

Subjektyvus smailių kampų vertinimas

Vilius Viliūnas

Technikos mokslų daktaras,
Vilniaus universiteto
Medžiagotyros ir taikomųjų mokslų instituto
Bionikos ir keitiklių sektorius,
Saulėtekio al. 9, LT-2040 Vilnius

Algimantas Švėgžda

Gamtos mokslų daktaras,
Vilniaus universiteto
Medžiagotyros ir taikomųjų mokslų instituto
Bionikos ir keitiklių sektorius,
Saulėtekio al. 9, LT 2040 Vilnius

Henrikas Vaitkevičius

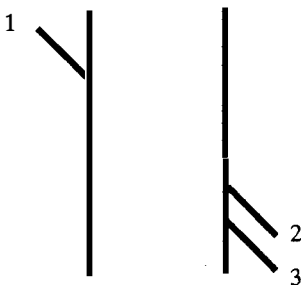
Habilituotas socialinių mokslų daktaras, profesorius,
Vilniaus universiteto
Bendrosios ir pedagoginės psichologijos katedra,
Didlaukio g. 47, LT-2057 Vilnius

Ne visada žmogus vertina aplinką objektyviai. Akivaizdžiausias to pavyzdys – geometrinės iliuzijos (Gillam, 1980). Jas sukelia figūros, kurių linijų ilgis, kreivumas arba jų orientacija neteisingai įvertinama, pavyzdžiui, – Pogendorfo iliuzija (1 pav.). Ji atrasta daugiau nei prieš šimtą metų – 1860 metais, jos aiški-

nimui paskirta daugybė darbų (Coren, 1969; Coren, Girgus, 1972; Horrell, 1971; Martišius, 1997), bet ir šiuo metu nėra tokio jos mechanizmo paaiškinimo, kuris apimtų visus jos variantus.

1867 metais Helmholtzas pirmasis pasiūlė geometrines iliuzijas paaiškinti tuo, kad smailūs kampai suvokiami esą didesni. Tai stimulavo smailaus kampo matavimo psichofizinius eksperimentus (Bouma, Andriessen, 1970; Carpenter, Blakemore, 1973; Chen, Levi, 1996; Regan ir kt., 1996), o šie patvirtino, kad smailūs kampai iš tikrųjų suvokiami kaip didesni.

Šio darbo tikslas – parodyti, kad smailūs kampai gali būti suvokiami ne tik kaip didesni, bet ir kaip mažesni, ir nustatyti, kokiomis sąlygomis tai įvyksta. Šiam tikslui pasiekti buvo atlikti psichofiziniai eksperimentai ir išanalizuoti gauti rezultatai.



1 pav. Pogendorfo iliuzija. Nors 1 ir 2 tiesė atrodo ta pati tiesė, pertraukta dviejų vertikalų tiesių, tačiau realiai 3 tiesė yra 1 tiesės tąsa (galima įsitikinti pridėjus liniootę)

Metodika

Eksperimentai buvo atlikti dviem etapais, ant-rasis jų – po dviejų mėnesių. Pirmame etape dalyvavo trys tiriamieji (šio straipsnio autori-ai), antrame – du iš jų. Pirmame etape sti-mulai buvo rodomi 15" monitoriaus *Packard Bell 15/2SL* ekrane, antrame etape – 21" mo-nitoriaus *Philips Brilliance 201 CS* ekrane. Pir-mo etapo bandymų tikslas buvo patikrinti, ar iš esmės kampas gali būti suvokiamas kaip di-desnis ar mažesnis, ir nustatyti, kokie turi būti stimulo parametrai. Tuo tarpu antro etapo tikslas buvo tiksliau nustatyti, kokiomis sąly-gomis suvokiamas kampas didėja ar mažėja. Tyrimo eiga abiem etapais buvo ta pati, sky-rėsi tik stimulų parametrai.

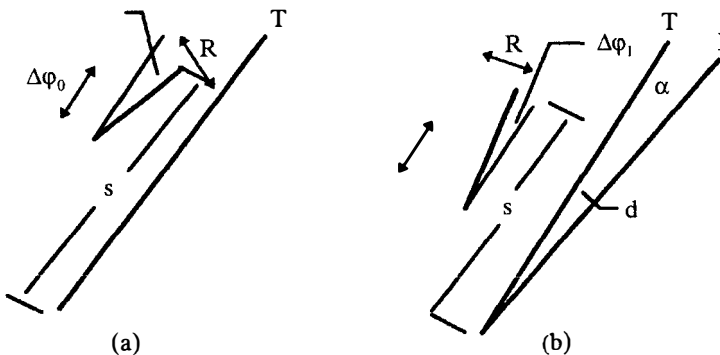
Stimulai. Tiek pirmame, tiek ir antrame eta-pe buvo naudojami du testo vaizdai (2 pav.).

(a) vaizdas naudojamas testo tiesės seg-mentų orientacijai nustatyti, kai nėra induk-cinės tiesės, o (b) vaizdas naudojamas tam pačiam tikslui, kai yra indukcinė tiesė. (a) ir

(b) vaizdai tiriamajam pateikiami pakaitomis, o testo tiesės segmentų orientacijos pokytis leidžia nustatyti indukcinės tiesės įtaką. Pir-mo ir antro etapo stimulų parametrai pateikti 1 lentelėje. Šioje lentelėje ir toliau tekste kampas, kuriuo matomas stimulus, pažymi-mas santrumpa laip., o geometrinis kampas laipsniais ekrano plokštumoje pažymimas ženklų $^{\circ}$.

Tyrimo eiga

Bandymai atlikti kambaryje, kurio apšvietimas buvo 0,1 lx. Tamsaus monitoriaus ekrane tiri-majam buvo parodomas (b) vaizdas (2 pav.), sudarytas iš šviesių linijų. R tiesės postūmis ly-giagrečiai T tiesei generuojamas iš 10 atsitik-tinių pozicijų, kurios skiriasi postūmio žings-niu, nurodytu 1 lentelėje. R tiesės orientacija pateikiant kiekvieną vaizdą buvo parinkta at-sitiktinai intervale tarp 42° ir 48° . Kampas α fiksuotas, o jo dydis lygus vienai iš reikšmių, nurodytų 1 lentelėje.



2 pav. (a) arba (b) vaizdai (nupiešti storesnėmis linijomis) pateikiami monitoriaus ekrane. R – regu-liuojama tiesė; T – testo tiesė; I – indukcinė tiesė; α – kampas tarp testinės ir indukcinės tiesių; $\Delta\phi_0$, $\Delta\phi_1$ – tiriamojo nustatytas R tiesės orientacijos kampas tiesės, pakrypusios 45° , atžvilgiu; s – R tiesės viršutinio galo padėtis T tiesės atžvilgiu; d – atstumas tarp T ir I tiesių ties R tiesės viduriu. Rodyklės parodo, kad R tiesės viršutinė dalis gali būti pasukta į vieną ar kitą pusę ir kad ji gali slankioti išilgai T tiesės.

1 lentelė. Stimulų parametrai

Parametras	Pirmas etapas	Antras etapas
R tiesės ilgis	1,5 laip.	0,8 laip.
T tiesės ilgis	4,5 laip.	4,0 laip.
I tiesės ilgis	4,5 laip.	4,0 laip.
Atstumas tarp R ir T tiesių	0,9 laip.	0,6 laip.
R tiesės postūmio žingsnis išilgai T tiesės	0,3 laip.	0,2 laip.
R tiesės orientacijos pokyčio žingsnis	0,3°	0,1°
T tiesės pasvirimas	45°	45°
Kampas (α) tarp T ir I tiesių	3°, 6°, 12°	3°, 6°, 12°, 24°
Atstumas nuo tiriamojo iki ekrano	2,6 m	4,0 m

Tiriamojo užduotis buvo kompiuteriu nustatyti R tiesę taip, kad ji būtų lygiagreči T tiesei. Kiekvienas mygtuko paspaudimas pasukdavo R tiesę 1 lentelėje nurodyto dydžio žingsniu. Stebėjimo laikas tiriamajam neribojamas. Kai tiriamasis nusprendavo, kad jo nustatyta R tiesės padėtis lygiagreči T tiesei, jis paspausdavo atitinkamą klaviatūros mygtuką ir pamatydavo kitą (a) vaizdą (2 pav.). Šio vaizdo R tiesės postūmis toks pat, kaip ir (b) vaizdo, o jos orientacijai suteikiama nauja atsitiktinė reikšmė. Tiriamojo uždavinys vėl nustatyti R tiesę lygiagrečiai T tiesei. Kai jis tai įvykdė, vėl pateikiamas (b) vaizdas, tik atsitiktinai pakinta R tiesės postūmis. Tai tęsiama tol, kol parodomas visos 10 R tiesės postūmio pozicijos. Visa ši procedūra pakartojama 8 kartus, tai yra, atlikus kiekvieną R tiesės postūmį, 8 kartus matuojami (a) ir (b) vaizdai, ir po to daroma pertrauka. Po pertraukos α kampui priskiriama nauja reikšmė ir anksčiau aprašyti bandymai vėl kartojami, kol patikrinamos visos α kampų reikšmės, nurodytos 1 lentelėje.

Kiekvienas tiriamasis šias procedūras abiem etapais pakartojė po 3 kartus, todėl kiekviena

R tiesės pozicija buvo išmatuoti $8 \times 3 = 24$ jos posūkio kampai ($\Delta\varphi_0, \Delta\varphi_1$).

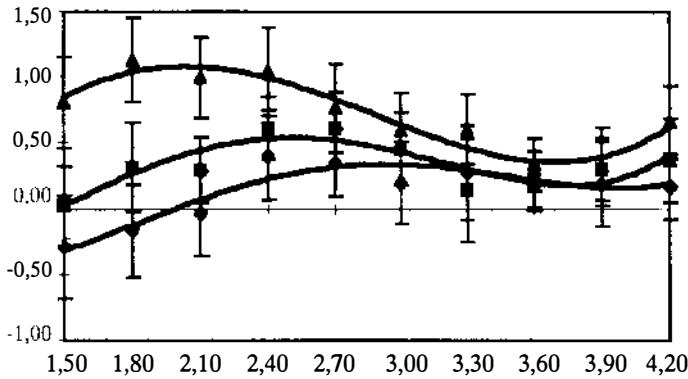
Visi tiriamojo nustatyti kampai ($\Delta\varphi_0, \Delta\varphi_1$) automatiškai fiksuojami kompiuterio atmintyje. Kampas laikomas teigiamu, jeigu tiriamasis pasuko R tiesės viršūnę tiesės, pakrypusios 45°, atžvilgiu prieš laikrodžio rodyklę.

Indukcinės tiesės įtaka testo tiesės orientacijos suvokimui įvertinama paskaičiavus skirtumą tarp nustatytų kampų esant indukcinei tiesei ir be jos: $\Delta\varphi = \Delta\varphi_1 - \Delta\varphi_2$.

Rezultatai ir jų aptarimas

Indukcinės tiesės įtaka testo tiesės orientacijai suvokti ($\Delta\varphi$), gauta apskaičiavus pirmo etapo trijų tiriamųjų eksperimentinių rezultatų vidurkius, parodyta 3 pav. Indukcinės tiesės įtaka testo tiesės orientacijai suvokti ($\Delta\varphi$), gauta iš antro etapo eksperimentinių rezultatų atskirai A ir V tiriamiesiems, parodyta 4 pav.

Iš gautų eksperimento rezultatų, pavaizduotų 3 ir 4 pav., apskaičiuota, kaip atrodytų tiriamajam smailus kampas, jei būtų sudėtas iš



3 pav. Testo tiesės segmentų krypties pokyčio ($\Delta\varphi$) priklausomybė nuo R tiesės postūmio išilgai T tiesės. Simboliais \blacklozenge \blacksquare \blacktriangle pažymėti pirmo etapo trijų tiriamųjų rezultatų vidurkiai, esant atitinkamai $\alpha = 3^\circ$, $\alpha = 6^\circ$ ir $\alpha = 12^\circ$. Paklaidų ribos nurodytos esant 95% patikimumui. Eksperimento rezultatai aproksimuoti ketvirto laipsnio polinomo kreivėmis.

atskirų tiesių segmentų (5 pav.). Iš 5 pav. akivaizdžiai matosi, kad 6° kampas suvokiamas taip, lyg jis būtų mažesnis, negu yra iš tikrųjų. Tuo tarpu 24° kampas suvokiamas lyg didesnis negu iš tikrųjų. Gauti duomenys atitinka eksperimentų rezultatus, gautus matuojant katės regos srities smegenų žievės neuronų atsaką į dvių linijų, kurios sudaro kampą, stimulą (Burus, Pritchard, 1971).

Kaip priklauso suvokiamas testo tiesės segmentų orientacijos pokytis nuo atstumo tarp indukcinės ir testo tiesių, parodyta 6 pav. Čia parodytos kreivės, gautos iš A tiriamojo antro etapo eksperimentinių duomenų. Atstumas tarp indukcinės ir testo tiesių (d) skaičiuojamas ties R tiesės viduriu (2 pav.). Panašūs rezultatai gauti ir iš V tiriamojo eksperimentinių duomenų.

Iš 6 pav. galima nustatyti kai kuriuos kiekybinius testo tiesės segmentų orientacijos pokyčio priklausomybės nuo atstumo tarp indukcinės ir testo tiesių parametrus:

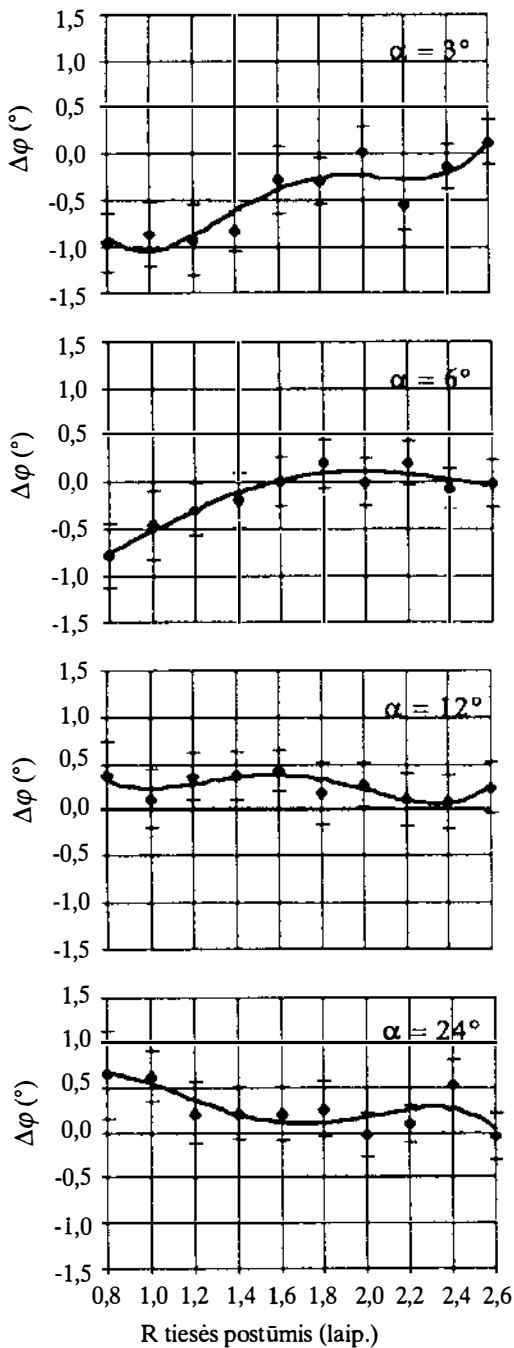
- kai atstumas tarp indukcinės ir testo tiesių mažesnis nei 0,1 laip., tai testo tiesės segmentai yra orientuoti indukcinės tiesės link. Kuo šis atstumas mažesnis, tuo testo tiesės seg-

mentų orientacija suvokiama kaip artimesnė indukcinės tiesės orientacijai;

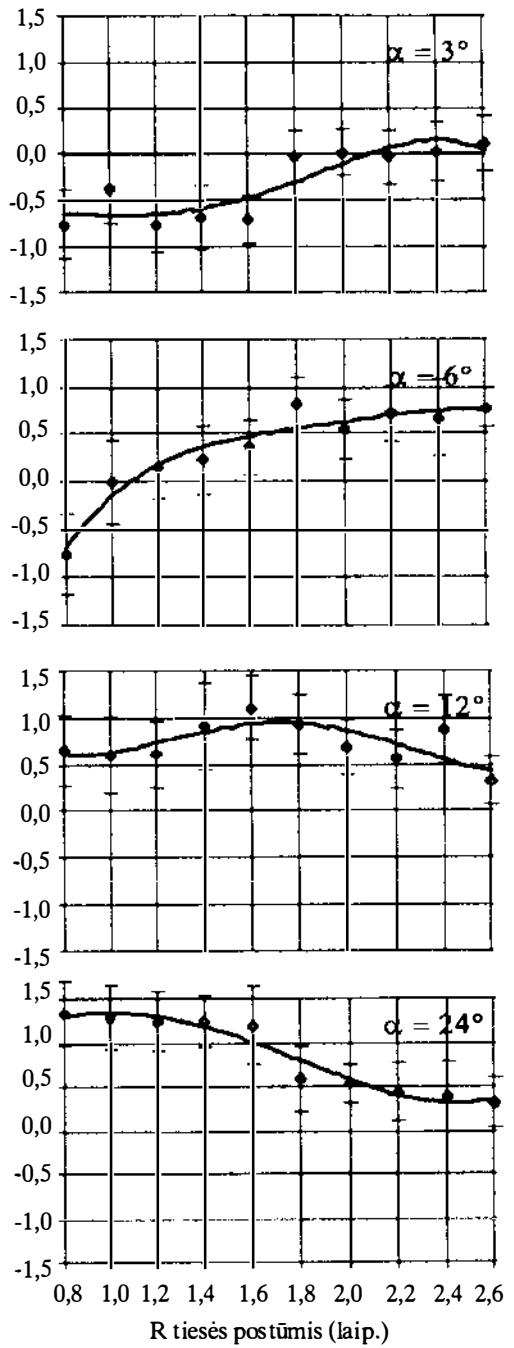
- kai atstumas tarp indukcinės ir testo tiesių nuo 0,1 laip. iki 0,8 laip., tai testo tiesės segmentai orientuojami nuo indukcinės tiesės. Maksimalus testo tiesės segmentų orientacijos pokytis yra esant 0,2–0,4 laip.;

- kai atstumas tarp indukcinės ir testo tiesių viršija 0,8 laip., tai testo tiesės segmentai orientuojami nepriklausomai nuo indukcinės tiesės.

Iš 6 pav. galima įvertinti ne tik testo tiesės segmentų orientacijos priklausomybę nuo atstumo tarp indukcinės ir testo tiesių, bet ir jos priklausomybę nuo indukcinės tiesės krypties. Esant tam pačiam atstumui tarp indukcinės ir testo tiesių, didesnę testo tiesės segmentų orientacijos pokytį sukelia indukcinė tiesė, kurios orientacija labiau skiriasi nuo testo tiesės orientacijos. Pavyzdžiui, esant 0,2 laip. atstumui tarp indukcinės ir testo tiesių, šios segmentų orientacijos pokytis mažiausias, kai $\alpha = 6^\circ$, didesnis, kai $\alpha = 12^\circ$, ir didžiausias, kai $\alpha = 24^\circ$. Tačiau tenka pažymėti, kad šie pokyčiai yra nedideli. Norint tiksliau juos įvertinti, reikėtų didinti eksperimentų apimtį.

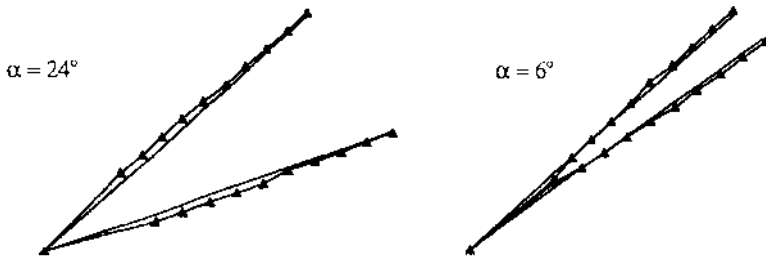


V tiriamasis

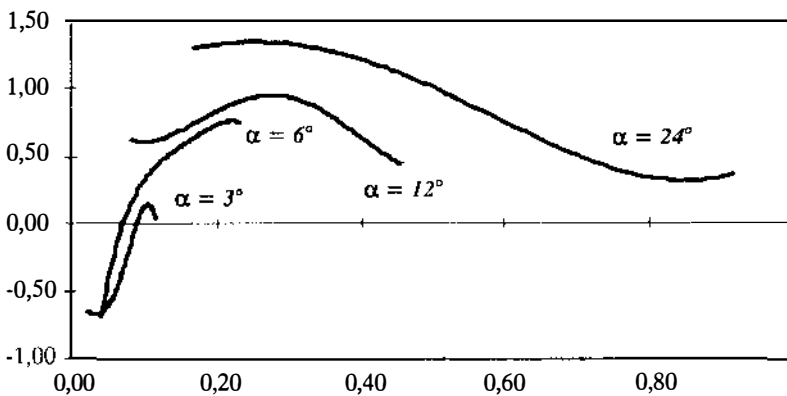


A tiriamasis

4 pav. Testo tiesės segmentų krypties pokyčio ($\Delta\varphi$) priklausomybė nuo R tiesės postūmio išilgai T tiesės. Rezultatai gauti antru eksperimento etapu. Paklaidų ribos nurodytos esant 95% patikimumui. Eksperimento rezultatai aproksimuoti ketvirto laipsnio polinomo kreivėmis.



5 pav. Atskirų tiesių, sudarančių smailų kampą (24° ir 6°), orientacijos suvokimas. Tiriamajam rodomos tiesės pavaizduotos linijomis be taškų. Su taškais pavaizduotos kreivės vaizduoja, kaip tiriamasis suvokia atskirų šių tiesių segmentų orientaciją. Šios kreivės skaičiuotos iš A tiriamojo antro etapo eksperimento rezultatų, bet dėl vaizdumo $\Delta\phi$ kampas padidintas 3 kartus.



6 pav. Testo tiesės segmentų orientacijos pokyčio priklausomybė nuo atstumo tarp indukcinės ir testo tiesių. Eksperimento rezultatai aproksimuoti ketvirto laipsnio polinomo kreivėmis, esant atitinkamai $\alpha = 3^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $\alpha = 12^\circ$ ir $\alpha = 24^\circ$.

Išvados

1. Suvokiama tiesės (testo tiesės) segmento orientacija priklauso nuo indukcinės tiesės, sudarančios su testine tiesė smailų kampą, orientacijos.

2. Esant mažesniai kaip 0,1 laip. atstumui tarp indukcinės ir testo tiesių, testinės tiesės segmentai orientuojami indukcinės tiesės link. Kuo šis atstumas mažesnis, tuo testinės tiesės segmentų orientacija suvokiama kaip artimesnė indukcinės tiesės orientacijai.

3. Esant nuo 0,1 laip. iki 0,8 laip. atstumui tarp indukcinės ir testo tiesių, testo tiesės segmentai orientuojami nuo indukcinės tiesės. Maksimalus testo tiesės segmentų orientacijos pokytis yra esant 0,2–0,4 laip.

4. Esant daugiau kaip 0,8 laip. atstumui tarp indukcinės ir testo tiesių, testo tiesės segmentų orientacija neapima nuo indukcinės tiesės orientacijos.

5. Didesnį testo tiesės segmentų orientacijos pokytį sukelia indukcinė tiesė, jei jos orientacija labiau nukrypusi nuo testo tiesės.

LITERATŪRA

1. Bouma, H., Andriessen, J. J., Induced changes in the perceived orientation of line segments, *Vision Res.*, 1970, vol. 10, p. 333–349.
2. Burns, B. D., Pritchard, R., Geometrical illusions and the response of neurones in the cat's visual cortex to angle patterns, *J. Physiol.*, 1971, 213, p. 599–616.
3. Carpenter, R. H. S., Blakemore, C., Interactions between orientations in human vision, *Experimental Brain Research*, 1973, 18, p. 287–303.
4. Chen, S., Levi, D. M., Angle judgment: is the whole the sum of its parts? *Vision Res.*, 1996, vol. 36, p. 1721–1735.
5. Coren, S., The influence of optical aberrations on the magnitude of the Poggendorff illusion, *Perception Psychophysics*, 1969, vol. 6 (3), p. 185–186.
6. Coren, S., Girgus, J. S., Illusion decrement in intersecting line figures, *Psychon. Sci.*, 1972, vol. 26 (2), p. 108–110.
7. Gillam, B., Geometrical illusions, *Scientific American*, 1980, vol. 242, p. 102–111.
8. Horrell, R. I., The angle of intersection of contours as the determinant of geometric illusion, *Perception Psychophysics*, 1971, vol. 10 (4a), p. 208–210.
9. Martišius, V., Vizualinių iliuzijų komponentai, *Psichologija*, 1997, 16, p. 101–123.
10. Regan, D., Gray, R., Hamstra, S. J., Evidence for a neural mechanism that encodes angles, *Vision Res.*, 1996, vol. 36, p. 323–330.

PERCEPTION OF ACUTE ANGLES

Vilius Viliūnas, Henrikas Vaitkevičius,
Algimantas Švėgžda

Summary

Experiments are reported which examine the judgement of the mean orientation of a single straight line (test line) in presence of nearby lines of somewhat different orientations (induction line). It is shown, that perceived orientation of a segment of the test line is biased towards orientation of the induction

line when the distance between the test and the induction line less than 0.1 deg. When this distance between 0.1–0.8 deg. a segment of the test line is biased from orientation of induction line and when this distance more 0.8 deg. the orientation of a segment of the test line remains unchanged.