slova	39
 2. SVĚTLO, OKO, MOZEK	 41
2.1 Úvodní poznámky	42
2.2 Světlo	42
2.3 Oko	47
2.3.1 Zornice	48
2.3.2 Rohovka a čočka	50
2.3.3 Sítnice	54
2.4 Mozek	63
2.4.1 Chiasma opticum	64
2.4.2 Corpus geniculatum laterale	65
2.4.3 Primární zraková kůra	67
2.4.4 Vyšší korová centra	71
Souhrn kapitoly	77
Klíčová slova	77
 3. VNÍMÁNÍ BAREV	 79
3.1 Úvodní poznámky	80
3.1.1 Vliv barev na prožívání	80
3.1.2 Vliv barev na vnímání	83
3.2 Co je barva?	86
3.2.1 Atributy barvy	87

3.2.2	<i>Katalog barev</i>	88
3.2.3	<i>Kolik barev rozlišujeme</i>	89
3.2.4	<i>Kolik barev rozlišujeme v jazyce</i>	90
3.2.5	<i>Bílá barva</i>	92
3.2.6	<i>Mísení barev</i>	93
3.3	Hlavní teorie vnímání barev	97
3.3.1	<i>Trichromatická teorie</i>	97
3.3.2	<i>Teorie oponentního procesu</i>	99
3.4	Barvoslepost	103
3.5	Barevné vidění u zvířat	107
3.6	Konstantnost vnímané barvy	111
	Souhrn kapitoly	115
	Klíčová slova	116
4.	VNÍMÁNÍ PROSTORU	117
4.1	Úvodní poznámky	118
4.2	Vnímání prostoru při výkonu různých profesí	119
4.3	Zápletka prostorového vnímání: 3D → 2D → 3D	123
4.4	Náповědi o prostoru	124
4.4.1	<i>Velikost promítnutého obrazu</i>	125
4.4.2	<i>Zakrytí</i>	128
4.4.3	<i>Lineární perspektiva</i>	129
4.4.4	<i>Gradient textury</i>	131
4.4.5	<i>Výška v zorném poli</i>	132
4.4.6	<i>Atmosférická perspektiva</i>	133
4.4.7	<i>Paralaxa pohybu</i>	134
4.4.8	<i>Binokulární disparita</i>	136
4.4.9	<i>Akomodace avergence</i>	141
4.5	Od dílčích náповědi k vjemu prostoru	143
4.6	Vztah fyzikálního a vizuálního prostoru	150
4.7	Vývojový aspekt vnímání prostoru: vrozené a získané	153
4.7.1	<i>Pacienti s navráceným zrakem</i>	153
4.7.2	<i>Deprivační studie prováděné na zvířatech</i>	155
4.7.3	<i>Adaptační studie</i>	157
4.7.4	<i>Vývoj vnímání u novorozenců</i>	158
4.8	Vnímání prostoru u zvířat	162
	Souhrn kapitoly	165
	Klíčová slova	166
5.	OBJEKTOVÉ VNÍMÁNÍ	167
5.1	Úvodní poznámky	168
5.2	Percepční organizace	170
5.3	Rozpoznávání objektů	176
5.3.1	<i>Vliv perspektivy</i>	176
5.3.2	<i>Vliv kontextu</i>	179
5.3.3	<i>Teorie rozpoznávání objektů</i>	180

5.4 Rozpoznávání objektů v mozku	184
5.5 Zraková agnozie	189
5.6 Rozpoznávání tváří	193
5.7 Vnímání scén	200
Souhrn kapitoly	207
Klíčová slova	208

6. VNÍMÁNÍ POHYBU A V POHYBU

6.1 Úvodní poznámky	210
6.2 Přínos pohybu pro vnímání	212
6.3 Detektor pohybu	213
6.4 Skutečný a zdánlivý pohyb	215
6.5 Problém korespondence a problém průhledu	219
6.6 Oční pohyby	223
6.7 Vnímání událostí	227
6.7.1 <i>Jak vnímáme kauzalitu</i>	227
6.7.2 <i>Jak vnímáme lidský pohyb</i>	229
6.7.3 <i>Jak vnímáme vlastní pohyb</i>	231
6.8 Vztah zrakového vnímání a zrakem řízeného jednání	236
Souhrn kapitoly	240
Klíčová slova	241

SLOVNÍČEK POJMŮ

LITERATURA

JMENNÝ REJSTŘÍK

VĚCNÝ REJSTŘÍK

1. ÚVOD



Obr. 1.1 Paobraz Greta Garbo, detail z pohlednice. Sledujte soustředěně křížek na nose. Přibližně za minutu přesuňte pohled na jednobarevnou plochu.

1.1 ÚVODNÍ POZNÁMKY

Vnímání vypadá jednoduše. Když se podíváme oknem ven z pokoje, uvidíme dozrávající jablka na stromě. Všimneme si člověka přicházejícího po cestě. Nikdy předtím jsme ho neviděli, přesto snadno poznáme, že je našťvaný. Během krátkého časového úseku dokážeme bez jakéhokoliv vědomého úsilí získat o okolním světě spoustu důležitých informací. Tento fakt značného informačního zisku bez nutnosti vynakládat úsilí spolu s tím, že vjem jen výjimečně vede k nepřiměřenému jednání, svádí mnohé z nás k dojmů, že vnímání je jednoduchý a přímý proces vedoucí k otisku reality do naší mysli. Stačí mít jen otevřené oči a dozvíme se o světě všechno potřebné. Taková představa je nicméně zcela mylná. Objektivita, ale i jednoduchost vnímání a pasivita pozorovatele jsou pouhou iluzí. Proč? Podoba podnětu zobrazená v oku, což je jediný vstupní údaj o okolním světě, který máme při vnímání k dispozici, je oproti skutečné podobě světa jen informačním torzem, spleťtíou a nejednoznačnou mozaikou světelných znaků s neostrými přechody. Signál vstupující do oka prochází dříve, než dosáhne vědomé mysli a stane se vjemem, rozsáhlými změnami a úpravami. Do zpracování zrakového podnětu se zapojuje značná část mysli (kognitivních, exekutivních a emočních procesů) a značná část mozku. Ve skutečnosti je zrakové vnímání mimořádně komplexním procesem. Ostatně věrná kopie skutečnosti, tzn. zcela přesná informace zpracovaná do nejmenšího detailu, by v naprosté většině situací našeho života byla neupotřebitelná, jak si brzy ukážeme. Hlavním posláním vnímání je rychlost a účelnost, schopnost zmapovat v co nejkratším čase sledovanou scénu a získat relevantní, smysluplné údaje. Vnímání poskytuje pozorovateli informace o předmětech a událostech v okolním prostředí, které mohou napomoci účelnému jednání. Zrakový vjem je spíše skicou, proniknutím do souvislostí a vztahů mezi prvky sledované scény, interpretací skutečnosti uzpůsobenou osobě pozorovatele a prováděné činnosti.

Zdůraznění odlišnosti vjemu od prostého otisku skutečnosti nalezneme v řadě definic, podle nichž:

- [je zrakové vnímání] dynamickým hledáním nejlepší interpretace dostupných údajů; [...] vnímání jde za to, co nám bezprostředně říkají naše smysly (Gregory, 1966);
- [je zrakové vnímání] procesem sestavování počitků do využitelné mentální reprezentace světa (Coon, 1983);
- [vjemy nejsou] odhalením „toho, co je tam venku“, spíš mají povahu pravděpodobností a predikcí založených na dřívější zkušenosti (Ittelson, Kilpatrick, 1951);
- [je zrakové vnímání] tvořivým procesem, v jehož průběhu mozek paralelně odpovídá na mnohé rozličné „znaky“ zrakové scény a pokouší se je sloučit do smysluplných celků (Crick, 1997).

1.2 MOTIVACE KE STUDIU

Ještě než se pustíme do otázek spojených se samotným vnímáním, jeho vlastnostmi, procesy a mechanismy zajišťujícími výslednou podobu vjemu, může být užitečné přemýšlet o motivaci ke studiu, o důvodech, proč se vůbec tímto tématem hlouběji zabývat, jaký to může zájemci přinést prospěch. Jak už plyne z úvodních řádků této kapitoly,

naše intuice může v první okamžik snadno selhat; vycházíme-li z vlastní zkušenosti, může se nám zdát obtížné pochopit, co je na něčem, co používáme s takovou samozřejmostí a bezesporností, vůbec ke studiu, čím si zaslouží pozornost vědců nejrůznějších oborů. Ve skutečnosti patří zrakové vnímání k široce studovaným tématům psychologie, filozofie, umělé inteligence, neurověd, fyziologie, etologie, antropologie, lingvistiky – vlastně všech oborů spojených pod zastřešující název kognitivní věda – a vybrané otázky poutají zájem architektů, malířů, designérů, módních návrhářů, ergonomů, odborníků v reklamě, dopravě, letectví, astronomii a mnoha dalších oborech lidské činnosti. Důvodů, proč se snažit vnímání porozumět, tak nalezneme širokou paletu. Některé z nich jsou ryze praktické, jiné jsou výzvou k intelektuální zvědavosti nebo třeba oslovují náš hédonismus.

1.2.1 INTELEKTUÁLNÍ ZVÍDAVOST

Studium vnímání nás přivádí k intelektuálně podnětným a překvapivě složitým otázkám. Stačí jen odstoupit z pozice člověka vnímajícího do pozice člověka přemýšlejícího o vnímání jako o problému s množstvím témat a úrovní obecnosti. Lidstvo se odnepaměti pokouší o zodpovězení otázky, co je skutečné a co jen zdánlivé, to jest otázky, která se primárně dotýká činnosti našich smyslů a toho, nakolik je možné a rozumné se na ně spolehnout. Když připustíme nedokonalost našich smyslů, a tím i celého vnímání, jak lze potom vysvětlit fakt, že právě na smysly se v životě tak výrazně spoléháme, aniž by se nám to vymstilo? Jak to, že nás smysly v situacích, které řešíme pouze na základě vnímaných informací, neohrožují na životě? Někomu zase může připadat zajímavé sledovat, jak se do podoby vjemu promítá naše životní zkušenost, prožívané emoce, tělesná dispozice a další mimopodnětové faktory. Nebo jak je vůbec možné, že z nepřetržitého toku signálů přicházejících na senzorický vstup mohou vznikat koherentní a do jisté míry oddělené, samostatné vjemy? Podobně – jak lze vysvětlit, že okolní svět při vnímání zůstává stabilní, když se pohybujeme a spolu s tím se nutně proměňuje i podoba světa zobrazená v oku? Můžeme se zajímat o to, v čem je jiný život slepců nebo osob se zrakovým handicapem. A co vlastně vidí novorozenci a od jakého věku vidí svět podobně jako my, dospělí? Proč za tmy nerozlišujeme barvy? A proč se za soumraku jeví některé barvy jinak? Proč nám Asiáté připadají navzájem velice podobní? Snaha porozumět skrytým mechanismům vnímání, složitým komplexním procesům v pozadí, propojení s ostatními kognitivními procesy, s myslí a mozkem vždy lákala zájemce a badatele vedené zneklidňujícím zjištěním, že lidské vnímání je jen zdánlivě jednoduchý, snadno pochopitelný proces a že výsledný vjem se od skutečnosti často nezanedbatelně liší.

1.2.2 DŮLEŽITOST ZRAKU PRO LIDSKÝ ŽIVOT

Jiný důvod pro věnování systematické pozornosti problematice vnímání může představovat role, kterou vnímání v lidském životě sehrává. Tato role je dána už tím, že svět zakoušíme právě prostřednictvím smyslů, že smysly jsou bránou k poznání. Jejich možnosti a omezení předurčují naši bezprostřední zkušenost, rozhodují o tom, co ze světa pro nás bude přístupné a co zůstane nepovšimnuto. Jen to, co v danou chvíli vnímáme, se následně stává vědomým obsahem naší mysli. Vnímání je inspirací pro myšlení, nezastupitelným zdrojem informací pro úvahy o světě kolem nás. Prostřednictvím zraku se dozvíme, v jakém prostorovém vztahu je sledovaný objekt k ostatním prvkům sledované scény, jakým

způsobem s nimi interaguje, jak se při pohybu s měnícím se úhlem pohledu mění jeho podoba, jaké jsou jeho tvarové charakteristiky, jakou má barvu, do jaké kategorie objektů jej můžeme zařadit, případně jaké má oproti prototypickým zástupcům dané kategorie zvláštnosti. Vidění napomáhá naší mysli s vytvářením mapy vnějšího světa, „kolíkuje“ plochu a určuje „mantinely“ našemu myšlení. Řadu běžných životních situací dokonce řešíme bez zapojení vyšších kognitivních procesů; naše aktivita je omezena jen na vjem a bezprostřední reakci, jako třeba při přecházení silnice nebo vyhýbání se překážkám. Z uvedených tvrzení by mělo být zřejmé, nakolik nám informace z našich smyslů pomáhají pochopit svět kolem nás a efektivně se v něm pohybovat.

Zrak dominuje mezi smysly, jak prozrazují základní biologické ukazatele:

- Plných 70 % z celkového počtu smyslových receptorů člověka se soustřeďuje v očích.
- Na zpracování zrakového podnětu se ještě před dosažením primární zrakové kůry podílí přibližně 1 milion neuronů (např. na zpracování sluchového podnětu pouze 30 000 neuronů).
- Oblasti určené primárně ke zpracování zrakového podnětu zabírají až 30 % povrchu mozkové kůry a pokrývají značnou část týlního, temenního a spánkového laloku.
- Zpracování zrakového podnětu je věnováno až 60 % energie mozkové kůry.

Zajímavý doklad významu zraku pro lidský život přináší i studium jazyka. Nejenže je zrak pokládán v jazyce za hlavní a ze všech smyslů nejspolehlivější zdroj poznání, vidění je přímo základní metaforou pro vědění (Vaňková, Nebeská, Saicová Rímalová, Šlédrová, 2005). Všimněme si ostatně i shodné etymologie obou slov. Slova odvozená od vidění v jazyce spojujeme s porozuměním či uvědoměním. Slova jako přehledný, zřejmý, vizionář, prozívat, vize, postřehnout, rozhled a očividný ilustrují důvěru, kterou vkládáme do vidění jako zdroje poznání. Naopak jeho nedostatečnost obsažená například ve slovech krátkozrakost, zatemnit, neprozřetelný, zaslepený nebo rozostřený je v jazyce chápána jako překážka poznání. Dominantní pozici zraku dokládá i prosté zastoupení slov motivovaných viděním v češtině: Z existujících adjektiv a podobně i metaforických obrátů vázaných na určitou modalitu jich je zdaleka nejvíc spojeno právě se zrakem.

1.2.3 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ A POZNÁNÍ MOZKU

Zrakové vnímání patří k významným tématům neurověd, což má několik důvodů: (1) Při zpracování zrakového podnětu se aktivují současně různé oblasti mozkové kůry v týlním, temenním a spánkovém laloku. V mozku makaka bylo nalezeno přes třicet zrakových oblastí, primárně určených k analýze různých vlastností podnětu (např. barvy, směru pohybu či tvarových charakteristik podnětu; Van Essen, Anderson, Felleman, 1992). (2) Všechna tato „centra“ jsou snadno dostupná pozorování, a pomocí zobrazovacích technik je tak možné při zrakových úlohách – víc než u jiných mentálních operací – sledovat komplexní aktivitu mozku. (To platí zejména od druhé poloviny devadesátých let, kdy se ve výzkumu začala používat funkční magnetická rezonance, fMRI.)

Porozumět vnímání přirozeně předpokládá porozumět jeho neurofyzilogické bázi; zájem psychologů a dalších odborníků o nové poznatky neurověd je proto pochopitelný. A je jistě užitečné, že se nejedná o jednosměrné ovlivňování. Zatímco starší psychologické

a neurovědné výzkumy vidění probíhaly až na pár výjimek (např. Hubel, Wiesel, 1963, 1965; Blakemore, Cooper, 1970) odděleně, poslední dobou se rozbíhá slibná mezioborová diskuse, vznikají výzkumné projekty sledující a vyhodnocující současně povahu zrakového vjemu i mozkovou aktivitu při vnímání. Čtenář nemá často ani šanci z textu poznat, do jaké oblasti autor profesně přísluší. Toto přemostování je jistě usnadněno značnou, nadto poměrně snadno měřitelnou, shodou mezi nervovou aktivitou mozku na jedné straně a zrakem řízeným jednáním na straně druhé, tj. mezi daty získanými pomocí zobrazovacích technik a daty z psychofyzických experimentů. Interdisciplinární výzkum vidění je tak snáze proveditelný a výsledky jsou snáze interpretovatelné ve srovnání například s výzkumy paměti, jazyka nebo jiných kognitivních procesů, kde vztah mezi neurofyzilogickými daty a vnějšími projevy není tak snadno postihnutelný (Farah, 2000).

1.2.4 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ V INTERAKCI ČLOVĚK–STROJ

Znalost charakteristik lidského vnímání pomáhá při navrhování a konstruování přístrojů a pomůcek denní potřeby v podobě, jež zvyšuje pravděpodobnost jejich správného používání. Taková znalost není nijak podružná nebo nadbytečná. Uvažme jen, kolikrát za den přijdeme do kontaktu například s dopravním značením, semaforem, mapou, displejem, klávesnicí, mikrovlnnou troubou či rozmanitými zdravotnickými pomůckami. Rychlé, a navíc správné pochopení fungování těchto produktů lidské tvorby je nutným předpokladem přiměřeného jednání a bezproblémového pohybu po světě a design „ušitý na míru“ našim smyslům je zde nespornou výhodou. Zajišťuje, že v průběhu interakce člověk–stroj nedojde k významnější ztrátě nebo zkreslení informace, že všechno potřebné snadno a správně pochopíme. Naproti tomu takový design, který specifika lidských smyslů přehlíží, může mít za následek nárůst chybovosti a pomalejší reakci: Snadno si lze představit problémy například při použití modrých znaků na zeleném pozadí u dopravních značek nebo důsledky neuspořádaného rozložení velkého počtu ovladačů na palubní desce.

Jak tedy navrhovat přístroje s přihlédnutím k povaze lidského vnímání? Jak zformulovat zásady či doporučení vedoucí k optimalizaci jejich vzájemné interakce? (1) Mělo by být dobře viditelné a snadno rozpoznatelné, k jakému výsledku povede použití jednotlivých ovladačů. V opačném případě si bude uživatel muset funkci všech ovladačů mechanicky zapamatovat. (2) K bezproblémové interakci může napomoci, když přístroje už jen svým designem naznačují uživateli svou funkci (červená více než ostatní barvy na semaforu signalizuje výstrahu) nebo alespoň způsob použití (tlačítko u myši nabízí spíš než cokoli jiného možnost stlačení). (3) Srozumitelnost rovněž zvyšuje uspořádání ovladačů (resp. organizace přenášených informací) v souladu s principy percepční organizace navrženými gestalt psychologii (viz str. 107). Konfigurace umožňující strukturování a zpřehlednění podnětového pole zvyšuje naději, že interakce s přístrojem bude pro uživatele intuitivní (Carayon, 2007).

1.2.5 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ A REKLAMA

Zvláštnosti a specifika lidského vnímání (a dalších kognitivních procesů) zaujaly i reklamní tvůrce. Důvod tohoto zájmu je zřejmý: Média jsou navzdory všem limitům a omezením reklamou přeplněná a množství inzerce vzrostlo natolik, že pro spotřebitele je reálně nemožné důkladně zpracovat a zapamatovat si všechna reklamní sdělení, s nimiž přichází do kontaktu, přemýšlet o výhodách či nevýhodách nákupu všech prezentovaných

produktů (o motivovanosti k tomuto jednání nemluvě). Pro reklamní tvůrce se tak stává významnou metou už jen přitáhnout k prezentovanému produktu pozornost, dosáhnout toho, že dostoupí vědomí a případně se stane předmětem spotřebitelových úvah. Tím je vysvětlitelný zájem o zodpovězení otázek po tom, jak si konzument reklamní podnět prohlíží a čemu ve scéně věnuje zvýšený zájem, jak pozornost zaměřuje a jak ji udržuje nebo naopak ztrácí, v jaké podobě si podnět ukládá do paměti, jak jej v paměti uchovává a z paměti vybavuje, jak lze docílit vytvoření žádoucích asociací s předmětem a zabránit nežádoucím. Podle očekávání může optimalizace těchto úrovní zpracování napomoci zvýšit účinek reklamy na spotřebitele.

Upozadění role vědomého, analytického rozhodování je provázeno nárůstem významu bezprostřední senzorické zkušenosti člověka s předkládaným produktem. Autoři marketingových studií zkoumají působení formálních charakteristik reklamy, jakými jsou v případě tištěné reklamy rozměry, barva, pozice na stránce, množství informace obsažené v reklamě, to, zda reklama obsahuje jména, zda obsahuje slogan, zda je na stránce obrazový prvek. Například úspěšnost rozpoznání již viděné reklamy je podle experimentálních výsledků ovlivněna především rozměry a barevností (Valiente, 1973; Rouse, 1991).

Nejpřímějším způsobem zjišťování, co se při sledování televizní reklamy, reklamy na billboardech nebo ve Zlatých stránkách, při prohlížení regálů v obchodech, návodů nebo cenovek odehrává v myslích spotřebitelů, a tedy ovlivňuje jejich konzumní chování, je podle názoru reklamních tvůrců měření očních pohybů. Podle předpokladu data z očních pohybů poskytují dostatek validních informací k odlišení situace, kdy si konzument klíčového sdělení reklamy pouze všimne, aniž by ho ale více zaujalo, a kdy mu věnuje zvýšenou pozornost; říkají, v jakém pořadí konzument získává informace o produktu či nakolik parametry reklamy jako například její barevnost účinně ovlivňují konzumentovu pozornost (Chandon, 2002). Hlavní sledovanou proměnnou očních pohybů je počet fixací očí na klíčovém místě reklamy, jenž – spíše než délka trvání pohledů – je ve vztahu k množství informace, kterou divák dokáže z reklamy vyčíst. Na základě výsledků marketingových studií se pak formulují doporučení prodejcům: jak rozmísťovat potraviny do regálů v obchodě, kam umístit klíčové sdělení na billboardu atd.

1.2.6 ZRAKOVÉ VNÍMÁNÍ A UMĚNÍ

Od doby, kdy se člověk již nemusí plně soustředit na boj o přežití, svůj čas a zájem věnuje různým kratochvilným činnostem, například poslechu hudby, prohlížení obrazů nebo kulinaření. Všechny tyto aktivity přinášejí prostřednictvím smyslů potěšení a požitek. Neznalost principů fungování smyslů pochopitelně intenzitu dojmů nikterak nesnižuje; jejich znalost nicméně dovoluje zaměřit se na detaily, nahlédnout pozadí vzniku díla, rozpoznat triky a postupy, jež používali tvůrci k navození žádoucího účinku.

Malíři se na obrazech pokoušejí zachytit podobu zobrazené scény, ať už více či méně věrně, doslovně nebo metaforicky, akcentováním příběhu, pocitu nebo symbolu. Téměř vždy ovšem stojí před úlohou přenést prostorové uspořádání objektů v okolním prostředí na plochu plátna. Nás jako diváky jejich díla může v této situaci zajímat, jaké dílčí techniky a postupy k navození prostorového dojmu obrazu používají. Do jaké míry jsou tyto postupy shodné s procesem rekonstrukce trojrozměrného vjemu z dvojrozměrného sítnicového obrazu (viz str. 124)? Jak ovlivňuje přesvědčivost ztvárnění díla využití jiné než lineární perspektivy s promítáním na jeden úběžník, která charakterizuje naše vidění?



Obr. 1.2

(A) *Pieter II. Neefs*: Interiér antverpské katedrály.

(B) *Claude Monet*: Vlajkosláva v ulici Montorgueil.

(C) *Johan Christian Dahl*: Pohled na Drážďany za měsíčního svitu.

(D) *Jan Vermeer*: Dáma píšící dopis se svojí služebnou.

Jakou roli při tvorbě mají – nebo spíše v dřívějších dobách měly – optické instrumenty jako camera obscura nebo camera lucida (Hockney, 2003)? Malíř pomocí barev a kompozice objektů na obraze může vytvořit přesvědčivou iluzi prostoru (viz obr. 1.2a), ale také pohybu (viz obr. 1.2b), střídání dne a noci (viz obr. 1.2c) nebo třeba světla proudícího do pokoje (viz obr. 1.2d).

Vnímání plošných obrazů má oproti vnímání prostorové skutečnosti řadu odlišností, které mimo jiné způsobují, že mnohé percepční jevy nalezneme pouze při vnímání obrazů a jiné zase jen při vnímání plastické reality. Vnímání obrazů ozvláštňuje nemožnost měnit úhel pohledu při sledování scény, fakt, že tato scéna promítá do levého i pravého oka stejný obraz, nemožnost použití akomodace a souběhu očí jako informačních zdrojů (viz str. 141), viditelnost rámu a okrajů obrazu (Goldstein, 2001).

1.3 NĚKTERÉ OBEČNÉ VLASTNOSTI ZRAKOVÉHO VNÍMÁNÍ

Vraťme se k úvodním řádkům knihy, k vymezení zrakového vnímání jako komplexního procesu zpracování a interpretace podnětové informace. Tuto stručnou charakteristiku se v následujícím textu pokusíme rozvést, opatřit přívlastky a doložit na příkladech. Zaměříme se na obecné znaky vnímání, které v podmínkách naší existence slouží jako adaptivní, pro život nezbytné mechanismy, laicky nicméně nejsou příliš reflektovány. Zbývající část kapitoly bude strukturována ve shodě s těmito vlastnostmi a postupně se zmíníme o informačních limitech lidského zrakového systému, o vlastnostech sítnicového obrazu, zejména jeho mnohoznačnosti, a postupech vedoucích k jeho zjednoznačnění, o důležitosti změny při zpracování zrakového podnětu a konečně o úloze pozorovatele jako bytosti s jedinečnou biologickou predispozicí a specifickou životní zkušeností.

1.3.1 INFORMAČNÍ LIMITY ZRAKOVÉHO SYSTÉMU

Mnohé z existujících forem energie se šíří prostředím, a mohou se tak dostávat do kontaktu s naším tělem. Tyto energie nesou potenciální informaci o vlastnostech okolního světa. Naprostou většinu z nich ovšem lidské smysly nezaregistrují, protože signál je obsažen v energii, k jejímuž zachycení a dekódování nemáme patřičnou senzorickou výbavu, jako třeba v rentgenovém záření nebo ve vysokofrekvenčním záření spojeném s nukleárním štěpením, případně je mimo detekovatelné pásmo. V důsledku to znamená, že převážnou část toho, co se odehraje ve světě, vůbec nezaznamenáme, nemáme možnost o tom přemýšlet ani se podle toho zachovat. Skutečně naše chápání světa i naše existence v něm jsou spjaty s informacemi, které naše smysly přijímají z okolního prostředí. A ty se mezidruhově mohou významně různit. Každý živočišný druh tím, že je vybaven druhově specifickým smyslovým aparátem, žije v jiném senzorickém světě, ze kterého jsou příslušníci jiných druhů do jisté míry vyloučeni (Hughes, 1999). Abychom mohli získat určitou představu, o co my lidé jako jeden jediný z mnoha živočišných druhů kvůli limitům naší senzorické výbavy přicházíme, popišme si nyní několik příkladů senzorických schopností, které – jakkoliv nám mohou připadat zvláštní a těžko představitelné – jsou pro řadu živočichů naprostou samozřejmostí, ba přímo životní nutností.

Netopýři k orientaci v prostředí používají biosonar, navigační systém, který jim v přitmí jeskyně i v otevřeném prostoru účinně nahrazuje zrak. S jeho pomocí jsou schopni s naprostou jistotou ve tmě létat prostorem, objevit, pronásledovat a ulovit kořist, najít vlastní mláďata. Netopýr za letu vydává ústy nebo nosem (vrápenec) vysokofrekvenční signál, který se jako zvuková vlna šíří prostředím a po odrazu od překážky nebo od kořisti je zpětně zachycen. Podle času, který uběhne mezi vysláním a příjmem odraženého signálu, dokáže netopýr odhadnout vzdálenost zaměřeného objektu (zdroje echa), podle intenzity ozvěny pak jeho velikost a podle měnící se frekvence směr pohybu. Ve srovnání se zrakem, který ovšem netopýr v omezené míře také používá, není vjem prostřednictvím echolokace v čase souvislý, ale sekvenční (v průměru deset až dvacet přijatých signálů za sekundu), prožitkově může připomínat stroboskop. Takto získaný „obraz“ prostředí nadto není spojitý ani prostorově, protože netopýr zachycuje nezakreslenou ozvěnu jen z povrchů, které jsou orientované kolmo ke směru vyslaného signálu. Navzdory zmíněným

omezením biosonaru je trajektorie pohybu netopýra při lovu prakticky shodná s pohybem ptáka spoléhajícího na zrak (Jones, Holderied, 2007), takže můžeme tvrdit, že u netopýra se echolokace vyvinula v mocný prostředek řízení pohybu. Vedle netopýra na echolokaci spoléhají i mořští savci (kytovci) jako delfín, vorvaň nebo běluha. A k velmi hrubé orientaci může sloužit i člověku, což si lze snadno ověřit. Když půjdete se zavázanýma očima proti domu stojícímu na otevřeném prostranství a budete si pískat, pravděpodobně se mu vyhnete (Šizling, 2004). V běžném životě ovšem pro tuto schopnost nenalezneme praktické využití. Podstatně významnější roli hraje vnímání předmětů podle odrazu zvukových vln v životě slepců, kteří prostřednictvím echolokace dokážou rozpoznat přítomnost překážek, jež jim stojí v cestě, i jejich přibližnou velikost (Kellogg, 1962). Někteří z nich s pomocí echolokace dokonce zvládnou vykonávat komplexní pohybové aktivity. Nedávno byl medializován případ slepého černošského teenagera Bena Underwooda, který se pohyboval v prostředí za pomoci mlaskání jazykem, což mu umožňovalo jezdit na kolečkových bruslích, na skateboardu nebo lézt po stromech.

Biosonar není jediným zvláštním, pro člověka obtížně představitelným zdrojem senzorických informací, který je v přírodě k nalezení. Pro mnoho zvířat je například základním orientačním smyslem při pohybu magnetický kompas. Schopnost vnímat magnetické pole Země a jeho změny je důležitá hlavně pro migrující živočichy (tažné ptáky, některé motýly, lososy, velryby, mořské želvy). Právě díky ní se dokážou vracet domů, a to i z míst, kde předtím nikdy nebyli. Magnetický kompas ovšem, zdá se, využívají například i včely při stavbě pláství, podzemní hlodavci při hrabání tunelu, pasoucí se krávy nebo lovící lišky. Migrující zvířata mohou z geomagnetického pole extrahovat dva typy informací: určení polohy severního a jižního magnetického pólu jim poskytuje směrovou informaci a umožňuje udržet kurz, naproti tomu z intenzity a sklonu siločar, které se v různých místech zemského povrchu liší, usuzují na momentální polohu vzhledem k destinaci (Johnsen, Lohmann, 2005). Při navigaci se neřídí jen informacemi z magnetického pole, údaje získané tímto smyslem kombinují s dalšími údaji získanými z postavení Slunce či Měsíce nebo měření polarizované roviny světla.

Paúhoř elektrický je sladkovodní dravá ryba, která vyhledává svoji kořist v kalných vodách, kde žije, nikoliv zrakem (ten má zakrnělý), ale s pomocí elektrických impulzů, jež kolem sebe šíří. Voda je vysoce elektricky vodivá, takže na základě informace o narušení elektrického pole se paúhoř dozví o přítomnosti potenciální kořisti a dokáže určit její velikost a vzdálenost. Následně ji omráčí nebo usmrtí vysláním silného elektrického výboje. Většina zvířat obdařených elektroeceptory (žralok, rejnok, úhoř, ptakopysk) ovšem sama elektrické impulzy negeneruje, pouze je schopna zachytit slabé bioelektrické pole vznikající při pohybu všech živých tvorů a vyhodnotit, z jakého místa v prostoru přichází. Tento rozdíl mezi aktivní a pasivní elektorecepcí je analogický rozdílu mezi sonarem a sluchem, kdy sluch je pasivním smyslem tím, že pouze přijímá akustickou energii produkovanou externím zdrojem, zatímco sonar zachycuje zvuky, které živočich sám vydává (Hughes, 1999).

Chřestýši, hroznýši a krajty jsou vybaveni receptory na vnímání tepla, umístěnými v jamkách po obou stranách hlavy mezi očima a nozdrami. Díky nim jsou schopni – zejména v malých vzdálenostech – detekovat teplotní rozdíly v řádu setin až tisícín stupně Celsia a určit směr, z něhož teplo přichází. Tento orgán je tak velice účinným pomocníkem zejména při nočním lovu malých teplokrevných obratlovců, kteří jsou nejčastější hadí kořistí (Newman, Hartline, 1981).



Obr. 1.3 Člověk svými smysly dokáže zachytit a dekodovat signál obsažený jen v některých z existujících forem energie, které nesou potenciální informaci o okolním prostředí. Řada zvířat může s pomocí echolokace, magnetorecepce, elektrorecepce či termorecepce vnímat pro člověka nedostupné podněty.

Příklad termorecepce nás vrací zpět ke zraku, protože radiace se šíří prostředím ve formě elektromagnetické energie, v pásmu spektra nazývaném infračervené. Lidské vidění je omezeno jen na velmi úzké pásmo elektromagnetického záření (viz obr. 2.2) a podobně jako není pravda, že jediné vnímatelné (a tím pádem informativní) jsou ty formy energie, které dokážeme my lidé svými smysly zachytit a dekodovat, stejně tak neplatí, že rozsah elektromagnetické energie vnímatelný člověkem je mezidruhově univerzální. Vedle živočichů vybavených receptory k vnímání infračerveného záření najdeme i živočišné druhy schopné vidět v pásmu ultrafialových vln. Například včela medonosná vidí na květech, které nám i naprosté většině živočichů připadají barevně jednolitě (např. žluté), dramatické barevné vzory (viz obr. 1.4). Těmi květina zvyšuje pro opylovače svou atraktivitu a pomáhá jim ke snazšímu nalezení nektaru. Skutečně, barvy nešlechtěných květin se nevyvinuly kvůli člověku a jeho estetickému požitku ani aby přilákaly zájem býložravců, ale především z důvodu zvýšení šancí na opylení, k čemuž jsou znaky v ultrafialovém pásmu spektra zřejmou evoluční výhodou. (Lze samozřejmě spekulovat, zda se nejedná spíš o koevoluci, kdy se citlivost včelího oka postupem doby měnila spolu se zbarvením květin.) Podobně jsou ultrafialové záření schopni vnímat někteří ptáci a tato schopnost jim efektivně pomáhá při námluvách i shánění potravy. Například zbarvení peří mladého a starého samce slavíka modráčka se liší v ultrafialovém pásmu, stejně jako barva samce a samičky sýkory modřínky, která je v nám viditelném pásmu spektra stejná (Hausmann,

Arnold, Marshall, Owens, 2003). Poštolce zase při hledání kořisti pomáhá sledování močové stopy, kterou za sebou zanechávají hlodavci a která obsahuje látky viditelné v ultrafialovém pásmu (Viitala, Korpimäki, Palokangas, Koivula, 1995).

Lidské zrakové vnímání je vedle frekvenčního rozsahu viditelného světla výrazně omezené i ve svém časovém rozměru: Člověk rozliší nanejvýš dvacet až třicet po sobě jdoucích obrazů za sekundu; při vyšší rychlosti nám obrazy začnou splývat a začneme je vnímat jako pohyb. Nespojitosť vnímání je dána dobou regenerace fotopigmentu (rodopsinu) následující po každé absorpci fotonů. V jejím průběhu statický obraz zůstává „viset“ na sítnici a nevidíme změny, ke kterým zatím v zorném poli dochází. U ptáků a zejména u létajícího hmyzu dochází k obnovení aktivity podstatně rychleji (Tansley, 1965), a tak každý následný obraz zachytí a zpracují mnohem dříve než člověk a vůbec všichni savci. Obvyčejná moucha rozliší dvě stě padesát až tři sta obrazů za sekundu. To znamená, že film promítaný v kině na plátno moucha pravděpodobně uvidí jako sled jednotlivých diapozitivů prokládaných černým obrazem a let prostorem osvětleným zářivkou pro ni bude zážitkem podobným jako pro nás diskotéka se stroboskopickými efekty (Bodanis, 1986). Vyšší obnovovací aktivita rodopsinu má nicméně ještě jiný, pro přežití mnohem podstatnější důsledek. Moucha na rozdíl od nás dokáže fúzovat postupné sítnicové obrazy i při velmi rychlém pohybu, který tak dokáže vnímat ostře, nerozmazaně. Díky tomu má větší šanci, že včas uletí před blížícím se nebezpečím (plácačkou nebo hladovým ptákem), a díky tomu také musí samec dokázat kopírovat trajektorii letu samičky, a dokonce se s ní za letu pářit (Zeigler, 2007). Senzitivita k pohybu je pro rychle a složitě se pohybující živočichy klíčová.

Uvedené příklady „senzorické exotiky“ (Hughes, 1999) ilustrují první obecný znak vnímání, kterým je **omezený přístup k informacím z prostředí**. Lidské smysly nezachytí informace z magnetického pole Země ani efektivně nevyhodnotí ozvěnu, podobně lidský zrak nedovolí vnímat podněty příliš intenzivní (Slunce) ani slabé (zbytkové světlo), nízkopásmové (UV záření) ani vysokopásmové (IR záření), příliš rychlé (vystřelený puk) ani pomalé (pohyb hodinové ručičky). Nakolik nás ale tato omezenost v našem životě handicapuje? V čem by byl náš život lepší kupříkladu s rentgenovými očima?

Představa dokonalé senzorické výbavy může znít pro mnohé z nás lákavě. Vzbuzuje totiž naději, že takto vybaveni budeme schopni o světě zjistit všechno do nejmenšího



Obr. 1.4 Lidský zrak má omezený rozsah citlivosti. Včela vidí v pásmu ultrafialových vln, moucha rozliší až 300 obrazů za sekundu.

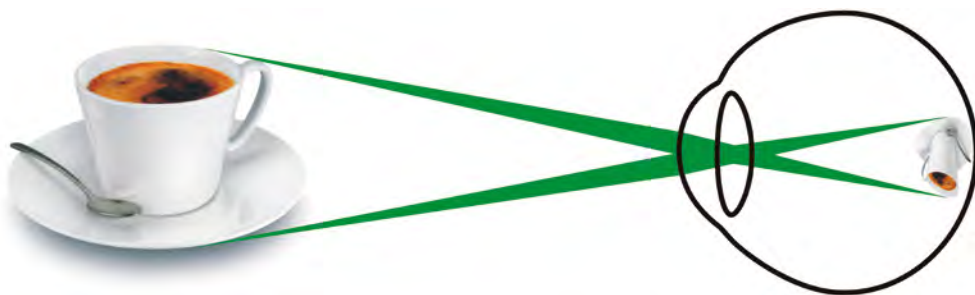
detailu a s naprostou spolehlivostí, anebo alespoň díky nově nabytým smyslům poznat skutečnost v nových, dosud netušených souvislostech. Znamená ale každé „rozšíření obzorů“ umožněné senzorickou výbavou bez omezení pro náš život automaticky výhodu? Připusťme na chvíli možnost genetické modifikace a pokusme se představit si, jaké uplatnění by v životě člověka mohla najít nějaká nově nabytá smyslová modalita, nejlépe ve srovnání s živočichem, pro něhož je klíčovým zdrojem informací. Již jsme zmiňovali, že netopýrům při pohybu v jeskyni účinně pomáhá biosonar. Jeskyně se vyznačuje vysoce nepravidelnými liniemi, značnou tvrdostí povrchu skály a tím, že je zde zpravidla tma. Informace z ozvěny je pro detekci potravy nebo překážky ve směru letu dostačující, a přichází navíc ve vyhovujícím formátu. Biosonar se hodí k rychlé a hladké navigaci prostředím, které sice může být tvarově komplexní jako jeskyně, nicméně používané pohybové vzorce se opakují. Naproti tomu pohyb v umělém prostředí lidských sídel předpokládá zapojení rozmanitých, vesměs specifických, účelových vzorců, pro něž by informace získaná biosonarem byla příliš hrubá. Všimněme si, nakolik je v tomto ohledu pohyb v jeskyni snazší ve srovnání třeba s pohybem v budově, kde je potřeba měnit a upravovat pohybové vzorce podle toho, zda zrovna jdeme po schodech, vystupujeme z páternosteru nebo se vyhýbáme ve dveřích. A právě vzhledem k mnohosti používaných pohybových vzorců, různících se podle prostředí a druhu prováděné aktivity, nelze předpokládat, že by zapojení „jednorozměrného“ biosonaru účelnost našeho jednání zvýšilo. Naštěstí nežijeme v přítmí jeskyně, v hlubině oceánů či kalné říční vodě, nepozorujeme svět z blízkosti země ani z obrovské výšky, a nevzniká tak evoluční tlak na doplnění či přímo nahrazení zraku. K uplatnění zrakové modality máme ideální podmínky, a to i z toho důvodu, že prostředí lidských sídel jsme konstruovali tak, aby se přizpůsobilo vlastnostem našeho zraku.

Žádné výrazné změny k lepšímu neslibuje ani úprava a vylepšení smyslů stávajících. Dokonce rizika a nebezpečí takového podniku převažují a jsou pro kvalitu našeho života závažnější. Při perfektním sluchu bychom měli problém usnout i v té nejtišší místnosti, při mikroskopicky detailním zraku bychom pro samý detail nedokázali vidět objekty v jejich celosti a ztratili bychom tak pojem o jejich podobě a užití (podobně jako ho ztrácíme při prohlížení obrazu zblízka). Enormní množství zpracovávaných informací by nadto vedlo k neustálému přetěžování organismu. Zdá se proto, že dar superiorních smyslů by člověku žádné zkvalitnění života nepřinesl. Tím, že ho není možné kognitivně, a v důsledku ani emočně zpracovat, by spíše ohrožoval naši existenci.

Úvahu na téma informační omezenosti smyslů uzavíráme tím, že stávající podoba vnímání je produktem evoluce. Smysly jednotlivých živočišných druhů se vyvinuly tak, aby pomáhaly v přežití (orientaci v prostoru, nalezení vhodné potravy či partnera k rozmnožování). Vnímání rozhodně není dokonalé, ale ani by takové být nemělo. Chyby a nepřesnosti, kterých se při vnímání dopouštíme, jsou vesměs adaptivní, získávání důležitých informací o okolním světě nijak nebrání (Gigerenzer, 2005; Šíkl, 2008; Šimeček, Šíkl, 2010a, 2010b). Naše smysly jsou optimalizovány vzhledem k podmínkám, ve kterých žijeme, a dokážou právě to, co od nich potřebujeme. Mezi dispozicemi jedince a nároky na zpracování v dané situaci je dobrá shoda. Proto jsou také smysly daného živočišného druhu vyladěny vždy jen k těm formám energie a k tomu pásmu jejich hodnot, které jsou pro život nejvýznamnější. A je tak docela pravděpodobné, že vylepšená senzorická výbava by k vyšší přizpůsobivosti nevedla.

1.3.2 MNOHOZNAČNOST SÍTNICOVÉHO OBRAZU A POSTUPY VEDOUcí K JEHO ZJEDNOZNAČNĚNÍ

Omezení týkající se využití potenciálně informativních druhů energií nejsou jediným informačním omezením, s nímž se musí člověk při poznávání okolního světa vyrovnat. Proces zrakového vnímání začíná promítnutím sledované scény do oka, přesněji na sítnici pozorovatele. Sítnicový obraz poskytuje jedinou vstupní informaci o podobě sledovaného podnětu a právě na základě tohoto obrazu si vytváříme výsledný vjem. Potíž je v tom, že nazývat projekci vnějšího světa na plochu sítnice obrazem je silně zavádějící metafora. Sítnicový obraz se obrazu tak, jak si ho můžeme představovat (viz obr. 1.5), příliš nepodobá. Ve skutečnosti je určen distribucí dopadajícího světla na projekční ploše oka, světelnými znaky různící se intenzity. Vedle své „podoby“ má sítnicové zobrazení podnětu oproti podnětu samotnému ještě řadu dalších odlišností (viz tab. 1.1), které v součtu způsobují, že parametry podnětu jsou na sítnici nedourčeny. To znamená, že každý jednotlivý obraz odpovídá bezpočtu možných reálných podob, a není proto možné jej přímo a jednoznačně vyhodnotit. Naš zrakový systém nemá žádný univerzální nástroj na výběr té správné interpretace promítnutého obrazu (a v mozku nesedí žádný monitorující homunkulus), při rekonstrukci reálné podoby světa ovšem zapojuje řadu postupů a způsobů „opracování“ sítnicového obrazu, vedoucích ke zjednoznačení vjemu. Tyto postupy pomáhají strukturovat a dotvořit vstupní údaje o podnětu tak, aby lépe vyhovovaly struktuře lidské mysli



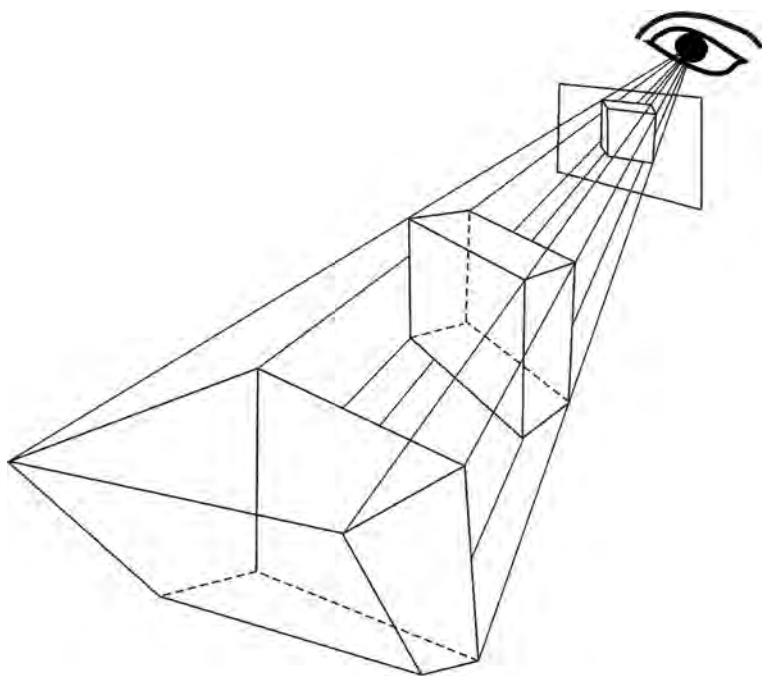
Obr. 1.5 Při promítnutí sledovaného podnětu na plochu sítnice dochází k převrácení a zmenšení jeho obrazu. Promítnutý obraz se nicméně spíše než plnobarevnému, strukturovanému obrazu ve skutečnosti podobá mozaice světlých a tmavých ploch.

Tab. 1.1 Co odlišuje promítnutý obraz od reálné podoby podnětu

Rozměr	Sítnicový obraz je v naprosté většině případů zmenšený.
Orientace	Sítnicový obraz je stranově a výškově převrácený.
Počet	Jedna skutečnost se zobrazuje na sítnici dvou očí.
Dimenze	Struktura objektu a jeho umístění v prostoru jsou definovány pomocí tří dimenzí; při projekci na plochu sítnice k popisu prostorových vztahů musí stačit dvě dimenze. Z tohoto faktu nutně plyne mnohoznačnost každého sítnicového obrazu.
Distorze	Sítnicový obraz je z důvodu zakřivení projekční plochy sítnice deformovaný.

a aby bylo možné je smysluplně interpretovat. Vedle toho samotný proces rekonstrukce podoby podnětu z plochy sítnice urychlují, zvyšují předvídatelnost podoby vjemu a šetří energii. Představme teď blíže některé z postupů.

Již jsme zmiňovali, že každý jednotlivý sítnicový obraz je mnohoznačný, tedy že může být zobrazením různých variant či podob skutečnosti (pro ilustraci viz obr. 1.6). Ne všechny podoby ale mají stejnou šanci stát se vjemem. Do procesu vnímání zapojujeme postupy napomáhající „odfiltrování“ všech nepravděpodobných, byť stále geometricky přípustných podob sledovaného podnětu a vedoucí k výběru podoby nejpravděpodobnější. Při tom se řídíme internalizovanými **předpoklady o vlastnostech vnímaného prostředí**. Tyto předpoklady jsou odrazem našich zkušeností se světem a jeho vlastnostmi, jsou v nich obsaženy nejrůznější vysledované environmentální pravidelnosti a zákonitosti. Klíčový vliv na vnímání mají především dva principy: První bývá v literatuře nazýván princip úspornosti (*minimum principle*), druhý princip obvyklosti (*likelihood principle*). Princip úspornosti vede pozorovatele k výběru co možná nejjednodušší interpretace; princip obvyklosti pak k výběru takové interpretace, která je v souladu s jeho dřívější zkušeností. Jinak řečeno, pozorovatel se spontánně přiklání k interpretacím, podobám světa, které už z dřívější zkušenosti zná nebo které alespoň nesou některé známé charakteristiky. A současně přirozeně preferuje interpretace s nejlepším tvarem (*Prägnanz*), nejsnáze popsatelné, popřípadě nejsnáze zpracovatelné (Hatfield, Epstein, 1985; van der Helm,



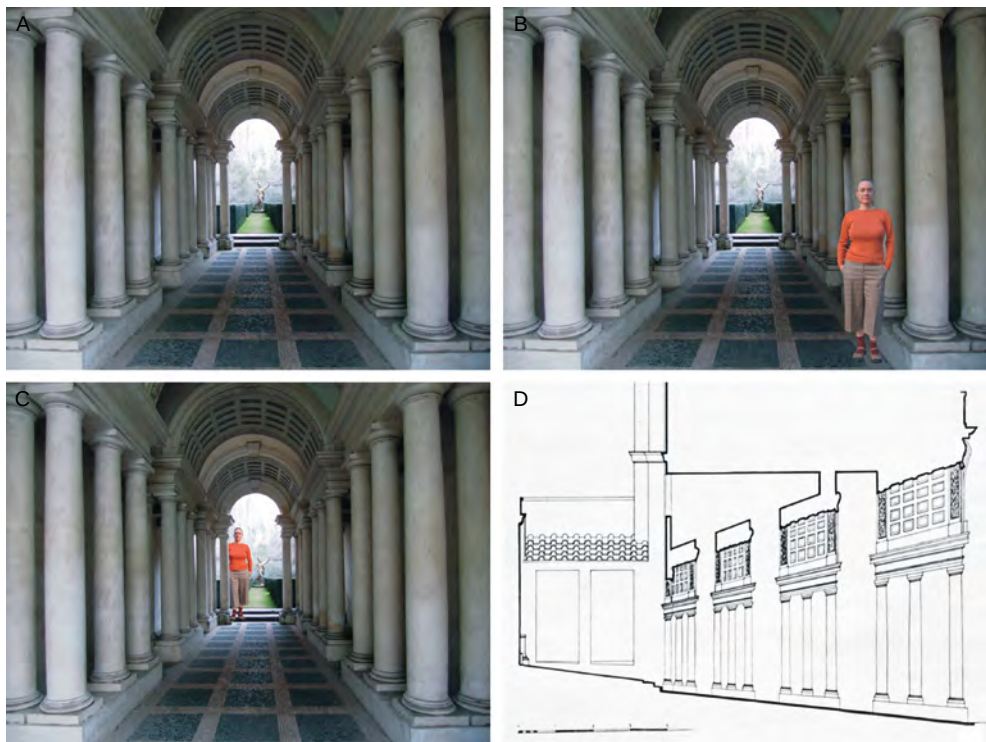
Obr. 1.6 Podoba promítnutého obrazu je dána kombinací velikosti, vzdálenosti a orientace sledovaného podnětu. Z tohoto důvodu mohou stejný obraz promítat na sítnici různé objekty a současně tentýž objekt se v různých situacích zobrazí na sítnici pokaždé jinak.

2000; Pizlo, 2001; Feldman, 2009). Zakomponováním principu úspornosti a obvyklosti do procesu interpretace sítnicového obrazu se pro pozorovatele vnímaná scéna jako celek i vztahy mezi objekty ve scéně stávají přehlednějšími a předvídatelnějšími a tím je snazší i celé percepční zpracování.

Ačkoliv v běžných situacích spontánně preferujeme jednoduché a obvyklé interpretace, nezdá se, že bychom touto paušální volbou výrazněji chybovali. Objekty i jejich kompozice takové skutečně bývají. Tvarově nejjednodušší interpretace v naprosté většině případů v civilizovaném světě vyplněném rovnoběžkami a pravými úhly bývají adekvátní volbou. Podobně adaptivní jsou při vnímání předpoklady týkající se zachování velikosti a tvaru pohybujícího se podnětu (předpoklad rigidity), zachování gradientu (např. textury, souběhu linií nebo rozostřování kontur) s rostoucí vzdáleností, předpoklad jediného světelného zdroje nasvěčujícího scénu shora nebo třeba kompozice úst, nosu, očí a uší v rámci obličeje (viz str. 194). Vzácně může nastat situace, kdy tou správnou není nejjednodušší a nejobyčejší interpretace – především při cílených počítačových nebo uměleckých manipulacích. K takovým podnětům jsme pak sníženi senzitivní, resp. v důsledku vytrvalého preferování jednoduché a osvědčené interpretace se snadno můžeme dopustit chybného vjemu (viz obr. 1.7, obr. 4.3a–f a obr. 4.21; pro detailnější popis viz Šimeček, Šíkl, 2010b).

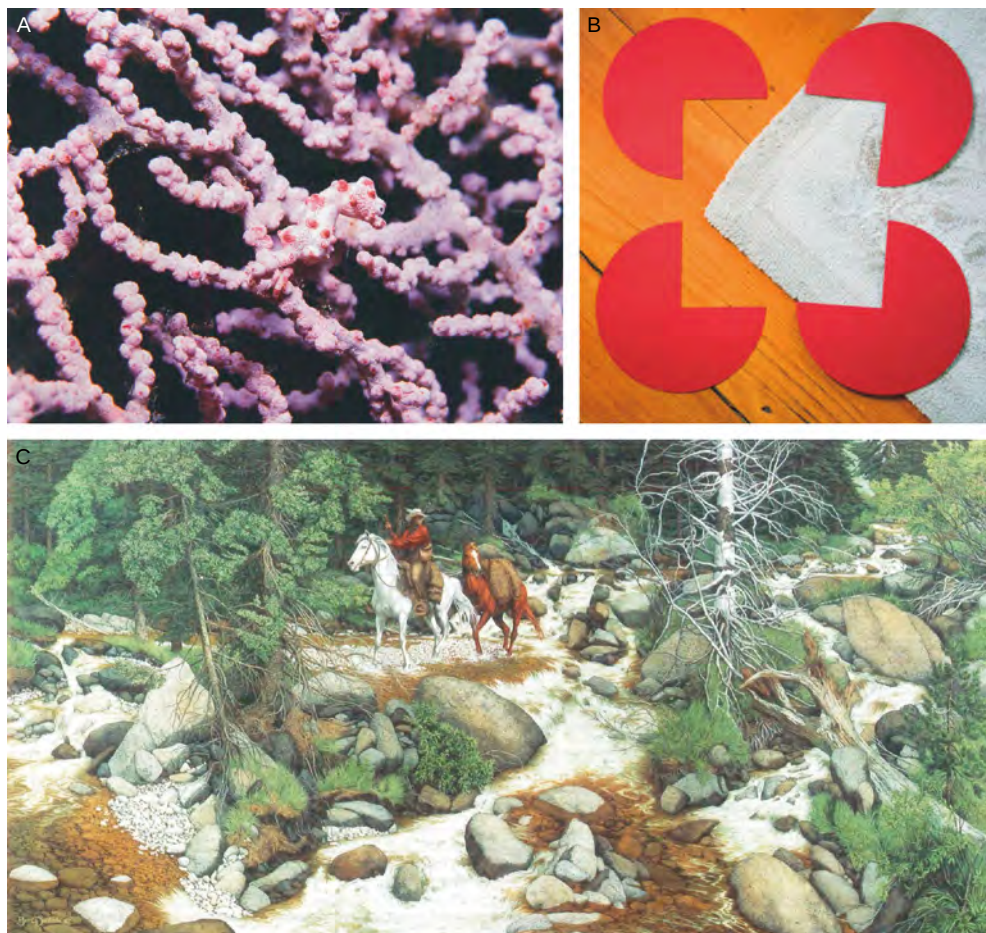
Podobně užitečným usnadněním procesu vnímání je strukturování prvků zorného pole podle principů percepční organizace formulovaných gestalt psychologii (Wertheimer, 1923). Ve vztazích mezi prvky spontánně hledáme a nacházíme shody a podobnosti, které nám naznačují, že některé prvky přináležejí k sobě, jsou součástí jediného, distinktivního objektu nebo jiného sémantického celku (např. město). Naopak prvky bez souhlasných vlastností k sobě nejspíš nepatří, a v rámci stejného celku je proto vnímat nebudeme. Díky tomu vidíme okolní svět jako komplexní scénu tvořenou oddělenými objekty nebo skupinami objektů spíše než jako nepřehlednou mozaiku základních stavebních prvků sítnicového obrazu. Elementárním aktem **percepční organizace** je vyjmutí informačně nosného a subjektivně významného celku (figury) z méně zajímavého zbytku zorného pole (pozadí). Proces organizace napomáhající odstranění mnohoznačnosti sítnicového obrazu je nicméně mnohem komplexnější. Podle principů percepční organizace spontánně seskupujeme, máme tendenci vidět jako patřící k sobě zejména takové prvky, které jsou blízko u sebe, které mají shodné vlastnosti (tvar, barvu, rychlost a směr pohybu) a které dohromady tvoří uzavřený celek (detailnější popis principů nabízíme v kapitole 5). Díky tomu dokážeme při vnímání interpretovat i scény, jejichž senzorické informace jsou neúplné či podstatně deformované. Například při pohledu přes okenní žaluzie do zahrady se nám obraz větví a koruny stromu rozpadá na sadu horizontálních pruhů, my si ale přesto odpovídající části větví prosvítající v sousedních pruzích v mysli spojujeme. Navíc doplňujeme zakryté části stromu, a vidíme tak větve a vůbec celý strom jako souvislý, od okolí oddělený objekt. Viditelné části větví se totiž objevují na podobných nebo předvídatelných místech v sousedních pruzích, mají stejnou barvu, texturu a hloubku, ve větru se společně ohýbají atd.

V podmínkách ztěžujících úspěšnou percepční organizaci se snižuje senzitivita zrakového systému a narůstá chybovost. Tak je tomu v případě značné podobnosti vlastností figury a okolního prostředí (viz obr. 1.8a), v situacích, kdy kompozice prvků pozadí navozuje dojem existence reálně neexistující figury (viz obr. 1.8b), případně když je možné seskupovat prvky viděné scény více než jedním způsobem (viz obr. 1.8c).



Obr. 1.7 Kolonáda v paláci Spada v Římě, která je dílem Francesca Borrominiho, je ukázkou použití tzv. vnucené perspektivy, kdy mírným sbíháním ohraničujících linií a zkracováním architektonických článků je dosaženo dojmu větší vzdálenosti, a tím i velikosti objektů. Při pohledu na sochu válečníka, k němuž sloupoví směřuje, snadno můžeme podlehnout klamu a odhadovat, že socha je zhruba životní velikosti (A). Tento odhad bude ještě podpořen umístěním postavy, tj. objektu známé velikosti, na počátek kolonády (B). Teprve uvidíme-li postavu na konci kolonády, rozpoznáme skutečné rozměry sochy (C). Neobvyklé architektonické řešení kolonády je znázorněno na náčrtku (D). Jeho zvláštností, a pravou příčinou klamového účinku u pozorovatele, je to, že při určitém úhlu pohledu promítá kolonáda na sítnici pozorovatele stejný obraz, jako kdyby byla konstruována obvyklým způsobem (tj. rovnoběžnost stěn, pravidelný rytmus sloupů, zachovaná výška sloupů). Při vnímání dané kompozice pozorovatel spontánně upřednostňuje jednoduché a obvyklé řešení.

Jiným procesem usměrňujícím interpretaci zpracování sítnicového obrazu je **kategorizace**. Kategorizace vede k rozdělení spojitého pásma hodnot, kterých mohou nabývat různé percepční kvality podnětu, do menšího počtu oddělených intervalů. Ukázkovým příkladem kategorizace je vnímání barev: Viditelná část spektra je tvořena kontinuem vlnových délek od 370 do 730 nm. Člověk přesto v tomto pásmu nevnímá nekonečný počet, ale pouze sedm spektrálních barev. Pro potřeby lidského života je vhodné informaci o barvě sledovaného objektu přiřadit k určité kategorii a sedm kategorií spektrálních barev, zdá se, k tomuto účelu plně postačuje. V důsledku kategorizace specifických podnětových hodnot pochopitelně narůstá schematičnost vnímání, vjem do jisté míry ztrácí jedineč-



Obr. 1.8 Selhání při percepční organizaci vede k chybnému výslednému vjemu, který může mít podobu skryté figury v pozadí (kamoufláž; A), vnímání neexistující figury (subjektivní kontury; B) anebo nejednoznačného vztahu mezi figurou a pozadím (reverzibilní figura; C).

nost a novost. Vyvažujícím pozitivním efektem je však zjednodušení procesu interpretace sítnicového obrazu a zvýšení předvídatelnosti podoby vjemu. Dalším průvodním jevem kategorizace je nestejná citlivost k podnětu v rámci jedné a naopak mezi dvěma kategoriemi (Harnad, 1987): Abychom určili dva podněty jako nestejné, musí se jejich hodnoty (např. vlnová délka) více vzájemně odlišovat, pokud se jedná o zástupce stejné kategorie (např. modrá barva), než když spadají do rozdílných kategorií (např. modrá a zelená barva). Vedle vnímání barev (Bornstein, Korda, 1984; Pilling, Wiggett, Özgen, Davies, 2003; Winawer, Witthoft, Frank et al., 2007; Roberson, Pak, Hanley, 2008) nalezneme doklady zvýšené rozlišovací schopnosti na pomezí kategorií i při percepčním hodnocení identity tváří (Beale, Keil, 1995; Campanella, Hanoteau, Seron et al., 2003), emočního výrazu (Etcoff, Magee, 1992; Calder, Young, Perrett et al., 1996), rasy (Levin, Angelone, 2002) a pohlaví (Bülthoff, Newell, 2004).

Podoba sítnicového obrazu se v čase a v prostoru neustále proměňuje. Prakticky v žádných dvou situacích není distribuce světla dopadajícího do oka zcela stejná. Podobu sítnicového obrazu vedle inherentních vlastností podnětu (barva, velikost, tvar) významně ovlivňují také situační faktory, podmínky, za nichž vnímání probíhá. A právě ty mají na proměnlivosti promítnuté podoby největší podíl. Při každém pohybu očima, hlavou, tělem, při změně pozice sledovaného objektu, při změně natočení objektu vůči ose pohledu, při změně světelných podmínek dochází k dramatickým proměnám sensorické informace. Tím mizí i možnost sítnicové parametry přímo a jednoduše vyhodnocovat, protože vliv obou zdrojů na výslednou podobu projekce nelze oddělit. Pokud bychom nicméně na toto oddělení rezignovali a interpretovali sítnicový obraz „doslovně“, viděli bychom předměty zvětšovat se s tím, jak se k nám blíží, s každou změnou perspektivy by měnily tvar, jejich barva by nám připadala jiná venku a v místnosti, v poledne a za soumraku. Naštěstí náš zrakový systém dokáže „rozklíčovat“ a vyhodnotit širokou varietu podob zobrazení konkrétního podnětu, včetně velmi výrazných deformací, a nehledě na měnící se podmínky pozorování jej reálně vidíme jako stále stejný. Tento adaptační mechanismus vnímání se nazývá **konstantnost** a pro naše přežití je zcela nepostradatelný. Ve srovnání se vstupní sítnicovou informací je výsledný vjem mnohem stabilnější. Vidíme, že odcházející lidé se navzdory čím dál menšímu obrazu nezmenšují, hodiny na zdi nehledě na eliptický tvar zobrazení při podhledu zůstávají kruhové, zdi, stoly, okenní rámy nepřestávají být pravoúhlé, jablko utržené ze stromu poznáme i večer ve svitu žárovky, přijíždějící auto nejede rychleji než odjíždějící atd.



Obr. 1.9 Příklady konstantnosti vnímané velikosti (A), vnímaného tvaru (B) a vnímané barvy (C).

Jak ale při vnímání dokážeme „správnou“ barvu, velikost nebo tvar poznat? Daří se nám nějak ze vstupních hodnot odfiltrovat podíl všech situačních (extrinseických) faktorů, nebo spíš složené senzorické informace přeskálujeme? Pravděpodobnější se zdá být druhá alternativa. Užitečnou, stabilizující informaci přináší pozorovateli zejména kontext: Sítnicové parametry sledovaného podnětu může pozorovatel efektivně škálovat na základě jejich srovnání s parametry objektů, jejichž obraz se promítá do sousedních oblastí na sítnici, a toho, jak se tyto poměrné hodnoty proměňují při změně podmínek. Do jisté míry napomáhá i naše životní zkušenost s daným objektem: Ze zkušenosti například dobře víme, že jablko není šedivé ani v noci a že lidé, pokud právě nejsou v Amesově pokoji (viz str. 147), nemění svoji velikost. Vedle těchto obecných společných prvků se nicméně zdá, že náš zrakový systém dospívá ke konstantnosti jednotlivých percepčních kvalit (barva, tvar, hloubka, pohyb) vždy za použití trochu jiných mechanismů (Walsh, Kulikowski, 1998). V těch vzácných situacích, kdy je vyloučena možnost sítnicové hodnoty efektivně škálovat, konstantnost selhává. Objekty, které nevidíme v kontextu jiných blízkých předmětů, a to nejlépe objektů známé velikosti, můžeme vnímat jednak velmi zkresleně a jednak dosti proměnlivě v závislosti na podmínkách. Při sledování noční oblohy tak snadno můžeme podlehnout klamu, že Měsíc nad obzorem – obzvlášť je-li v úplňku a my máme výhled daleko do kraje – je větší než o pár hodin později tentýž Měsíc v nadhlavníku (Kaufman, Rock, 1962; Hershenson, 1989; Ross, Plug, 2002).

1.3.3 ZMĚNA A JEJÍ VÝZNAM PŘI ZRAKOVÉM VNÍMÁNÍ

Při vnímání přirozeně vycházíme z toho, že okolní svět nemá žádnou v čase zakonzervovanou podobu, kterou se pokoušíme jednou provždy poznat, ale naopak se neustále proměňuje, a to plynule. Objekty v prostředí průběžně mění svou pozici, stejně tak i pozorovatel se pohybuje, celým tělem nebo třeba jen hlavou. Důsledkem je průběžná proměna promítnutého sítnicového obrazu podnětu. Při popisu konstantnosti vnímání v předešlých odstavcích jsme uváděli, že navzdory této změně dokážeme správně poznat vlastnosti sledovaného předmětu. Změnu ale není správné nahlížet jako překážku (byť překonatelnou), je totiž zdrojem užitečných informací. Pohyb v prostředí nás může informovat, že se blíží predátor či automobil, že se vyhlídnutá oběť snaží uniknout, že nás letící objekt mívá, že nás někdo zdraví atd. Nepohyblivé objekty obecně pro nás představují menší nebezpečí, respektive zpravidla nevyžadují soustředěnou pozornost. Proto se také náš mozek v průběhu evoluce vyvinul tak, že je ke změně podstatně více senzitivní než k ustálenému stavu a k pohybujícím se předmětům více než k neměnným, které často ani nezaregistruje. Zrakové systémy některých živočichů jsou dokonce konstituované tak, že detekují pouze pohyb, takže například žába nevidí mouchu, kterou má přímo před sebou, nicméně při sebemenším muším pohybu okamžitě zareaguje (Lettvin, Maturana, McCulloch, Pitts, 1968). I u člověka šance na postřehnutí podnětu výrazně roste při proměňování jeho podob či umístění v prostoru: Při hledání člověka v davu nám pomůže, když na nás prudce zamává. Měnící se hlasitost a výška tónu sirény sanity zase zvyšuje pravděpodobnost, že ji řidiči a chodci včas zaregistrují.

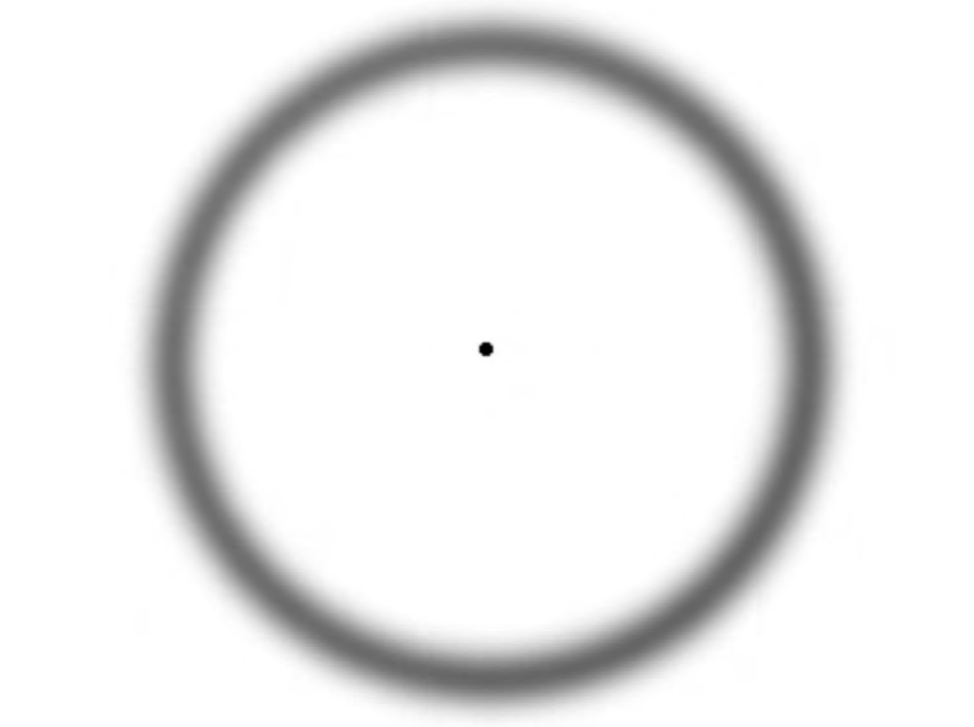
Změna vstupních senzorických informací je průběžná, neustávající, přičemž ani nemusí docházet ke změně vlastností podnětu či podmínek pozorování – osvětlení, velikost, natočení. Prostřednictvím očních pohybů aktivně explorujeme sledovanou scénu, všímáme si postupně různých informací, jiné přesouváme na pozadí pozornosti

(viz str. 205). Ale dokonce i v případě, kdy se díváme na neměnný obraz a snažíme se fixovat jediné místo na obraze, se sítnicový obraz proměňuje. To zapříčiňují oční pohyby, nad kterými máme minimální kontrolu; malé, mimovolní pohyby vykonávané mnohokrát za sekundu, a to i v průběhu fixace očí (více o mikrosakádách, tremoru, driftu a dalších druzích očních pohybů na str. 223).

Právě nestabilita promítaného obrazu je kritická pro stimulaci receptorů. Eliminace mimovolních drobných očních pohybů by vedla k adaptaci neuronů na neměnnost, jejich omezené reakci a v důsledku k poklesu citlivosti smyslových orgánů. Dochází ale vůbec někdy k této hypotetické situaci? Životní zkušenosti trochu vzdálený, nicméně metodologicky přesvědčivý je experimentální doklad, kdy pozorovatel má buď na kontaktní čočku přiléhající k oku připevněný projektor promítající obraz (Riggs, Ratliff, 1952; Ditchburn, Ginsborg, 1952; Jarbus, 1957a, 1957b; Pritchard, 1961), nebo je podnět prezentován na monitoru a jeho pohyb je prostřednictvím oční kamery a počítače synchronizován s pohyby očí (Kelly, 1979; Rucci, Desbordes, 2003). Promítnutá podoba podnětu tak zůstává stabilizovaná i v průběhu očních pohybů. Jak jej ale potom vidíme? Popravdě se k němu velmi rychle staneme slepí. Obraz ve vědomí po pár vteřinách vyhasne, barvy vyblednou, ohraničující kontury se rozplynou. V okamžiku, kdy dojde k sebemenší změně v sítnicovém obraze (např. při odstranění a znovuobjevení podnětu), citlivost našich receptorů rapidně vzroste a podnět znovu spatříme.

Perfektní stabilizace obrazu je i důvodem neviditelnosti cév v oku, které zásobují sítnici kyslíkem. Přes ně prochází světlo směřující na oční pozadí, což znamená, že by měly vrhat stín a že tento stín by měl být následně zachycen fotoreceptory. Poloha sítnicových cév v oku je nicméně fixní stejně jako směr procházejícího světla, a tak stín dopadá na stále stejné místo povrchu sítnice. Při setrvalé, neměnné stimulaci je citlivost receptorů minimální a informace o přítomnosti objektu v oku vůbec nebude zpracována. Začneme-li ale před zavřeným okem pomalu pohybovat rozsvícenou baterkou, místo dopadu stínu se začne postupně posouvat a dočasně jej budeme schopni vnímat (Sharpe, 1972; Drysdale, 1975; Coppola, Purves, 1996).

Snížená citlivost k promítnutému obrazu neměnnému v čase je zodpovědná za některé další zvláštnosti zrakového vnímání, například za chromatickou adaptaci (viz str. 112), při níž vlivem adaptace fotoreceptorů přestáváme po čase registrovat specifické zbarvení zdrojového světla (např. žárovky nebo zářivky) a díky tomu jsme schopni vnímat adekvátně barvu předmětů bez ohledu na vlastnosti osvětlení. Senzorická adaptace rovněž pomáhá vysvětlit Troxlerův efekt (viz obr. 1.10), kdy při soustředěné fixaci vybraného místa ve scéně začínají po několika sekundách objekty na periférii našeho zorného pole blednout, až našemu zraku zmizí úplně. Podobně působí Ganzfeld efekt, kdy vystavení se indiferentnímu, zcela uniformnímu poli vede záhy ke slepotě, resp. neschopnosti vidět cokoliv určitého. A stejně tak je zodpovědná za autokinetický efekt (viz str. 219), kdy stacionární bod sledovaný v naprosté tmě a bez přítomnosti jiných podnětů v zorném poli vnímáme, jako by se pohyboval. Příklady senzorické adaptace najdeme i u dalších smyslových modalit: Boty na nohách, košili na těle nebo třeba brýle na nose cítíme jen krátce po jejich oblečení, i když je nosíme třeba i šestnáct hodin denně. Kuličky naftalínu u někoho v bytě nám budou vadit jen při první návštěvě, podruhé budeme připraveni, potřetí je ani neucítíme. Tón o stejné výšce a setrvalé hlasitosti po čase uslyšíme méně intenzivně. K silnější nervové odezvě by přitom ve všech uvedených případech stačila drobná změna stavu.



Obr. 1.10 Ilustrace Troxlerova efektu. Sledujte upřeně bod uprostřed šedé kružnice. Za zhruba 20 sekund bledá výplň postupně zmizí a bod uvidíte proti bílému pozadí. Je zajímavé, že při zřetelnějším ohraničení kružnice by k úplnému vyhasnutí vjemu nedošlo.

Extrémním případem absence změny je úplná senzorická deprivace, při níž mozek nezpracovává vůbec žádnou podnětovou informaci. Ve slavném experimentu z padesátých let (Heron, 1957), prováděném na studentech McGillovy univerzity, dobrovolníci leželi po dobu dvou až tří dnů v posteli, na oči dostali průsvitné plastové brýle propouštějící difúzní světlo, na ruku měli bavlněné rukavice a předloktí obalená papírovým kartónem, hlavu měli položenou na pěnovém polštáři vytvarovaném kolem uší a navíc v blízkosti postele stál zapnutý větrák, jehož monotónní zvuk zastínil všechny ostatní zvuky v okolí. Striktně řečeno tedy není pravda, že smyslové orgány účastníků nezachytávaly vůbec žádné podněty, nicméně tyto podněty byly nekonkrétní, neohrazené, monotónní, mozkem nevyhodnotitelné. Senzorická deprivace, „odstřížení“ mozku od informací ze smyslů, měla už za krátkou dobu dramatický dopad na prožívání participantů, včetně opakovaných halucinací. Studenti zakoušeli pocit vnímání reálných předmětů i abstraktních vzorů (popisovali vidění záblesků světla, geometrických tvarů, intenzivních paobrazů, objektů měnících svůj tvar a velikost, pokřivených tváří, bizarních domů a ulic; Doane, Mahatoo, Heron, Scott, 1959), aniž ovšem jejich smyslové orgány byly patřičně stimulovány. Tato reakce byla vysvětlována nedostatkem přichozích nervových vzruchů, které by mohla mozková centra jednotlivých smyslových modalit vyhodnocovat, což mozek alespoň částečně

kompenzoval vyvoláváním a zpracováváním podnětů reálně neexistujících (např. Schultz, Melzack, 1993). Zmíněný kompenzační mechanismus není omezen jen na podmínky úplné senzorické deprivace. Halucinace se příležitostně vyskytuje i v jiných podnětově monotónních situacích; zkušenosti s ní popisují účastníci polárních expedic, vězni zavření na samotku, řidiči kamiónů, piloti, obvyklá bývá u pacientů s postupujícím šedým zákalem, kteří přicházejí o zrak (Arias, Otto, 2011). Všechny zmíněné příklady dokládají nutnost měnící se senzorické stimulace pro uchování funkční aktivity mozku a mysli.

Kapitolu popisující význam změny podnětové informace pro vnímání uzavíráme zobecnujícím tvrzením, že informační rozdíl mezi statickým a proměnlivým obrazem není pouze kvantitativní, pohyb pro pozorovatele není pouhou sadou statických obrazů seřazených za sebou v čase. Mozek je k detekci změny vyladěn, změna přitahuje jeho pozornost, dokonce můžeme tvrdit, že mozek o světě „přemýšlí“ v jednotkách změny. Základní jednotkou naší percepční zkušenosti není izolovaný vjem, ale událost vyjádřená v čase se vyvíjejícími vlastnostmi podnětů. Pro člověka vnímajícího okolní dění má zásadní význam odpověď na otázky: Co se odehrává v mém okolí? Kdo dělá co komu? Jak já vstupuji do interakce s prostředím? Co mé jednání způsobuje? Odpověď umožňuje pozorovateli a aktérovi plánovat budoucí jednání.

1.3.4 INTER- A INTRAINDIVIDUÁLNÍ ROZDÍLY VE ZRAKOVÉM VNÍMÁNÍ

Na začátku oddílu 1.3 o obecných znacích jsme popisovali, jak vnímání charakterizuje mezidruhovú rozdílnost. Zástupci různých živočišných druhů mají stavbu a činnost smyslových orgánů stejně jako průběh zpracování podnětové informace uzpůsobené podmínkám obvyklých životních situací a nárokům, které tyto situace přinášejí. Hledání mezidruhových rozdílů nicméně mlčky předpokládá shodu nebo alespoň značnou podobnost v rámci jednoho druhu. Nakolik ale předpoklad univerzálních vlastností lidského vnímání odpovídá skutečnosti? Nepochybně bude mít vnímání libovolných dvou lidských jedinců více společných znaků než vnímání člověka a řekněme chobotnice. Přinejmenším obecné principy vnímání se zdají být druhově univerzální. Přesto ale ze skutečnosti, že druhově společné rysy převažují a že obecné principy zakotvují naše vnímání, ještě nemůžeme vyvodit, že všichni lidé dospívají ke stejnému vjemu, že prostřednictvím zraku zakoušíme stejnou podobu světa. Naopak mezi jedinci, mezi skupinami jedinců i u jednoho člověka v různých podnětových situacích můžeme nalézt nezanedbatelné rozdíly ve vnímání. Proces vnímání je do značné míry procesem interpretace, jak opakovaně dokládáme v této knize. Podíl pozorovatele na výsledné podobě vjemu, a tím i pravděpodobnost existence různých podob vnímané scény u různých pozorovatelů, jsou značné. Vnímaná podoba může být ovlivněna celou řadou biologických i psychosociálních faktorů. Postupně se zmíníme o formujícím vlivu věku, pohlaví, kultury a prostředí, expertství, emocí, očekávání, hodnot a přání pozorovatele. Po dvojici již probíraných nesprávných intuicí, objektivistické (tj. vidíme svět takový, jaký je) a antropomorfní (tj. všechny živé organismy mají srovnatelnou percepční zkušenost jako člověk), stavíme tedy ještě intuici egocentrickou (tj. všichni lidé vidí svět stejně jako já).

Nejvýznamnější biologickou determinantou kvality zrakového vnímání je **věk**. Smyslový orgán zraku prochází ve vyšším věku řadou změn vedoucích ke zhoršení kvality sítnicového obrazu. Dochází ke změnám ve tkáních rohovky a čočky, k chemickým

změnám proteinů čočky, ke zmenšení průměru zornice a k poklesu počtu fotoreceptorů, zejména čípků (Scialfa, 2002). Vlivem těchto změn dopadá na sítnici staršího člověka podstatně méně světla (úbytek způsobený věkem může být až devadesátiprocentní; Weale, 1961), které je navíc částečně rozptýlené. Anatomické změny v oku se projevují ve změnách úrovně vidění a týkají se zejména zrakové ostrosti, šířky zorného pole, barvocitu a adaptace na tmu. Například schopnost rozlišovat barvy ve vyšším věku klesá s tím, jak zakalená čočka pohlcuje stále větší podíl vstupujícího světla, především světla kratších vlnových délek, a jak klesá počet fotoreceptorů a gangliových buněk sítnice. Současně s uvedenými změnami v oku se snižuje počet nervových vláken zrakového nervu a hmotnost mozkové kůry. Všechny změny dohromady negativně ovlivňují proces zpracování zrakových informací, a tak v měřitelných charakteristikách starší člověk ve srovnání s mladším dosahuje v průměru horších percepčních výkonů – hůře vyhledává a identifikuje podněty (Madden, Allen, 1991; Davis, Fujawa, Shikano, 2002), má delší reakční čas (Salthouse, Somberg, 1982; Salthouse, 2000; Madden, 2001), postihují ho problémy při navigaci v prostoru. Deficit ve vnímání může následně působit i na další kognitivní procesy jako pozornost, pracovní paměť či rozhodování (Lindenberger, Baltes, 1994; Baltes, Lindenberger, 1997).

Zrakové vnímání je jednou z nemnoha aktivit mysli, pro kterou neexistují (nebo alespoň nejsou široce přijímány) stereotypy týkající se **rozdílů mezi muži a ženami**. Přesto je možné jisté rozdíly očekávat, když vyjdeme z obecného předpokladu, že zástupci obou pohlaví v průběhu evoluce zastávali jiné role a čelili odlišným situacím, jejichž zvládnutí na ně kladlo odlišné požadavky, a mohly se tak vyvinout pohlavně specifické fyziologické a psychologické mechanismy. Výsledky studií skutečně na určité rozdíly mezi zástupci obou pohlaví ukazují, nicméně tato zjištění by se neměla přeceňovat, protože ve většině případů byly zjištěné rozdíly v průměrných hodnotách výrazně nižší, než byl rozptyl výsledků v rámci jedné či druhé skupiny (Mather, 2006). Největší rozdíly byly sledovány ve výsledcích úlohy mentální rotace, kdy probandi rotovali prezentované testové podněty v mysli a určovali, zda jsou či nejsou ekvivalentní srovnávacímu podnětu, předloze. V této úloze měli muži v průměru o 15 % více správných odpovědí, 75 % mužských participantů dosáhlo lepšího výsledku, než jaký odpovídal ženskému průměru, a rovněž čas odpovědi byl u mužů v průměru kratší (Linn, Petersen, 1985; Voyer, Voyer, Bryden, 1995). Je ale zajímavé, že při hmatové variantě úlohy mentální rotace byl rozdíl minimální (Marmor, Zaback, 1976). I v dalších zrakových prostorových úlohách, jako je nastavení tyčinky v nakloněném boxu do svislé polohy, určení sklonu svahu nebo odhad chvíle, kdy letící míček trefí pozorovatele, dosahovali muži v průměru lepších výsledků, ale rozdíly byly zanedbatelné. Naproti tomu ženy podle zjištění výrazně lépe a rychleji pojmenovávají barvy (Nowaczyk, 1982), mají širší a propracovanější slovník jejich názvů (Rich, 1977; Swaringen, Layman, Wilson, 1978) a lépe si barvy pamatují (Pérez-Carpinell, Baldoví, de Fez, Castro, 1998).

Zatímco při studiu biologických determinant vnímání zpravidla sledujeme měřitelný percepční výkon a vyhodnocujeme změny či rozdíly v dosažené úrovni, při hledání rozdílů ve vnímání vyplývajících ze specifické životní zkušenosti pozorovatele je relevantní všimnout si spíše toho, jak jednotlivé faktory vstupují do procesu interpretace a spoluurčují vnímané obsahy. Průběh a výsledek vnímání mohou být ovlivněny například prostředím, převládajícími stereotypy, ale i momentálním stavem pozorovatele, jak se nyní pokusíme doložit.