

STRUČNI SKUP PSIHOLOGA

"DANI RAMIRA BUJASA"

1974.

Knjigu uredio:

Dinko Stary

DRUŠTVO PSIHOLOGA SR HRVATSKE

ZAGREB 1975.

Zoran Bujaš
Filozofski fakultet
Zagreb

KRITERIJI EFIKASNOSTI SIGNALA U PSIHOFIZICI

Postojanje apsolutnog limena provjereno pomoću procjena
subjektivne sigurnosti

SAŽETAK

Obavljena su mjerenja apsolutne osjetljivosti u području električki izazvanih vidnih osjeta - fosfena. Cilj je ispitivanja bio provjeriti u kojoj mjeri mogu koristiti procjene subjektivne sigurnosti ispitanika, koje prate njegove psihofizičke sudove pri određivanju efikasnosti podražaja. Ispitivanja su pokazala da su procjene subjektivnog uvjerenja dovoljno osjetljive i pouzdane, i da se na njihovoj osnovi mogu valjano odrediti efikasnost nekog podražaja i veličina ispitanikova kriterija. Rezultati govore protiv hipoteze o kontinuiranoj osjetljivosti, a diskontinuitet u osjetljivosti ukazuje da limen nije artifičijelni konstrukt i da opravdano može poslužiti kao jedna od mjera funkcionalne razine osjetnog organa.

Od metodološkog prodora biheviorizma u psihologiju kao da je velik broj psihologa-istraživača zahvatio "strah" od svega što bi se moglo označiti kao

subjektivni opis, subjektivna interpretacija ili subjektivna procjena. Izvještaji koje daje ispitanik na osnovu introspekcije, smatrani su znanstveno manje vrijednim podacima, a psihologija koja upotrebljava takve informacije, nazvana je "mekanom", za razliku od "tvrde" znanosti o objektivnim reakcijama. Takav stav istraživača nužno se proširio i na njihove ispitanike, koji u pokusima često ne reagiraju više na spontani subjektivni način, nego onako kako drže da treba reagirati u skladu s objektivnim karakteristikama situacije, a nažalost katkada i na način kako naslućuju da to očekuje istraživač.

Opreznost i odbojnost prema informacijama koje se temelje na samoopažanju, bila je zahvatila i psihofiziku. Ispitanikova izjava da je npr. pri mjerenju apsolutne osjetljivosti osjetio "podražaj", a podražaja nije bilo, smatrana je efektom očevidjanja, pogadjanjem, konfabuliranjem ili izmišljanjem. Takve nepouzđane ispitanike podvrgavalo se katkada posebnom treningu da ih se nauči kada smiju, a kada ne smiju nešto osjetiti, odnosno s pozitivnim odgovorima na fiktivne podražaje postupalo se kao s pogreškama koje, kad već ispitanik proizvoljno nagadja i griješi, treba računski ispraviti. Daljnji korak predstavljaju pokušaji da se pri određivanju apsolutne i diferencijalne osjetljivosti umjesto verbalnih izjava ispitanika, upotrijebi vrijeme reakcije. Budući da je vrijeme koje proteče od zadavanja nekog podražaja do izjave ispitanika, obično duže kad su subjektivni učinci podražaja slabiji, pokušalo se odrediti limene na osnovi psihofizičkih funkcija u kojima je vrijeme reakcije, a ne frekvencija odgovora određene vrste, bila konstruktivna vrijednost.

"Tvrda" psihologija, u svojoj inače opravdanoj težnji prema podacima koji se mogu kontrolirati, katkada je prešla granicu metodološke opravdanosti. Ona je ne samo morala redefinirati predmet psihologije, nego je psihološku znanost lišila velikog broja zanimljivih i znanstveno upotrebljivih pristupa i informacija.

U relativno novijim psihofizičkim istraživanjima, kao uostalom i u drugim područjima psihologije, značajno je ublažen spomenuti kruti metodološki stav. Umjesto da se pod svaku cijenu izbjegava subjektivnost, ona postaje predmet posebnog proučavanja i dodatni izvor informacija. Primjeri za to jesu teorija detekcije signala koja razradjuje postupke za mjerenje i uklanjanje promjenjivih kriterija, prema kojima ispitanici donose svoje odluke, i Stevensova psihofizika koja nastoji utvrditi odnos između intenziteta podražaja i intenziteta osjeta pomoću direktnih subjektivnih procjena psihičkih veličina.

U okviru te ponovo oživljene "subjektivne" psihofizike, u suradnji s A. Rošaček i M. Kovačić, proveli smo neka mjerenja apsolutne osjetljivosti u području električki izazvanih vidnih osjeta: fosfena.

Cilj tih ispitivanja bio je: provjeriti u kojoj mjeri mogu koristiti procjene subjektivne sigurnosti ispitanika, koje prate njegove psihofizičke sudove, pri određivanju efikasnosti podražaja. Ta ispitivanja su pokazala da su procjene subjektivnog uvjerenja dovoljno osjetljive i pouzdane i da se na osnovi njih mogu valjano odrediti efikasnost nekog podražaja i veličina ispitanikova kriterija.

Ovaj izvještaj sadrži samo podatke o kojima nije drugdje referirano, a odnosi se na problem da li je osjetljivost diskontinuirana ili kontinuirana. Novo je u ovim ispitivanjima da su kao pokazatelj djelovanja nezavisne varijable na kriterijum varijablu, upotrijebljeni i stupnjevi subjektivne sigurnosti koje ispitanik pridružuje svojim psihofizičkim odlukama.

Kako je poznato, prema klasičnoj psihofizici, osjetljivost je diskontinuirana. U odsustvu fizikalnog procesa nema osjeta, jednako kao što nema osjeta kad su fizikalni procesi subliminalnog intenziteta. Apsolutni limen, iako u određenom rasponu varijabilna vrijednost, predstavlja realnu granicu koja uvjetuje dihotomiju između podražaja koje ispitanik može osjetiti, i onih koje ne može u nekom času osjetiti. Samo podražaje koji su po svom intenzitetu iznad limena, ispitanik može diferencirati, a podražaje koji su ispod limena, ne može rangovati jer oni nemaju osjetnog učinka jednako kao ni fiktivni podražaji. Pozitivni odgovori, koje ispitanik katkada daje na fiktivne podražaje, predstavljaju pogreške opažanja. Naprotiv, prema teoriji detekcije signala, osjetljivost bi bila kontinuirana. Čak i u odsustvu podražaja može ispitanik katkada imati osjet, a svaka pa i najmanja promjena u intenzitetu podražaja od ničice na više, povećava i vjerojatnost osjetne detekcije, jer povećava rezidualnu nervnu aktivnost u osjetnom kanalu. Prema teoriji detekcije signala, stvarna efikasnost nekog podražaja može se utvrditi jedino na osnovi razlike u efektu signala prema efektu slučajnih procesa u osjetnom kanalu, procesa koji predstavljaju šum. Glavni razlog da je fenomen kontinuirane osjetljivosti dugo bio zanemaren, jest u vrlo sporom porastu vjerojatnosti detekcije u zoni podražaja u blizini ničice. Da bi npr. porast od 1% u frekvenciji ispravnih detekcija, u odnosu na slučajnu vjerojatnost, bio statistički značajan, potrebno je na tisuće mjerenja, što je praktički teško izvesti.

U jednom našem ranijem radu iz područja električkog okusa dobili smo rezultate koji nisu bili u prilog hipoteze o kontinuiranoj osjetljivosti. Medjutim, broj mjerenja bio je relativno malen, a zbog inhibitorynog djelovanja slabe katodne struje na živčanu aktivnost mirovanja u aferentnim vodovima, argumenti protiv kontinuirane osjetljivosti nisu bez prigovora.

U ovom ispitivanju s električkim fosfenima znatno smo povećali broj mjerenja, podraživanje je bilo samo anodnom strujom, a kao indekse efikasnosti podražaja upotrijebili smo, osim proporcije točnih detekcija, i procjene stupnja uvjerenja ispitanika u točnost njegovih detekcija.

Za izazivanje fosfena služio je elektronski stimulator firme Nuclear Chicago. Podražaj je bio kvadratni impuls istosmjernje struje, čije je trajanje iznosilo 25 ms. Aktivna elektroda bila je pričvršćena uz desnu sljepoočnicu, a na indifernentnu elektrodu ispitanik je prislanao dlan svoje lijeve ruke. Između srebrenih elektroda i kože nalazila se vata natopljena otopinom soli. Površina aktivne elektrode iznosila je oko 90 mm^2 , a indifernentne oko 50 cm^2 . Ispitanik je, nakon akustičkog signala, sam zadavao podražaje pomoću posebnog kontaktnog ključa. U kratkoj pauzi između prvog i drugog opažajnog intervala, eksperimentator je uključivao, odnosno isključivao stimulator iz strujnog kruga s ispitanikom. Eksperimentator i ispitanik bili su u odvojenim prostorijama. Kabina u kojoj se nalazio ispitanik, bila je umjereno osvijetljena strujom iz akumulatora. Za vrijeme pokusa ispitanik je gledao na jednolično sivu pozadinu.

Mjerenje je obavljeno pomoću postupaka forsiranog izbora s dvije simetričke alternative.* Nakon svakog para opažajnih intervala, ispitanik je trebao izjaviti: a) u kojem opažajnom intervalu smatra da je bio signal, i b) koliki je njegov stupanj uvjerenja da se u intervalu koji je naveo, stvamo nalazio podražaj. Stupanj uvjerenja procjenjivao se na skali od ništice (potpuna nesigurnost, pogadjanje) do stotinu (potpuna sigurnost da se u označenom intervalu nalazio signal).

U pokusu je upotrebljeno šest podražajnih intenziteta. Medju tim intenzitetima, u odnosu na limen koji je iznosio u prosjeku oko $70 \mu\text{A}$, pet je bilo

* U tom postupku zadavaju se ispitaniku opažajni intervali u parovima. U svakom paru jedan interval sadrži signal promjenjiva intenziteta, a drugi je interval bez podražaja.

slabijih, a jedan jači. Supraliminalni intenzitet, koji u obradi podataka nije uzet u obzir, primijenjen je samo zato da ispitanik povremeno jasno osjeti signal. Medju parovima sa signalom i šumom nalazili su se i parovi u kojima nije bilo signala, tj. oba su opažanja intervala bila prazna. Raspored podražajnih intenziteta, kao i redosljed signala i šuma u opažajnom paru, bili su unaprijed određeni prema tablicama slučajnih brojeva. Pokus je obavljen sa šest ispitanika. Pokusi su trajali četiri mjeseca.

U tabeli 1 navedeni su individualni rezultati ispitanika, i to u brojevima točnih (+) i netočnih (-) detekcija za intenzitete struje od 0; 12; 16; 20,5; 31 i $41 \mu\text{A}$. U pretposljednem redu tabele navedeni su zbrojevi pogodaka i promašaja za sve ispitanike, a u posljednjem redu prosječne postote razlike između točnih i netočnih odluka. Kako je iz tabele vidljivo, broj procjena za pojedine intenzitete signala i pojedine ispitanike, nije jednak. Ti brojevi variraju od 1604 mjerenja u situaciji s dva prazna intervala za ispitanika L. K. do 640 mjerenja u situacijama sa signalima od 31 i $41 \mu\text{A}$ za ispitanika A. K. Brojevi pogodaka koji su značajno veći od broja promašaja na razini rizika od $< .01$, označeni su u tabeli sa zvjezdicom. Pod pretpostavkom binomne raspodjele, značajnost razlika među proporcijama testirana je pomoću formule $\sigma = \sqrt{N \cdot 0,5 \cdot 0,5}$. Svaka odluka, u parovima s dva prazna intervala, predstavlja dakako netočnu detekciju. Za tu situaciju, što će se ubilježiti kao "točan", a što kao netočan odgovor, bilo je unaprijed predviđeno u protokolu. Podaci za tu 0 - vrijednost navedeni su u tabeli samo kao ilustracija, koliko može utjecati slučaj na teoretsku vjerojatnost podjednake raspodjele.

Tabela 1

| Ispitanik | Intenzitet podražaja u mikroamperima | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | 0 | | 12 | | 16 | | 20,5 | | 31 | | 41 | |
| | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) |
| J. H. | 366 | 362 | 327 | 329 | 336 | 320 | 333 | 323 | 346* | 310 | 364 | 364 |
| A. Š. | 766 | 786 | 638 | 614 | 642 | 610 | 632 | 620 | 571* | 481 | 580* | 472 |

| Ispitanik | Intenzitet podražaja u mikroamperima | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | 0 | | 12 | | 16 | | 20,5 | | 31 | | 41 | |
| | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) | (+) | (-) |
| Z. B. | 612 | 612 | 397 | 427 | 388 | 436 | 414 | 410 | 616 | 608 | 646* | 578 |
| L. K. | 804 | 800 | 622 | 582 | 617 | 587 | 623 | 581 | 546 | 558 | 557 | 547 |
| M. K. | 729 | 775 | 605 | 599 | 598 | 606 | 641* | 563 | 486 | 518 | 510 | 494 |
| A. K. | 563 | 577 | 398 | 442 | 383 | 409 | 405 | 435 | 329 | 311 | 348* | 292 |
| Σ | 3840 | 3912 | 2987 | 2993 | 2964 | 2968 | 3048 | 2932 | 2894 | 2786 | 3005 | 2747 |
| $\Delta_{N+}^{\%}$ | (-1.88) | | -0.20 | | -0.13 | | 3.81* | | 3.73* | | 8.59* | |

Kako podaci o broju točnih i broju netočnih detekcija pokazuju, podražajni intenziteti od 12 i 16 μA ne razlikuju se po svojoj efikasnosti od djelovanja šuma. Za ta dva intenziteta podražaja vjerojatnost detekcije jednaka je vjerojatnosti slučajnog pogadjanja (0,5:0,5). Tek za intenzitet od 21 μA i dalje, broj pogodaka je statistički značajno veći od broja promašaja. Značajnost razlika medju ukupnim brojevima pogodaka i promašaja, potvrđuje i smjer individualnih razlika. Do uključivo 16 μA tri ispitanika (i to ne ista) imaju nešto više pogodaka nego promašaja, a ostala trojica nešto više promašaja nego pogodaka. Naprotiv, od 21 μA , dalje, broj ispitanika s pozitivnom razlikom veći je od broja ispitanika s negativnom razlikom.

Na osnovi deklarativnog stupnja uvjerenja mogu se odrediti različiti indeksi efikasnosti podražaja. Zbog zahtjeva da indeks na osnovi stupnja uvjerenja bude nezavisan od odnosa izmedju broja pogodaka i broja promašaja, odlučili smo se da kao mjeru efikasnosti podražaja, upotrijebimo naprosto prosječni stupanj uvjerenja koji se pridružuje svim odlukama na određenoj razini signala. Taj indeks odgovara izrazu $\beta = \frac{\Sigma su}{N}$, gdje Σsu znači zbroj svih stupnjeva uvjerenja, bez obzira da li je odluka bila točna ili netočna, a N je broj provedenih mjerenja na određenoj razini signala. Dakako, taj indeks mogli bismo odrediti i kad ne bismo znali koji je interval ispitanik odabrao.

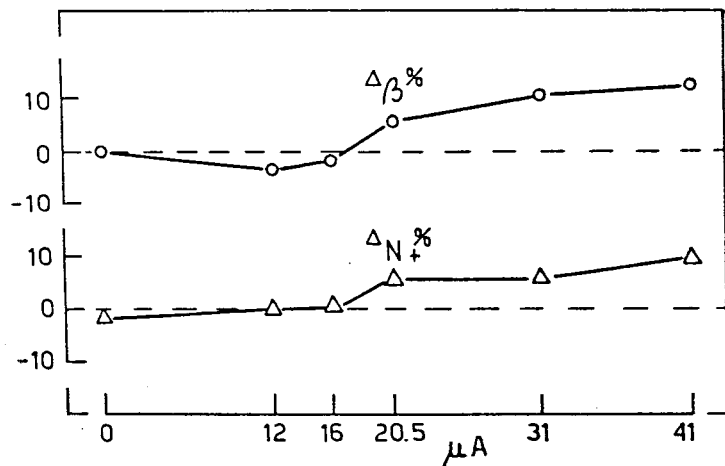
U tabeli 2 navedene su vrijednosti β -indeksa pojedinih ispitanika za različite intenzitete podražaja. Dva posljednja reda tabele sadrže aritmetičke sredine (M_{β}) i centralne vrijednosti (C_{β}) individualnih β -indeksa.

Tabela 2

| Ispitanik | Intenzitet podražaja u μA | | | | | |
|-------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 12 | 16 | 20,5 | 31 | 41 |
| J. H. | 0.546 | 0.625 | 0.610 | 0.556 | 0.694 | 0.728 |
| A. Š. | 5.421 | 5.136 | 5.715 | 6.538 | 6.307 | 6.492 |
| Z. B. | 3.823 | 3.890 | 3.744 | 3.447 | 4.130 | 4.424 |
| L. K. | 3.385 | 3.264 | 3.355 | 3.754 | 3.927 | 3.904 |
| M. K. | 1.751 | 1.993 | 1.968 | 2.101 | 1.803 | 1.514 |
| A. K. | 2.275 | 1.845 | 1.578 | 1.857 | 2.773 | 2.914 |
| M_{β} | 2.867 | 2.792 | 2.828 | 3.042 | 3.272 | 3.329 |
| C_{β} | 2.830 | 2.629 | 2.662 | 2.774 | 3.350 | 3.409 |

Odredjeni stupanj uvjerenja pridružuje se i netočnim odlukama. Veličina tog stupnja uvjerenja zavisi od opreznosti i kritičnosti ispitanika. Od naših ispitanika najstrožiji kriterij imao je J. H., a najblaži A. Š. Razlika izmedju β -indeksa uz šum i β -indeksa koji su dobiveni na različitim razinama signala ukazuje za koliko su efekti signala veći od efekata samog šuma.

Iz tabele 2 vidljivo je da je do vrijednosti 16 μA , β -indeks više ili manje jednak onome koji se pridružuje odlukama kad signala nema. Tek od 21 μA dalje, prosječni β -indeksi pokazuju neku tendenciju porasta. Zanimljivo je da u zoni u kojoj signal ima neko djelovanje, razlike izmedju M_{β} osjetljivije i pravilnije prate efikasnost signala, nego postotne razlike izmedju broja pogodaka i broja promašaja.



Sl. 15 - Odnos između intenziteta podražaja i dvaju indeksa efikasnosti. (Efikasnost podražaja izražena je: a) postotnom razlikom između broja pogodaka i broja promašaja (ΔN_+), i b) postotnom razlikom između stupnja uvjerenja koje se pridružuje šumu i onog koje se pridružuje signalima i šumu ($\Delta \beta$). Krivulje su zbog jasnoće pomaknute uzduž ordinate. Isprekidana crta označuje teoretsku razinu efikasnosti šuma (int. = 0). Svaka točka rezultat je od 5680 do 7752 mjerenja.)

Rezultati, koje smo dobili pomoću dva različita kriterija, suglasno pokazuju da su intenziteti signala do uključivo 16 μA , bili potpuno neefikasni, ili točnije, toliko efikasni koliko i sam šum. Prema tome, rezultati govore protiv hipoteze o kontinuiranoj osjetljivosti. Klasični limen, kako opravdano ističe teorija detekcije signala, pretjerano je visoka vrijednost, rezultat senzornih faktora i relativno strogog subjektivnog kriterija ispitanika. No, područja neosjećanja i osjećanja su razgraničena. Ako zanemarimo individualne razlike u osjetljivosti naših ispitanika,

granica se u našim pokusima nalazi između 16 μA i 20,5 μA . Diskontinuitet u osjetljivosti ukazuje da limen nije artifičijelni konstrukt i da opravdano može poslužiti kao jedna od mjera funkcionalne razine osjetnog organa. Dakako, preduvjet je za takvu upotrebu limena da je pri njegovu određivanju uklonjen utjecaj promjenjiva kriterija ispitanika, što se postiže npr. postupkom forsiranog izbora.*

LITERATURA

- Bujas Z, Szabo S, (1972), "Signal detection theory and electrical taste sensitivity", Acta Instituti psychologici Universitatis Zagrabensis, No 64-73, 1972, str. 33.
- Bujas Z, Kovačić M, Rohaček A, (1975), "Psychophysical functions based on the confidence rating", Acta Instituti psychologici Universitatis Zagrabensis, 1975, (u tisku).
- Bujas Z, Rohaček A, Kovačić M, (1975), "Electrode area and electrical taste thresholds", Acta Instituti psychologici Universitatis Zagrabensis, 1975, (u tisku).
- Eijkman E, Vendrik A. J. H, (1963), "Detection theory applied to the absolute sensitivity of sensory systems", Biophysics Journal, No 3, 1963, 65.
- Green D. M, Swets J. A, (1966), "Signal detection theory and Psychophysics", New York, 1966.

* Podaci koje smo dobili, ukazuju i na opravdanost da se binarne odluke ispitanika o postojanju signala dopune skaliranim procjenama stupnja uvjerenja. Takve procjene sadržavaju nove relevantne informacije o efikasnosti signala, i mogu se valjano upotrijebiti pri provjeravanju kako različiti faktori djeluju na našu osjetljivost.