

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTRONIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

Lina Jagminienė

AKIŲ JUDESIAI VIZUALINĖJE PAIEŠKOJE
Magistro darbas

Vadovas

prof. habil. dr. V. Laurutis

ŠIAULIAI, 2005

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
TECHNOLOGIJOS FAKULTETAS
ELEKTRONIKOS INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

doc. dr. G. Daunys

2005 06

AKIŲ JUDESIAI VIZUALINĖJE PAIEŠKOJE
Magistro darbas

Recenzentas

ŠU Technologijos fakulteto
Elektronikos katedros

prof. habil. dr. V. Lauruška

2005 06

Vadovas

prof. habil. dr. V. Laurutis

2005 06

Atliko

RM3 gr. stud.
L. Jagminienė

2005 06 06

Jagminiene L. Eye movements during visual search: Master thesis of electrical engineer/research advisor Prof. Hab. Dr. V. Laurutis; Siauliai University, Technological Faculty, Electrical Engineering Department. – Siauliai, 2005. – 46p.

SUMMARY

The theme of Master project of Electrical engineer is actual, because humans vision depends on possibility to perform saccadic eye movements and orient the eye so, that person could see concern targets in the view. The main saccadic movements use precipitated studies of characterizing their features.

The purpose of the theme is to find what can eye movements show about review and perception of the view.

Experiments are performed using contact-free eye movement research method. During experiment was filmed the eye of the investigative person.

In the work we viewed over methods of eye movement research and earlier performed eye movements research during review of the view. Also we performed two new experiments and did such conclusions:

1. Persons can control saccadic movement and instead of one movement to memorized target (when primary review is available) is performing some saccades, who are typical. In most primary review cases the error of final point is lesser.
2. We proved hypothesis, which says that viewing over objects the look is shifted to places, who can give more information.
3. We proved hypothesis, which says that in the case of continually alternating similar views arises lassitude, which smoothes perception.

The results of experiments we can use in computer adaptability for disable persons, publicity, warning signs, creation of automobiles and et. c.

TURINYS

IŽANGA	6
1. AKIŲ JUDESIŲ MATAVIMO METODAI	7
1.1 Elektrookulografinis metodas	7
1.2 Fotoelektrinis metodas	8
1.3 Ragenos atšvaito metodas	8
2. AKIŲ JUDESIŲ, APŽIŪRINT VAIZDUS, TYRIMŲ APŽVALGA	11
2.1 Taikymosi ir apsisprendimo procesai, žvilgsnio kontrolė.....	12
2.1.1 Paveikslo pateikimo principas.....	12
2.1.2 Vizualinės paieškos metodas.....	12
2.1.3 Žvilgsnio fiksavimo tyrimas regimojoje vizualinėje paieškoje.....	14
2.1.4 Pirminio atsiradimo paieškos tyrimas	15
2.1.5 Atsiradimo paieška prieš erdvinės atminties paiešką	17
3. ŽVILGSNIS NUKREIPIAMAS Į DAUGIAUSIAI INFORMACIJOS SUTEIKIANČIAS VIETAS	19
3.1 Eksperimento eiga	19
3.2 Eksperimento rezultatai.....	20
4. PANAŠŪS VAIZDAI SUKELIA NUOVARGĮ, SLOPINA SUVOKIMĄ.....	24
4.1 Eksperimento eiga	24
4.2 Eksperimento rezultatai.....	24
IŠVADOS	45
LITERATŪRA	46

PAVEIKSLAI

1.1 pav. Prie tiriamojo odos priklijuotų elektrodų išdėstymo schema.....	7
1.2 pav. 1, 2, 3 ir 4 akies zonos, panaudojamos akių judesiams matuoti.....	8
1.3 pav. Ragenos atšvaito formavimo schema.....	9
1.4 pav. Videookulografinio matuoklio struktūra.....	10
2.1 pav. Suskirstymo pasirinkimas tyrime.....	13
2.2 pav. Akių judesiai vizualinės paieškos užduotyje.....	14
2.3 pav. Pavaizduotas „stambus – smulkus“ suskaidymo sakadinis taikymas.....	16
2.4 pav. Bandymo su išankstine peržiūra ir be jos palyginimas.....	17
3.1 pav. Pirmasis apžiūrimas paveikslėlis.....	20
3.2 pav. Antrasis apžiūrimas paveikslėlis.....	21
3.3 pav. Trečiasis apžiūrimas paveikslėlis.....	22
3.4 pav. Ketvirtasis apžiūrimas paveikslėlis.....	23
4.1 pav. Pakeisti paveikslėliai, pirmieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	26
4.2 pav. Pakeisti paveikslėliai, antrieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	28
4.3 pav. Pakeisti paveikslėliai, tretieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	30
4.4 pav. Pakeisti paveikslėliai, ketvirtieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	32
4.5 pav. Pakeisti paveikslėliai, penktieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	34
4.6 pav. Pakeisti paveikslėliai, šeštieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	36
4.7 pav. Pakeisti paveikslėliai, septintieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	38
4.8 pav. Pakeisti paveikslėliai, aštuntieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	40
4.9 pav. Pakeisti paveikslėliai, devintieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	42
4.10 pav. Pakeisti paveikslėliai, dešimtieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis.....	44

IŽANGA

Žmogaus regėjimas labai priklauso nuo sugebėjimo atlikti akių sakadinius judesius ir orientuoti akį taip, kad matytų rūpimus taikinius vaizde. Pagrindinė sakadinių judesių nauda paspartino pastangas charakterizuoti jų savybes. Tyrimų įvairovė atskleidė užduočių, išvalgumo ir vizualinių savybių, sąlygojančių taikinio pasirinkimo stimulus, lydimus tikslumo ir fiksacijos trukmės. Sukoncentruojant žvilgsnį į atskiras detales suprantamas matomas vaizdas. Žvilgsnio pakeitimas erdvėje turi būti apdorojamas okulomotorinės sistemos. Ši sistema turi turėti informacijos kur perkelti žvilgsnį. Vienas geriausių šios informacijos šaltinių yra atsiradęs vaizdas. Akių judesių tyrimai gali padėti pritaikant kompiuterį neigaliųjų darbui, kurie kompiuteriu gali dirbti būtent akimis, komandų vykdymui tiesiog fiksuodami žvilgsnį į tam tikrus paveikslėlius (ikonas). Taip pat įvairiose kitose srityse. Pavyzdžiui, reklamoje gatvėse, kad ji būtų pastebėta, įspėjamuosiuose ženkluose ar net automobilių kūrime, kad svarbiausi prietaisai būtų greitai ir lengvai pastebimi bei surandami.

Šio darbo tikslas yra išsiaiškinti ką akių judesiai gali atskleisti apie vaizdų apžiūrą ir suvokimą. Tikslui pasiekti atlikti šie uždaviniai:

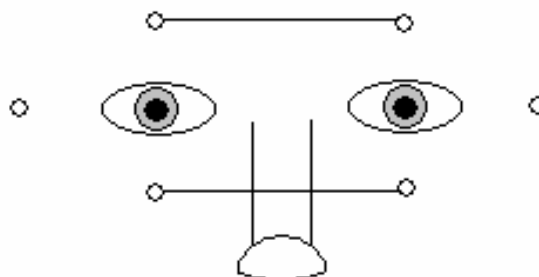
- 1) Akių judesių tyrimo metodų apžvalga;
- 2) Atliktų akių judesių tyrimų, apžiūrint vaizdus, apžvalga;
- 3) Įrodymas hipotezės, teigiančios, kad apžiūrint objektus žvilgsnis yra nukreipiamas į tas vietas, kurios gali suteikti daugiausiai informacijos [2]. Tai gali būti įvairiausia informacija priklausomai nuo paveikslo. Įvairios formos, spalvos, gerai pažįstami daiktai. Jei tai žmogus – jo veidas, kūno padėtis ir pan.
- 4) Įrodymas hipotezės, teigiančios, kad nuolat keičiantis panašioms vaizdams atsiranda nuovargis, susidomėjimo praradimas, kuris slopina suvokimą [5].

1. AKIŲ JUDESIŲ MATAVIMO METODAI

Išmatuoti akių judesius techniškai nėra lengva, nes akis yra labai jautrus organas, giliai paslėptas akiduobėje. Visi dabar žinomi akių judesių matavimo metodai gali būti suskirstyti į kontaktinius ir bekontakčius [1].

1.1 Elektrokulografinis metodas

Vienas iš seniausiai naudojamų ir labiausiai paplitusių bekontakčių akių judesių matavimo metodų yra elektrokulografinis metodas (EOG). Šiuo atveju yra panaudojamas akies obuolyje tarp tinklainės ir ragenos esančio elektrinio dipolio potencialas, kurio dydis yra nuo 0,4 iki 1 mV, ir ragena yra teigiama tinklainės atžvilgiu. Elektrinio lauko potencialas gali būti išmatuotas elektrodais, priklijuojamais prie odos aplink tiriamojo akį, kaip parodyta 1.1 paveiksle. Kai tiriamasis žiūri tiesiai priešais save, akis yra pradinėje padėtyje ir elektrostatinis dipolis būna statmenas vertikaliai ir horizontaliai išdėstytiems elektrodams, todėl potencialų skirtumas tarp 1 ir 2 bei 3,5 ir 4,6 elektrodų yra lygus nuliui.

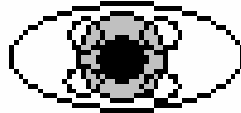


1.1 pav. Prie tiriamojo odos priklijuotų elektrodų išdėstymo schema.

Pasisukus akiai, elektrostatinis dipolis taip pat pasisuka, todėl potencialų skirtumai tarp horizontaliai ir vertikaliai išdėstytų elektrodų bus proporcingi akies posūkių kampų aplink vertikaliąją ir horizontaliąją ašis sinusams. Ant odos priklijuojamų elektrodų gautų potencialų skirtumą išmatuoti nėra paprasta. Pirmiausiai šie potencialai yra maži, nes jų jautris ne didesnis kaip 20-50 mikrovoltų vienam kampiniam laipsniui ir priklauso ne tik nuo bendro akies apšvietimo, bet ir nuo stebimo taikinio spalvos bei dydžio. Antra, matuojamasis potencialas yra veikiamas raumenų veiklą valdančių elektrinių neurosignalų. Trečia, tarp odos ir elektrodo laikui bėgant susiformuoja nepastovus potencialų skirtumas, kuris turi įtakos matavimo rezultatams. Ketvirta paklaidų priežastis yra pašalinių elektromagnetinių laukų žmogaus audiniuose ir jungiamuosiuose laidininkuose indikuoti signalai. Dėl visų minėtų priežasčių matavimo EOG metodu tikslumas neviršija 1 – 2 kampinių laipsnių. Taigi šiuo metodu neįmanoma išmatuoti akies mikrojudiesių.

1.2 Fotoelektrinis metodas

Šis metodas remiasi fizine akies savybe skirtingomis vietomis nevienodai atspindėti šviesos spindulius. Akių judesiams matuoti plačiai naudojama skiriamoji riba tarp gerai šviesą atspindinčios ragenos ir pusiau absorbuojančios rainelės. Šiam tikslui, panaudojant šviesos diodus, į pasirinktas akies zonas, kurios parodytos 1.2 pav., yra nukreipiami infraraudonųjų spindulių šviesos srautai.



1.2 pav. 1, 2, 3 ir 4 akies zonos, panaudojamos akių judesiams matuoti.

Atspindėjęs šviesos srautas yra priimamas fotodiodais, kuriais suformuojami elektriniai signalai. Pasisukus akiai, dėl šviesos srauto sugėrimo rainelėje iš vienu zonu gauti šviesos srautai, o kartu elektriniai signalai padidėja, o iš kitų sumažėja. Grupuojant šiuos signalus, gautus iš 1 ir 2 bei 3 ir 4 zonu, ir formuojant iš jų skirtuminį signalą, gaunama vertikali akies posūkio dedamoji. Atitinkamai grupuojant signalus iš 1 ir 3 bei 2 ir 4 zonu ir juos atimant, gaunama horizontali dedamoji. Fotoelektriniai akių judesių matuokliai buvo konstruojami daugelyje šioje srityje dirbančių laboratorijų, nes šiuo principu veikiantys prietaisai yra vieni iš pigiausių. Tačiau kiekviena iš jų yra pasirinkusi savitą zonų išdėstymą ir konfigūraciją.

1.3 Ragenos atšvaito metodas

Kadangi akies obuolio ir ragenos spinduliai skiriasi, o akies obuolio ir ragenos centrai nesutampa, kaip matoma 1.3 pav., tai apšvietus akį lygiagrečiu šviesos spindulių pluoštu ir pasisukus akiai kampu A , menamas šviesos šaltinio vaizdas, kuris vadinamas ragenos atšvaitu, pasislenka nuotoliu x . Šis poslinkis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$x=(S-G)\sin A, \quad (1.1)$$

čia A – akies posūkio kampas, °;

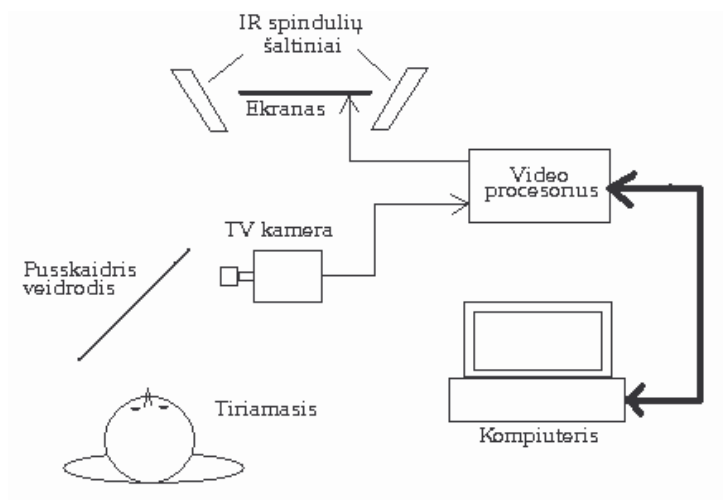
S – akies obuolio spindulys, mm;

G – ragenos spindulys, mm.

Esant vidinėms reikšmėms $S=13,3$ mm ir $G=8$ mm, galima apskaičiuoti, kad posūkis 12 laipsnių kampu suformuoja 1 mm ragenos atšvaito poslinkį. Nors ragenos atšvaito poslinkis yra nedidelis,

Antras paklaidų šaltinis dėl matuoklio perdavimo charakteristikos netiesiškumo ir vertikalios bei horizontalios kanalų sąryšio yra sumažinamas daugiataškio kalibravimo būdu. Prieš pradėdant registruoti akių judesius, operatorius savo žvilgsniu paeiliui turi fiksuoti nurodytą taškų matricą. Po to pagal gautus rezultatus yra nustatomi perskaičiavimo koeficientai, kurie koreguoja matavimo duomenis ne tik nustatytose vietose, bet ir tarp jų. Šiuo metodu netiesiškumo ir koordinatinių sąryšio paklaidos sumažinamos nuo 3-5 laipsnių iki 0,5 laipsnio.

Paklaidos dėl ragenos atšvaito konfigūracijos pasikeitimo ir visiško išnykimo yra sumažinamos panaudojant du infraraudonųjų spindulių (IR) šaltinius, išdėstytus horizontalia kryptimi, kaip parodyta 1.4 pav., kadangi akių judesiai horizontalia kryptimi turi didesnes amplitudes. Šiame įrenginyje videoprocесorius apdoroja iš videokameros gautą videosignalą. Išskirdamas abu šviesius ragenos atšvaitus, tamsų vyzdį ir apskaičiuodamas jų centrų koordinatas. Kompiuteris iš šių duomenų apskaičiuoja kampinius akies posūkius apie vertikaliąją ir horizontaliąją ašis bei iš daugiataškio kalibravimo rezultatų nustato perskaičiavimo koeficientus. Pasisukus akiai horizontalia kryptimi daugiau kaip 20 laipsnių, tolimesnis ragenos atšvaitas išnyksta. Tuomet akies kampinės koordinatės nustatomos tik iš vieno ragenos atšvaito ir vyzdžio centro duomenų. Suprojektuotas įrenginys sutrumpintai gali būti vadinamas videookulografu. Jo matavimo diapazonas apima akių judesių amplitudžių horizontalioje ir vertikalioje ribas, o matavimo tikslumas yra ne mažesnis kaip 1 laipsnio kampas. Puskaidris veidrodis neapriboja matymo lauko.



1.4 pav. Videookulografinio matuoklio struktūra.

2. AKIŲ JUDESIŲ, APŽIŪRINT VAIZDUS, TYRIMŲ APŽVALGA

Kai akys nejuda vis vien yra mikrojudiesiai, kurių pagalba suvokiame aplinką, aplink išdėstytus objektus. Reikėtų paminėti, kad akių judesiai gali būti sakadiniai (staigūs, trūkčiojantys) ir tolygūs. Sakadiniai judesiai dar gali būti mikrosakadiniai (mikro judesiai). Mikro judesiai vyksta nuolat ir mes jų kontroliuoti negalime. Tačiau kitus judesius galime ir kontroliuojame pagal aplinkybes ir poreikį. Sakadinius judesius galima stebėti kai tiriamasis apžiūrinėja nejudančius, pastovius vaizdus. Tolygūs judesiai stebimi, kai tiriamasis stebi judantį tašką ar vaizdą, jį seka akimis. Tarp sakadinių judesių nuolat vyksta nedidelis pauzės, kurių metu užfiksuojamas vaizdas, kad galėtume jį suvokti. Pažymėtina, kad vizualaus taikinio padėtis erdvėje gali būti apibūdinama vektorine tinklainės atvaizdo padėtimi atsižvelgiant į geltonosios dėmės padėtį. Be suvokiamo stabilumo matomas pasaulis mums atrodytų nuolat judantis.

Jei neturėtume apibrėžtos informacijos apie vietą (paveikslą), kuri išlieka nekintanti kai akis juda akiduobėje negalėtume planuoti trumpalaikių nuoseklių tiriamų sakadų. Pavyzdžiui, skaitant tekstą fiksacijos labai trumpos. Tuomet ieškome taikinio (šiuo atveju žinomų žodžių) ir atskiros raidės gali būti atpažįstamos apie 50 % tikslumu. Trumpa ne tik fiksacija, bet ir sakados. Tai apsunkina okulomotorinės sistemos darbas. Reikia užfiksuoti vaizdą, apdoroti gautus duomenis ir suplanuoti kitą sakadą per žymiai trumpesnę laiką.

Hansen ir Skavenski pademonstravo, kad centrinė nervų sistema gali gerinti informaciją apie pastovią akių padėtį galvoje ir panaudoti sakadoms kontroliuoti į stabilų taikinį. Atliktas eksperimentas su beždžionėmis, kurio metu nustatyta, kaip kontroliuojamos sakados. Tamsoje uždegtas šviečiantis taškas, kurio švytėjimo trukmė apie 50 ms. Akys jį užfiksuoja. Tada šis taškas užgesinamas ir uždegamas kitas, kitoje vietoje. Žvilgsnis persoka prie kito šviečiančio taško ir jį užfiksuoja. Užfiksavus antrąjį tašką žvilgsnis grįžta į anksčiau buvusio taško vietą, nors pastarasis nešviečia. Pastebėtos paklaidos labai nedidelės. Toks pat bandymas pakartotas su žmonėmis patvirtino, kad sakadas galima kontroliuoti [9].

Tyrinėjant nejudantį vaizdą, žvilgsnis šokinėja iš vieno taško į kitą. Vaizdas apžiūrimas netolygiai. Dėl to atsiranda tinklainės klaidų ir vaizdas gali būti suformuotas ne visai tiksliai. Gali neatitikti jo reali padėtis erdvėje su matoma padėtimi. Įvedus į vaizdą judantį taikinį, kurį sekant akių judesiai tampa tolygūs, sumažėja tinklainės klaidų.

Stebint judančius vaizdus situacija šiek tiek kitokia. Kad žmogus galėtų suprasti vaizdą, jis turi jį užfiksuoti kaip nejudantį. Kol regėjimo sistema apdoroja užfiksuoto vaizdo duomenis, okulomotorinė sistema turi suplanuoti sakadą į kitą taikinį. Sakados amplitudė ir kryptis turi būti suplanuota taip, kad pasiektų reikiamą tašką erdvėje tuo momentu ir toje vietoje, kur taikiny bus po sakados.

Kai taikinio vijimosi greitis yra mažesnis už vienetą, dėl per greitų sakadinių judesių akis nepataiko į taikinį 10-20%, taip pat atsiranda vaizdo tinklainėje poslinkis. Susidaro prielaida, kad sekant judantį vaizdą akių judesiai yra labiau riboti, nei stebint nekintantį vaizdą.

Užrašyti sakadinių ir tolygių judesių komandas vienu metu daug lengviau nei jas nutraukti ar sumažinti sakadų metu. Priežastis, kodėl šis paprastas dalykas nėra įsisavintas, yra neaiški. Galbūt neįmanoma aktyvuoti sakadas ir tolygius judesius, bet šis paaiškinimas turėtų būti patikrintas neuropsichologinėmis priemonėmis.

2.1 Taikymosi ir apsisprendimo procesai, žvilgsnio kontrolė

2.1.1 Paveikslo pateikimo principas

Daugelyje eksperimentų tiriančių sakadas, taikiniai yra paprastos spalvotos figūros išdėstytos vienspalviame fone. Tačiau tokie eksperimentai neatitinka taikinio pasirinkimo duomenų realioje erdvėje. Natūralioje scenoje sakadinis taikinytis gali būti sudarytas iš kelių elementų. Realią sceną atitinkanti sistema turėtų atitikti bent tris kriterijus [6]:

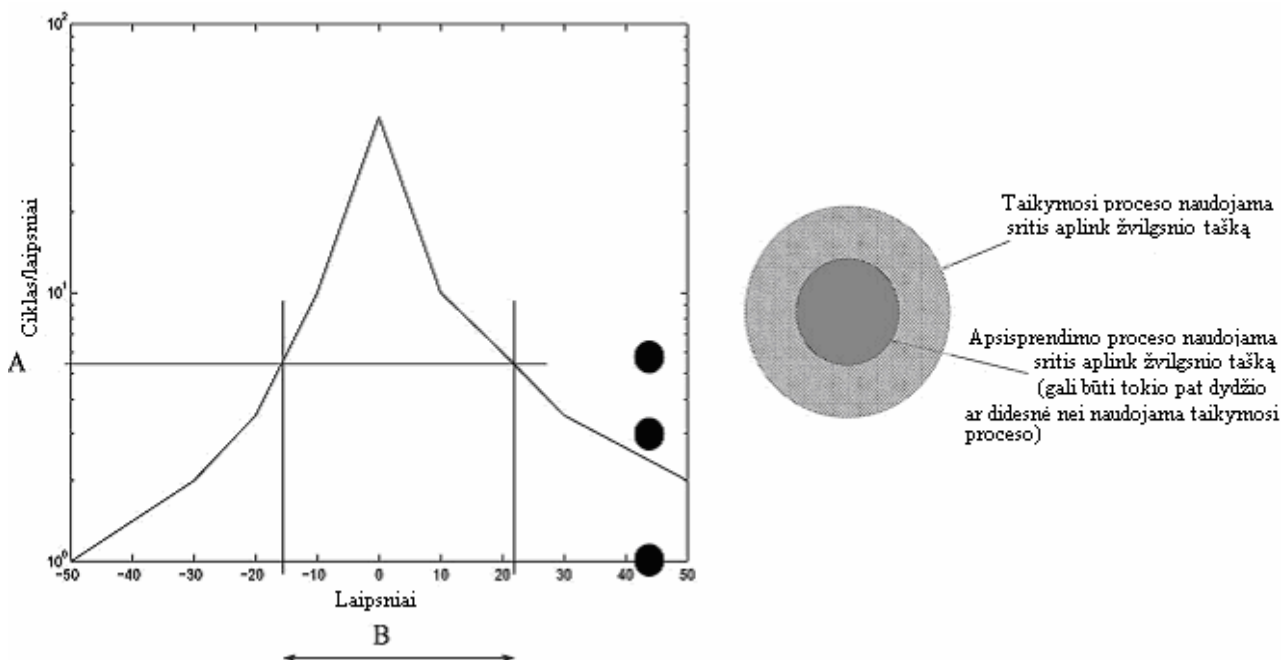
- 1) Pagrindas: visi elementai taikymuisi į vaizdo dalis turi būti išdėlioti apibrėžtai. Sakadiniai taikiniai gali kisti priklausomai nuo užduoties reikalavimų.
- 2) Greitis: taikiniai, žmogaus pasirinkimo modeliavimui, turi būti apskaičiuojami greitai.
- 3) Išdėstymas: taikinių apskaičiavimas turi turėti erdvines skales, nes nepageidaujama, kad taikinytis jau būtų žvilgsnio taške.

Reikalingi parametrai gali būti apskaičiuoti tiesiai iš optinės ašies. Sakadinių taikinių koordinatų skaičiavimas užbaigiamas koreliuojant taikinio atmintį su paveikslo pateikimo optine ašimi. Koreliacijos pikas reikš labiausiai patikusį taikinį paveiksle, leidžiantis atlikti sakadą į tą patį tašką.

2.1.2 Vizualinės paieškos metodas

Ankstesni vizualinės paieškos tyrimai rodo, kad paieškos procesas vyksta elementas po elemento, bet duomenys rodantys greitos ieškos laikus keliems sujungtiems elementams buvo per sudėtingi tyrimui. Daugiau naujesnių tyrimų rodo, kad paieška yra pagal sritis, taikantis į randamus taikinius lange, esančiame aplink žvilgsnio centrą. Lango dydis yra funkcija nuo greičio ir užduoties reikalaujamo tikslumo, ir atspindi ekrano charakteristikas „signalas – triukšmas“ (taikinytis – pašalinės detalės, fonas). Vėlesniame atvejuje, paieškos užduotis gali būti matoma, kaip viena iš dengiančių sceną dalių kol surandami nurodyti taškai. Reikalingas žvilgsnio taškas turi būti ieškomas ne elementas po elemento, bet gali atriboti dideles sritis [8].

Paveikslas 2.1 motyvuoja tyrimo pagal sritį panaudojimą nustatytam tinklainės vaizdo sprendimui. Kiekvienai paieškos užduočiai sprendimas turi būti pasirinktas ekrano „signalas – triukšmas“ pagrindu ir remiantis taikinio erdvinio suskaidymu. Paieškos procesui pasirinktas suskaidymas nulemia lango plotį.



2.1 pav. Suskirstymo pasirinkimas tyrime. Kairėje: suskaidymas kaip funkcija nuo tinklainės ekscentriškumo, su spėjamu paieškos langu. Dešinėje: Atskiri paieškos langai naudojami taikymuisi, kuris keičia žvilgsnį, ir sprendimai, iš kurių gaunama informacija elgsenai.

Aukštesnis „signalas – triukšmas“ reiškia, kad objektas gali būti atpažintas esant mažesniai suskaidymui, todėl gali būti naudojamas didesnis paieškos langas. Šio pasirinkimo reikšmė, kad toks pat suskaidymas naudojamas paieškos lange, netgi galimas didesnis suskaidymas. Suskaidymo naudojimas kaip paieškos parametras motyvuojamas paieškos eksperimento, kuris rodo, kad kiti paieškos parametrai pakeisti laikinoms aplinkybėms.

Vizualinės paieškos tyrimas sudarytas iš trijų atskirų procedūrų, kurios veikia nepriklausomai viena nuo kitos, kai tuo pačiu metu sprendžia tą pačią vizualinės paieškos užduotį:

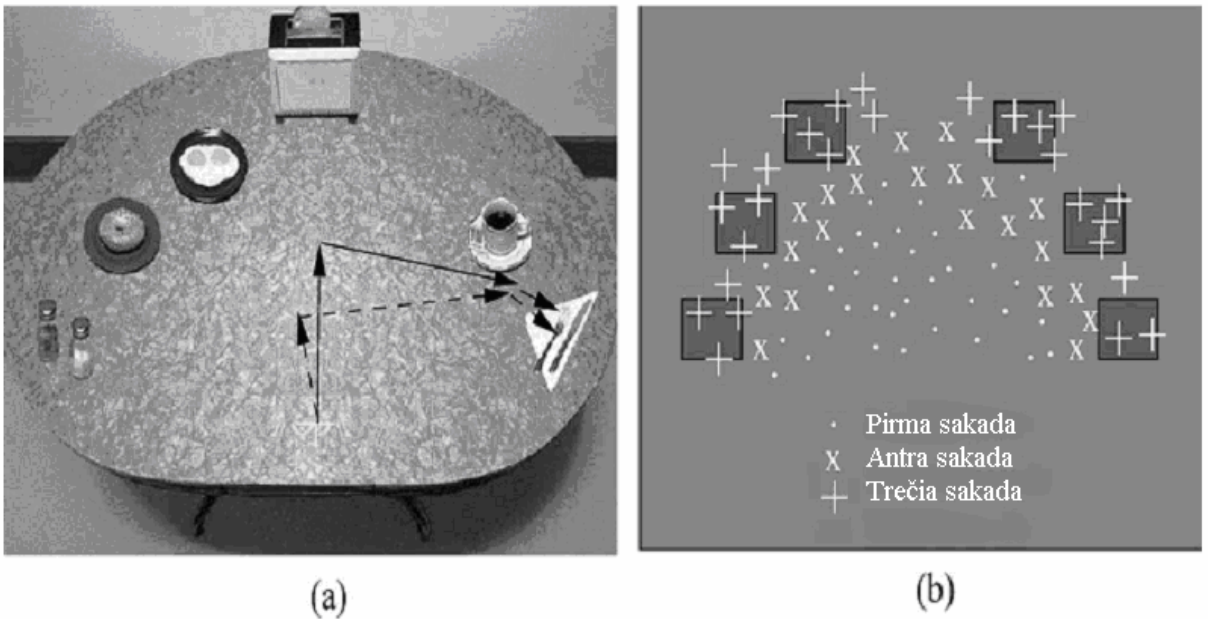
- 1) Taikymosi procesas kuris apskaičiuoja kitą tašką, kurį reikia užfiksuoti.
- 2) Sprendimo procesas, kuris paverčia duotus objektus į vaizdo sritį.
- 3) Okulomotorinis procesas, kuris priima tinklainės taikinio padėtį iš taikymosi proceso ir atlieka sakadą į taikinio vietą.

Šie procesai veikia konkurencingai, bet jie nėra specifiškai koordinuoti laike. Okulomotorinis procesas tęs akies judesio vykdymą tol, kol sprendimo procesas jo nenutrauks. Dabartinis geriausias taikinio vietos spėjimas yra kai fiksacijos užauga iki galimo suskaidymo. Taip pat nedomuliuojamas

sprendimo procesas, esmė ta, kad sprendimo procesas turi pasirinkti langą ir suskaidymą toki pat kaip ir paieškos procesas, nes žvilgsnio nukreipimas į taikinį ir taikinio suskaidymo analizavimas yra skirtingi skaičiavimai.

2.1.3 Žvilgsnio fiksavimo tyrimas regimojoje vizualinėje paieškoje

Žvilgsnio paieškos atlikimo tyrimo palyginimui su taikymosi elgsena panaudosime akių judesių duomenis vizualinės paieškos užduotyje [6]. Šiame eksperimente fiksacijų modeliai buvo apskaičiuoti naudojant paprastą paieškos pavyzdį. Buvo paimti natūralūs skirtingi vaizdai: vaikiška lovelė ir pietų stalas. Subjektai buvo paprašyti užfiksuoti tašką prie apačios $12^\circ \times 16^\circ$ ekrane. Jiems buvo duota viena sekundė susipažinimui su paveikslu, kuriame buvo tik vienas objektas fiksacijos taške ant realistiško pagrindo. Taip buvo daroma kas sekundę, didinant daiktų kiekį ant to paties pagrindo. Objektų vaizdai buvo dedami ant pagrindo galimomis padėtimis ($22,5^\circ$; 45° ; $67,5^\circ$; 112° ; 135° ir $157,5^\circ$ kiekvienas išdėstytas 7° ekscentriškumu) išilgai lanko centruoto subjekto inicijuotame fiksacijos taške (2.2 (a) pav.).



2.2 pav. Akių judesiai vizualinės paieškos užduotyje: (a) matome tipinį bandymą daugeliui sakadų (čia parodyta dviem skirtingiems objektams) sukeltų objekto sudaryto iš peilio ir šakutės. Pradinis fiksacijos taškas pažymėtas „+“; (b) pavaizduoti bendri akių judesiai atliekant daugelio pateiktų taikinių grupių paiešką kaip funkcija nuo šešių galimų taikinio objektų padėčių ant stalo.

Vėliau Subjektų buvo prašoma nurodyti (paspaudžiant mygtuką) kiek galima greičiau ir tiksliau, kur buvo parodytas elementas grupėje nuo vieno iki penkių objektų. Objektų konfigūracija buvo tokia pat kaip parodyta 2.2 (a) paveiksle. Kiekvienam subjektui kiekvienas paieškos bandymas buvo atliekamas su ta pačia objektų pozicija ir konfigūracija. Bandymai buvo sudalinti į esančių taikinių ir nesančių taikinių būklės nustatytose vieno, trijų ir penkių elementų grupėse. Pagrindo objektai visą laiką buvo rodomi. Akių judesiai buvo įrašomi subjektams atliekant užduotį spalvotuose ir pilkuose taikinių ir vaizdų paveiksluose. Reikėtų pažymėti, kad įrašant akių judesius subjektui nebuvo nurodyti akių judesiai, išskyrus pradinio taško užfiksavimą. Užduotis buvo tiesiog pasakyti, kur objektas yra arba jo nėra.

Tipiniai gauti šios užduoties akių judesiai parodyti 2.2 (a) paveiksle. Vienas iš labiausiai stebinančių rezultatų buvo tai, kad vietoj vieno judesio į įsimintą taikinio padėtį, keletas sakadų yra tipinės su kiekviena sėkminga sakada judant arčiau taikinio padėties (2.2 (b) pav.).

2.1.4 Pirminio atsiradimo paieškos tyrimas

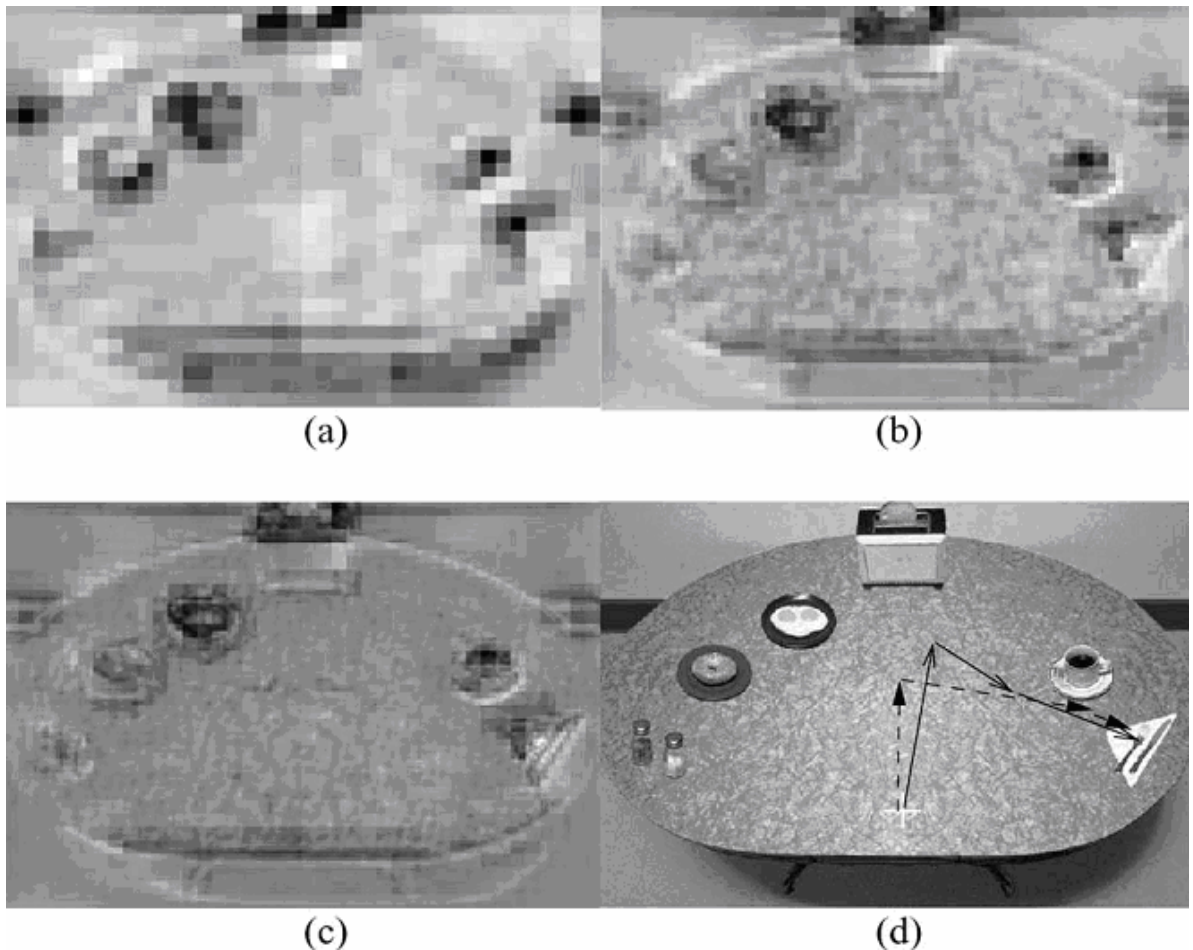
Anksčiau aprašytas paprastas tyrimas negali pateikti duomenų apie eksperimentiškai gautas daugines fiksacijas, kai „laimėtojas – gauna – viską“ strategija reiškia, kad įvertinama vienintelė sakada. Tačiau dauginės fiksacijos gali būti lengvai tiriamos jei reljefo žemėlapis apskaičiuojamas trimis būdais [4]:

- 1) Reljefo žemėlapio skaičiavimas atliekamas lėčiau, nei reikia laiko atlikti akies judesį. Tai reikš, kad akių judesiai atliekami į taikinio padėtį esant pradiniam reljefo žemėlapiui, o ne laukiant kol bus apskaičiuotas galutinis žemėlapis.
- 2) Reljefo žemėlapis apskaičiuojamas naudojant didesnės erdvinės skalės filtrus, pridėdant reljefo informaciją iš tinkančių skalių, kurias, bėgant laikui, nustato paieškos procesas. Motyvacija gaunama iš duomenų ir kelių bandymų, kurie rodo, kad mažesnės erdvinės skalės įtakoja sprendimo procesą greičiau, nei didesnės.
- 3) Labiausiai patinkančio taikinio padėtis apskaičiuojama, naudojant pasvertųjų vidurkių schemą, geriau, nei vien naudojant „laimėtojas – gauna – viską“ mechanizmą. Sujungiant 1) ir 2), galima manyti, kad ankstyvi akių judesiai yra nukreipti į „svorio centro“ padėtį, kai tik stambi skalė aprašo objektų informaciją ir naudojamas pagrindas tik pradinėje paieškos stadijoje, kartu nukreipiamas pasvertųjų vidurkių modelis į vaizdo centrą. To darymo motyvacija ta, kad žinoma, jog kai kuriais atvejais sakados pateikia „svorio centro“ savybes ir praranda pusiaukelę tarp potencialių taikinių. Pirmuoju judesiu į centrą tikimasi, kad tai bus „svorio centro“ efektas, motyvuotas daugelio potencialių vaizdo taikinių.

Modifikuotas taikymosi modelis pritaikytas turimam vaizdai. 2.3 paveiksle matome reljefo žemėlapių po kiekvienos iteracijos su vidutiniu ir aukščiausiu dažniais, parodytais atitinkamai (b) ir (c). Paveikslo (d) dalis rodo Šiam paveikslui sugeneruotų fiksacijų seką, kartu su sudarytomis

žmogaus. Abiem atvejais taikiny (sudarytas iš šakutės ir peilio) buvo tas pats. Analizė „stambus – smulkus“, kartu su „svorio centro“ efektu gali sudaryti fiksacijų bandymą, kurį žmogus atliktų su šiuo paveikslu.

2.3 paveiksle reljefo žemėlapis turi būti pasirenkamas žvilgsniu. Tikslingai tai nėra padaryta. Kai manome, kad pasirinkimas padarytas iš pradžių, tai reiškia, kad jis nebus keičiamas pažymint taikinį, todėl reljefo žemėlapis negali turėti pirmenybės sprendimui taikymosi metu. To priežastis negali būti akivaizdi: jei taikiny bus pasirinktas dėl kokios nors koreliacijos, taikinio koreliacijos funkcija turi būti pritaikyta priklausomai nuo taikinio ekscentriškumo. Priešingu atveju neteisintas taikiny, esantis netoliese gali būti pasirenkamas geriau nei tikrasis taikiny. To išvengiama modelyje pasirenkant suskaidymą „signalas – triukšmas“ ekrano savybių pagrindu ir naudojant to suskaidymo dalis išskylančias paieškos lange.



2.3 pav. Pavaizduotas „stambus – smulkus“ suskaidymo sakadinis taikymasis. Žmogaus sakados pavaizduotos punktyrine linija, apskaičiuotos – ištisine.

2.1.5 Atsiradimo paieška prieš erdvinės atminties paiešką

Modelyje ir eksperimente nėra iš anksto žinoma specifinė taikinio padėtis prieš pateikiant paieškos ašį. Abiem atvejais žinoma tik informacija, kaip taikinyje atrodo, neaišku kur jis yra, ir paieškos strategija pagrįsta pirmiausiai objektų atsiradimu. Atrodo, kad informacija apie objektų padėtis pagrįsta vėliau einančiuose paveiksluose pirminių fiksacijų padėtimi, turės įtakos paieškos procesui. Psichologinės ir fiziologinės savybės parodo galimybę atlikti sakadas informacijos apie erdvinę padėtį pagrindu. Pirminė padėtis taip pat sumažina sakadų sugaišimo laiką į tą padėtį. Kaip ten bebūtų, nėra aišku kokį vaidmenį atlieka erdvinė informacija kai stimulus pateikiamas tinklainėje ir gali būti pasirinktas atsiradimo pagrindu, kaip yra natūralaus žiūrėjimo atveju, kur subjektas paprastai turi atliktas multipleksines fiksacijas vaizde. Natūralu iš užduoties aiškumo, tokio kaip duomenų įvedimas, tikėtis, kad erdvinė informacija atlieka vaidmenį taikymosi procese [7]. Taigi, pridėdama erdvinę informaciją prie užduoties turėtų įtakoti taikymosi strategiją.

Žiūrint, ar erdvinė informacija papildžius atsiradimo faktorius, pasikeis paieškos bandymas, atliktas vizualinės užduoties modifikavimas aprašytas aukščiau, kur subjektams buvo leidžiama trumpai apžiūrėti paieškos vaizdą (nežinant paieškos taikinio) atskiru intervalu, prieš nurodant paieškos taikinį. Subjektams buvo duodama 1 sekundė pažiūrėti paieškos vaizdą prieš nurodant taikinį. Šiuo periodu jie galėjo laisvai perkėlinėti žvilgsnį ir buvo leidžiama fiksuoti atskirus individualius taikinius. Likusioji eksperimento dalis tokia pat kaip anksčiau. Subjektai sulaukė žvilgsnį ties pradinio fiksavimo žyme, buvo pateiktas taikymosi objektas atsižvelgiant į paieškos vaizdą. Akių judesių duomenų analizė parodė, kad vienietinės sakados buvo apytiksliai tikslios, kaip pavaizduota 2.4 paveiksle.



a)



b)

2.4 pav. Bandymo su išankstine peržiūra ir be jos palyginimas: a) pažymėta sakada, kai buvo išankstinė apžiūra; b) sakados, kai nebuvo išankstinės apžiūros.

Daugeliu, bet ne visais, pradinės apžiūros atvejais, inicijuoto galutinio taško paklaida buvo 1° ir mažesnė. Spėjama, kad subjektai naudojo objekto erdvinę padėtį kaip integruotą paieškos proceso dalį. Priedo, apsisprendimo reakcijos laikas buvo maždaug 100 ms greitesnis, kai buvo leidžiama prieš bandymą pažiūrėti į vaizdą, tikintis, kad padėties informacija palengvins paieškos procesą. Toks pirminis žinojimas sąlygojo tikslesnį sakadinį taikymąsi tais atvejais, kai taikinio padėtis buvo išiminta pirminės peržiūros metu. Svarbu prisiminti, kad subjekto užduotis buvo paprasčiausiai mygtuko paspaudimu atsakyti ar nurodytas taikinys buvo pateiktas, ar ne. Nebuvo pateikta jokių instrukcijų apie akių judesius, išskyrus pirminio taško užfiksavimą prieš pateikiant paveikslą. Kadangi stebėtojai erdvinę ir atsiradimo informaciją integruoja į natūralią paieškos strategiją, tai patikslina sakadas.

3. ŽVILGSNIS NUKREIPIAMAS Į DAUGIAUSIAI INFORMACIJOS SUTEIKIANČIAS VIETAS

Kasdieniniame gyvenime mus supa daugybė objektų, formų, spalvų. Į vienus jų atkreipiame dėmesį, kitų tarsi nepastebime. Iškyla klausimas, kaip iš visų objektų mes išskiriame mums svarbią informaciją. Egzistuoja hipotezė, kad apžiūrint objektus žvilgsnis yra nukreipiamas į tas vietas, kurios gali suteikti daugiausiai informacijos [2]. Tai gali būti įvairiausia informacija priklausomai nuo matomo vaizdo. Įvairios formos, spalvos, gerai pažįstami daiktai. Jei tai žmogus – jo veidas, kūno padėtis ir pan. Šioje darbo dalyje atliksime eksperimentus, pasinaudodami filmavimo kamera ir rodydami tiriamajam paveikslus bei pabandysime įsitikinti hipotezės teisingumu.

3.1 Eksperimento eiga

Eksperimentui parenkame keturis paveikslėlius. Dviejuose paveikslėliuose tuščių plotų yra labai nedaug, taigi šie paveikslėliai turi labai daug informacijos, likusiuose dviejuose pagrindinė informacija sutelkta paveikslėlių centruose, papildomos detalės kaip fono elementai. Tiriamajam nebuvo duota jokia papildoma užduotis. Jam tiesiog reikėjo apžiūrėti paveikslėlį.

Eksperimentas atliekamas pasinaudojant video kamera. Filmuojama kairė tiriamojo akis tuo metu, kai jis apžiūrinėja paveikslėlį. Video kamera nejudamai pritvirtinta ir filmuoja tiriamojo akį iš apačios, tiriamajam netrukdydama apžiūrinėti vaizdą monitoriuje. Pirmiausiai atliekamas kalibravimas, kurio metu tiriamasis turi fiksuoti žvilgsnį tie keturiais taškais monitoriaus kraštinių centruose. Vėliau pateikiamas paveikslėlis, kurį tiriamasis apžiūri ir vėl pakartojamas kalibravimas.

Gauta filmuota medžiaga apdorojama specialia programa ir gaunamos vyzdžio centro taškų x ir y koordinatės. Vėliau gauta informacija apdorojama MatLab aplinkoje. Pasinaudojant žinomais atstumais nuo filmavimo kameros iki akies, bei nuo akies iki monitoriaus, taip pat žinant atstumą nuo monitoriaus centro iki kraštinės apskaičiuojamas akies pasukimo kampas, randami atitikmenys su pikseliais ir nustatomos akies vyzdžio centro koordinatės, bei jų pokyčiai keičiantis kiekvienam kadru.

Atliekant eksperimentą susiduriame su problema, kad filmuojama akis nėra monitoriaus, kuris apžiūrinėjamas, centre, taigi reikia apskaičiuoti papildomus koeficientus, žiūrėjimo taškų projektavimui į paveikslėlio centrą. Taip pat prisideda galvos mikro judesiai. Tai apsunkina tikslių taškų projekcijų apskaičiavimą ir sudaro paklaidas.

Kad patalpinti apžiūros taškų matricą ant paveikslėlio ieškome anksčiau minėtų papildomų koeficientų. Tiksliai jų apskaičiuoti neįmanoma, ieškoma bandymo keliu. Atsižvelgiama į specifines paveikslėlių bei taškų matricos vietas, sutapdinimui. Tokiu būdu negalime tiksliai pasakyti į kurią vietą buvo žiūrima. Egzistuoja paklaidos, kurios skiriasi. Bandymų keliu suradus

šiuos papildomus koeficientus vienam paveikslėliui, negalime jų pritaikyti kitam. Taigi, kiekvienam eksperimentui koeficientų ieškome iš naujo. Ant paveikslėlių patalpinta apžiūros taškų matrica yra apytiksli ta prasme, kad visi taškai kartu paėmus iš tikrųjų gali būti pastumti į vieną ar kitą pusę, į viršų arba apačią. Toks eksperimentas yra apytikslis.

Tačiau nepaisant paklaidų bei netikslumų visgi galima gana tiksliai pasakyti į kurias paveikslėlio sritis buvo kreipiamas didžiausias dėmesys. Parodysime tai eksperimento rezultatais.

3.2 Eksperimento rezultatai

Kaip minėjome, eksperimentui buvo parinkti keturi paveikslėliai. Pirmasis turi labai daug detalių, kurios nedaug kuo skiriasi viena nuo kitos ir užpildo beveik visą paveikslėlio plotą. Fono elementų yra labai nedaug paveikslėlio pakraščiuose, tačiau ir jie turi įvairias formas bei spalvas. Taigi, paveikslėlis turi labai daug informacijos. Šis paveikslėlis ir apžiūros taškų matrica pateikti 3.1 paveiksle.



a)

b)

3.1 pav. Pirmasis apžiūrimas paveikslėlis: a) apžiūrėjimui pateiktas paveikslėlis, b) paveikslėlis su apžiūros taškų matrica.

Kaip matome didžiausias dėmesys buvo sukonzentruotas viršutinėje paveikslėlio dalyje ties objekto galva. Kitose srityse taškai pasiskirstę daugiau mažiau tolygiai. Apatinėje paveikslėlio dalyje taškų visai mažai. Iš to galima spėsti, kad tiriamajam daugiausiai informacijos teikia paveikslėlyje pavaizduoto subjekto galva. Kadangi sunku pasakyti kokia paveikslo nuotaika, ar kokia mintis jame paslėpta, natūralu, kad apžiūrinėjama galva, veidas [3]. Iš to žmogus spendžia apie būsenas, nuotaikas. Be to, tai gerai visiems pažįstamas dalykas.

Antrasis paveikslėlis šiek tiek panašus į pirmąjį detalių gausumu. Tačiau jis ir daug kuo skiriasi. Pirmiausiai pastebimas skirtumas paveikslėlio formoje. Jis nėra stačiakampis, kaip daugumai įprasta. Taip pat jame labai gausu gerai atpažįstamų detalių, kurios yra labai mažos ir išdėstytos visame plote. Reikėtų paminėti, kad šios detalės yra tarsi antrame plane. Pirmiausiai pažvelgus į šį paveikslėlį į akis krinta du vyriški veidai, gitara bei moters galva. Šis paveikslėlis pavaizduotas 3.2 paveiksle.



a)



b)

3.2 pav. Antrasis apžiūrimas paveikslėlis: a) apžiūrėjimui pateiktas paveikslėlis, b) paveikslėlis su apžiūros taškų matrica.

Kaip matome čia taip pat apžiūros taškai daugiausiai pasiskirstę viršutinėje paveikslėlio dalyje. Tačiau daugiausiai dėmesys sutelktas į kelis objektus. Tai berniukas su kopėčiomis ant stogo, maža žmogaus figūrėlė priešingoje pusėje, vyriškų veidų akių ir nosių zonos, bei moters

akys. Taip pat apžiūrėta viršutinės paveikslėlio dalies forma. Taigi, mano manymu, daugiausiai informacijos galima gauti iš žmonių, todėl daugiausiai į juos dėmesys ir yra koncentruojamas.

Trečiasis paveikslėlis kur kas įprastesnis. Jame pagrindiniame plane vaizduojama mergaitė su katinu ant rankų. Antrame plane mažos figūrėlės, medžiai bei pavėsinė. Šis paveikslėlis pateiktas 3.3 a) paveiksle.



a)



b)

3.3 pav. Trečiasis apžiūrimas paveikslėlis: a) apžiūrejimui pateiktas paveikslėlis, b) paveikslėlis su apžiūros taškų matrica.

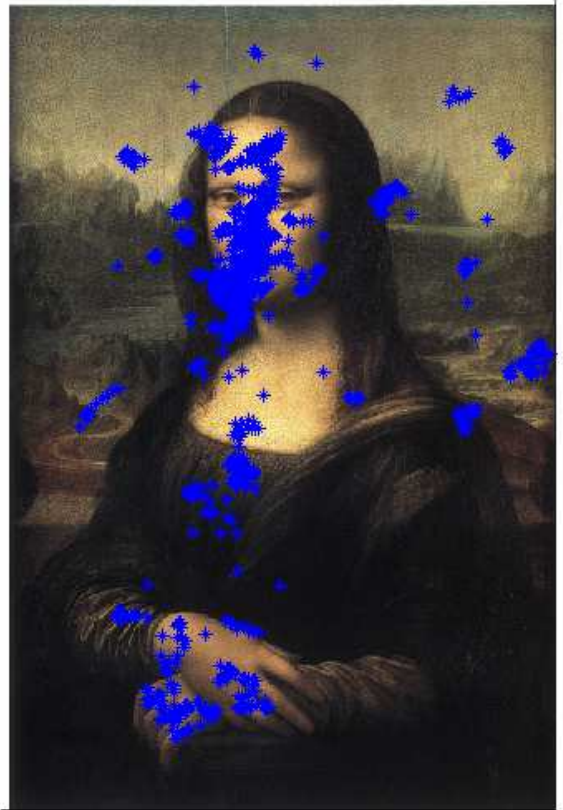
Kaip matome šiame paveikslėlyje taip pat netrūksta detalių. Tačiau čia aiškiai išskirtos kai kurios iš jų kaip svarbiausios. 3.3 b) paveiksle matome apžiūros taškų matricą. Kaip ir reikia tikėtis, taškai daugiausiai sukonzentruoti į centrinę dalį, t.y., mergaitę, bei šiek tiek apžiūrimos gėlės. Kiti fono elementai lieka tarsi nuošaly, labai didelė sritis apskritai nėra apžiūrima. Daugiausiai sutelkiamas dėmesys į mergaitės akis bei katą, taip pat į katino galvą. Sprendžiant iš apžiūros taškų, tiriamajam katinas labiau patinka nei mergaitė. Taigi, galima daryti prielaidą, kad apžiūrint vaizdus įtakos turi ne tik tai, kas gali suteikti daugiau informacijos, bet ir tai, kas paprasčiausiai labiau patinka tiriamajam.

Ketvirtasis paveikslėlis visiems gerai žinomas paveikslas „Mona Liza“. Jis pateiktas kartu su apžiūros taškų matrica 3.4 paveiksle.

Kaip ir reikia tikėtis apžiūros taškai sukonzentruoti į centrinę dalį. Didžiausias dėmesys sutelkiamas į veidą, konkrečiai lūpas ir šiek tiek mažiau dėmesio atkreipiama į rankas. Fono detalės praktiškai neapžiūrimos. Tai galima būtų paaiškinti dar ir tuo, kad šis paveikslas garsėja dėl subtilios moters šypsenos, ko gero ji labiausiai ir apžiūrima.



a)



b)

3.4 pav. Ketvirtasis apžiūrimas paveikslėlis: a) apžiūrėjimui pateiktas paveikslėlis, b) paveikslėlis su apžiūros taškų matrica.

Atlikus eksperimentą įsitikinome, kad dėmesys apžiūrint objektą koncentruojamas į daugiausiai informacijos galinčias suteikti vietas ir dar papildomai į tas vietas, kurios tiriamajam paprasčiausiai patinka.

4. PANAŠŪS VAIZDAI SUKELIA NUOVARGĮ, SLOPINA SUVOKIMĄ

Kiekvienas iš mūsų kasdien susiduriame su panašiais, nuolat besikeičiančiais vaizdais. Pavyzdžiui, gatvėje pravažiuojančiais automobiliais, stebėdami reklamą ar keliaujant tiesiog žiūrėdami pro langą. Tokiais atvejais retkarčiais mūsų dėmesį patraukia kokia nors detalė ir į ją sukoncentruojame žvilgsnį. Tačiau bendru atveju dažnai norisi tiesiog užsimerkti, pajuntame nuovargį ar suprantame, kad kažko tiesiog nepastebėjome, „praleidome“ pro akis. Yra hipotezė, kuri teigia, kad nuolat keičiantis panašioms vaizdams atsiranda nuovargis, susidomėjimo praradimas, kuris slopina suvokimą [5]. Norėdami įrodyti šią hipotezę atlikome eksperimentus, kuriuos aprašysime šiame skyriuje.

4.1 Eksperimento eiga

Eksperimentui parenkame tris iš jau anksčiau matytų paveikslėlių (3.1, 3.2, 3.3 pav.). Tik šį kartą juose pakeičiame kai kurias detales. Atskiras paveikslėlių dalis apverčiame ar apsukame. Eksperimente dalyvauja trys tiriamieji. Jiems pateikiama po dešimt pakeistų paveikslėlių. Kiekvienas paveikslėlis keičiamas kas 30 sekundžių. Prieš atliekant eksperimentą tiriamieji galėjo apžiūrėti pradinis, nepakeistus, paveikslėlius neribotą laiką. Jiems buvo duota užduotis surasti paveikslėliuose pakeistas vietas. Eksperimento atlikimo metodas ir rezultatų apdorojimas analogiškas 3.1 poskyryje aprašytam metodui.

4.2 Eksperimento rezultatai

Žemiau pateiktuose paveikslėliuose žalias stačiakampis žymi pakeistą vietą. Tiriamiesiems jis nebuvo išryškintas, taigi pakeitimus jie galėjo pamatyti tik pagal formų, detalių, spalvų neatitikimą. Taip pat reikia įvertinti tai, kad du iš šių paveikslėlių yra neįprasti, susidedantys iš labai daug detalių ir gali būti sunku pasakyti, ar tam tikrose vietose yra kažkas pakeista, ar taip turi būti. Taip pat ganėtinai sunku įsiminti šiuos du paveikslėlius. Paveiksle 4.1 matome pirmuosius pakeistus paveikslėlius su apžiūros taškų matricomis. Dviem tiriamiesiems teko vienodos pakeistų paveikslėlių serijos, taigi galima akivaizdžiau palyginti tyrimo rezultatus. Iš karto galime pamatyti paveikslėlių neįprastumo ir sudėtingumo įtaką rezultatams. Pirmojo tiriamojo (4.1 a) pav.) apžiūros taškai sukoncentruoti daugiausiai šiek tiek kairiau paveikslėlio centro ir praktiškai neapžiūrima pakeista vieta, taigi akivaizdu, kad jis nerado pakeistos vietos. Antrojo tiriamojo (4.1 b) pav.) apžiūros taškai taip pat sukoncentruoti arti centro ir labai mažai dėmesio skiriama pakeistai paveikslėlio vietai. Jis taip pat nepastebėjo pakeistos vietos. Tuo tarpu trečiojo tiriamojo (4.1 c) pav.) rezultatai rodo, kad jis surado pakeistą vietą. Aiškiai matyti apžiūros taškų koncentracija ties

kojos pertrūkiu. Kaip minėjome, pakeistą vietą lengviausia rasti pagal paveikslėlio dalies neatitikimą bendram vaizdai forma ar spalva.



a)



b)



c)

4.1 pav. Pakeisti paveikslėliai, pirmieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

Paveiksle 4.2 matome antruosius paveikslėlius su apžiūros taškų matricomis. Čia jau galime teigti, kad pirmasis tiriamasis surado pakeistą vietą, nes jo apžiūros taškai daugiausiai sukonzentruoti ties pakeistos vietos kraštu. Tuo tarpu antrojo tiriamojo apžiūros taškai išsibarstę po centrinę paveikslėlio dalį ir tik vos keli taškai patenka į pakeistos vietos zoną. Tikriausiai buvo pakeista pernelyg maža detalė, kad jis galėtų ją nesunkiai surasti. Taip pat žvelgdami į trečiojo tiriamojo rezultatus matome, kad jo apžiūros taškai taip pat išsibarstę po paveikslėlį, tačiau tik vos keli užkliūna už pakeistos vietos. Darome prielaidą, kad vėlgi detalė nebuvo pastebėta dėl paveikslėlio sudėtingumo.



a)



b)



c)

4.2 pav. Pakeisti paveikslėliai, antrieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

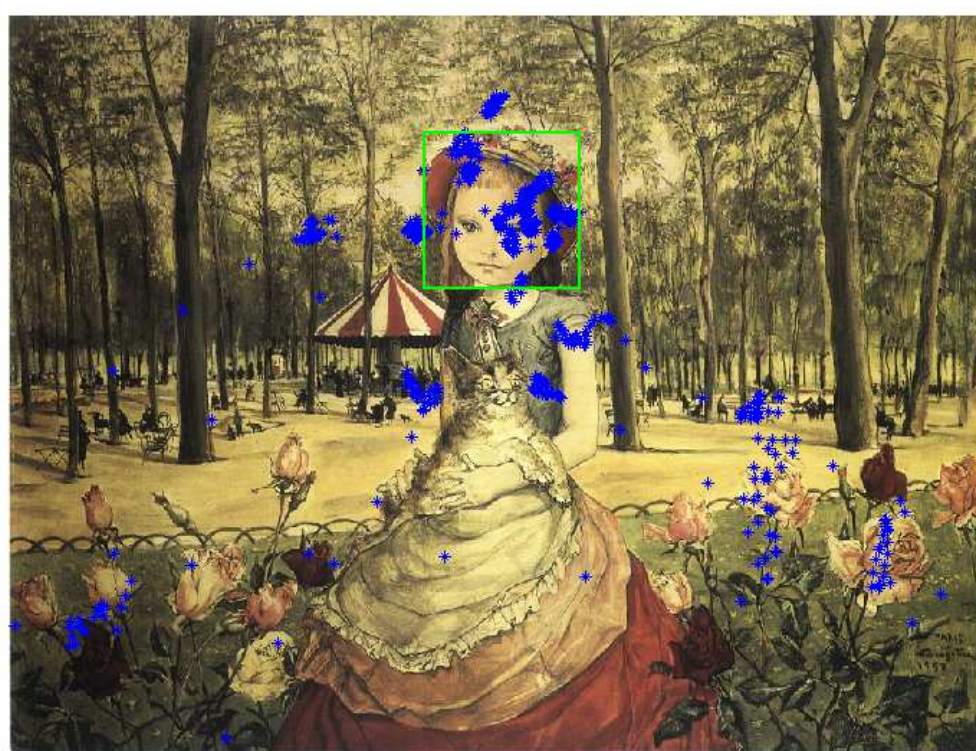
Trečiuosiuose paveikslėliuose visi trys tiriamieji pastebėjo pakeistas paveikslėlių vietas (4.3 pav.). Pirmojo tiriamojo apžiūros taškai daugiausiai sukonzentruoti ties pakeista vieta, t.y. ties stačiakampio kraštinėmis bei ryškiausiai matomomis neatitikimo vietomis. Antrojo tiriamojo didžiausia taškų koncentracija matoma paveikslėlio viršutiniame kairiajame kampe. Tačiau taip pat matosi išsibarstę taškai ties stačiakampio kraštinėmis. Todėl darome išvadą, kad jis taip pat pastebėjo pakeistą vietą. Trečiojo tiriamojo didžiausia apžiūros taškų koncentracija matoma ties pakeista vieta. Nors nėra apžiūrimos stačiakampio kraštinės, tačiau žiūrint netoli jų matomas struktūros neatitikimas.



a)



b)



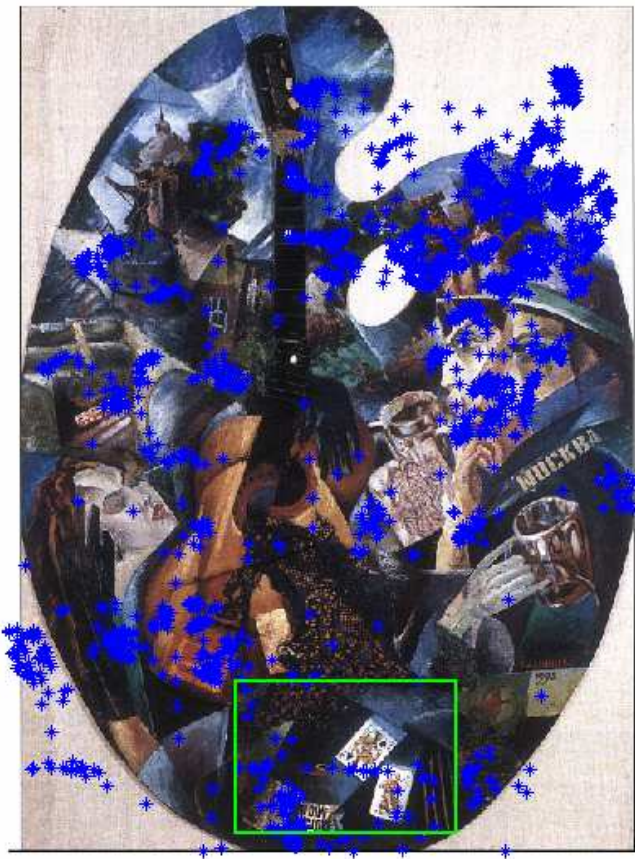
c)

4.3 pav. Pakeisti paveikslėliai, tretieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis:
a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

Ketvirtuosiuose paveikslėliuose situacija šiek tiek kitokia (4.4 pav.). Visų trijų tiriamųjų apžiūros taškai išsibarstę po paveikslėlius su panašiomis koncentracijomis. Žvelgdami į pirmojo tiriamojo rezultatus, nematome jokių požymių, kad jis pastebėjo pakeistą paveikslėlio vietą. Taškai beveik tolygiai pasiskirstę paveikslėlyje, nėra apžiūros vietos stačiakampio kraštinės. Antrojo tiriamojo rezultatuose matoma didesnė taškų koncentracija viršutinėje dešinėje paveikslėlio pusėje, tačiau taip pat nemažai dėmesio skiriama ir pakeistai vietai. Daugiausiai apžiūrima jos apatinė dalis. Todėl galime teigti, jog jis pastebėjo pakeistą vietą. Trečiojo tiriamojo apžiūros taškai taip pat išsibarstę paveikslėlyje, tačiau mažiausiai dėmesio skiriama būtent pakeistai vietai. Todėl teigiame, jog jis jos nepastebėjo.



a)



b)



c)

4.4 pav. Pakeisti paveikslėliai, ketvirtieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

Penktuosiuose paveikslėliuose matome, kad nei vienas iš tiriamųjų nerado pakeistos vietos (4.5 pav.). Pirmojo tiriamojo apžiūros taškai nėra labai išsibarstę paveikslėlyje, matoma didesnė jų koncentracija paveikslėlio centre bei viršutiniame dešiniajame kampe. Tačiau nei vienas taškas nepatenka į pakeistos vietos zoną. Analogiška situacija matoma ir antrojo tiriamojo rezultatuose. Nors jo apžiūros taškai labiau išsibarstę, tačiau jie visgi sukonzentruoti į centrinę paveikslėlio dalį ir praktiškai neapžiūrimi kraštai. Į pakeistą vietą pakliūna vos vienas taškas. Trečiojo tiriamojo rezultatai taip pat labai panašūs. Daugiausia dėmesio skiriama priešingai paveikslėlio pusei, nei yra pakeista vieta. Tiesa, matoma nedidelė taškų koncentracija virš pakeistos vietos, tačiau vėlgi pakeistos vietos jis nerado.



a)



b)



c)

4.5 pav. Pakeisti paveikslėliai, penktieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

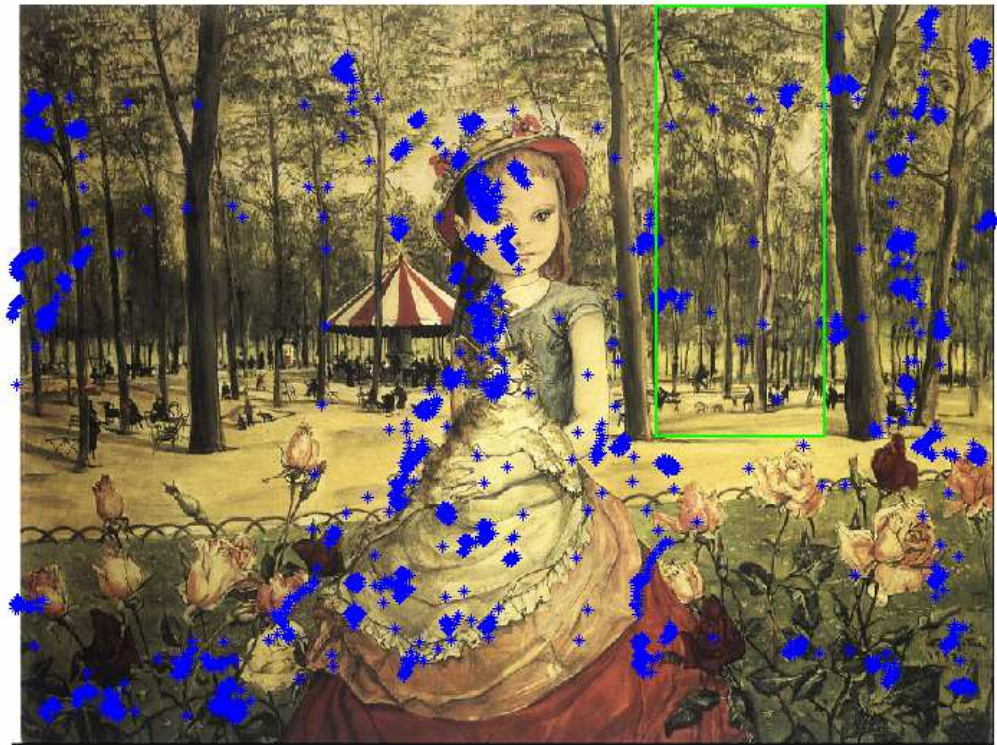
Paveiksle 4.6 matome šeštųjų paveikslėlių iš dešimties apžiūros rezultatus. Čia taip pat teigiame, kad nei vienas iš tiriamųjų pakeistos vietos nerado. Visų trijų tiriamųjų apžiūros taškai ganėtinai išsibarstę paveikslėliuose, tačiau nematome jų koncentracijos ties pakeistos vietos kraštinėmis ar pačia vieta. Netgi galime matyti, kad pakeistoms vietoms buvo skiriama mažiausiai dėmesio, todėl tvirtiname, kad pakeistos paveikslėlių vietos nebuvo surastos. Taip pat čia matome, kad tik vienas tiriamasis tolygiai apžiūrino paveikslėlį, tuo tarpu kiti du žvilgsnį koncentravo į atskiras vietas ar tiesiog akis „vedžiojo ratais“.



a)



b)



c)

4.6 pav. Pakeisti paveikslėliai, šeštieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

Paveiksle 4.7 matome septintųjų apžiūrėtų paveikslėlių rezultatus. Čia pirmojo tiriamojo apžiūros taškai vėlgi išsibarstę paveikslėlyje, matomos jų koncentracijos ties atskiromis vietomis. Tačiau vėlgi ties pakeista vieta didesnių koncentracijų nepastebime. Nėra apžiūrimos stačiakampio kraštinės, ar daugiau dėmesio skirta vidinei pakeistos vietos daliai. Taip pat nėra apžiūrimos vietos ir išorėje, netoli pakeistosios. Taigi vėl teigiame, kad tiriamasis pakeistos vietos nerado. Antrojo tiriamojo apžiūros taškų didžiausia koncentracija matoma viršutinėje paveikslėlio dalyje. Ir nors nėra apžiūrimos visos stačiakampio kraštinės, didžiausias dėmesys skiriamas vietai, kur aiškiausiai matomas fragmento neatitikimas visam paveikslėliui. Darome išvadą, kad tiriamasis pakeistą vietą pastebėjo. Trečiasis tiriamasis apžiūrėjo visą paveikslėlį, tačiau pakeistai vietai skyrė labai mažai dėmesio. vėlgi nematome didesnių taškų koncentracijų ties pakeistos vietos kraštais ar jos centre. Todėl teigiame, kad jis jos nerado.



a)



b)



c)

4.7 pav. Pakeisti paveikslėliai, septintieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

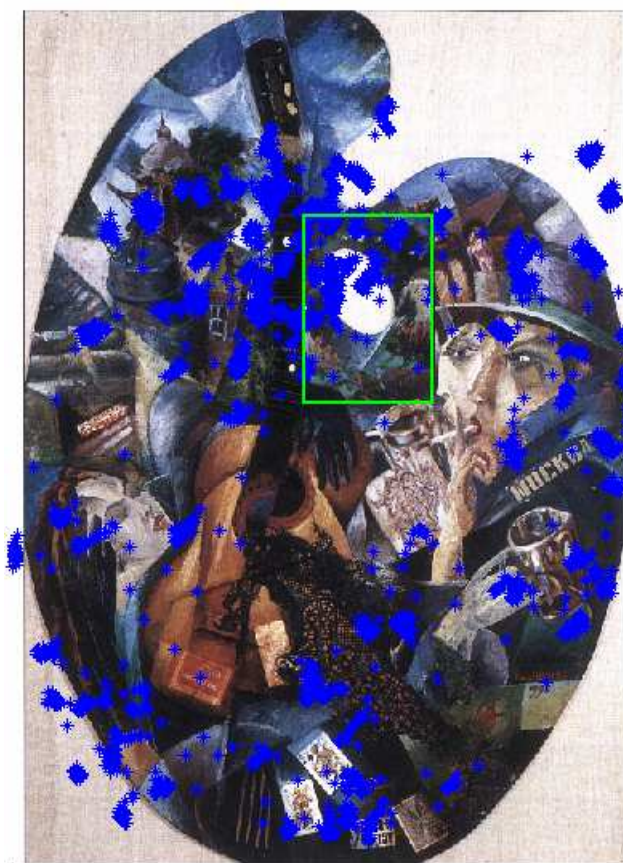
Aštuntuosiuose rezultatuose (4.8 pav.) matome, kad du tiriamieji rado pakeistas vietas. Pirmojo tiriamojo apžiūros taškai nėra išsibarstę paveikslėlyje, didžiausia jų koncentracija dešiniajame krašte ties pakeista vieta bei žemiau jos. Teigiame, kad jis surado pakeistą vietą beveik iš karto, tik pradėjęs apžiūrinėti paveikslėlį. Antrasis tiriamasis žvilgsniu tarsi atsitiktinai užkliudė pakeistą vietą ir daugiausiai dėmesio skyrė mergaitės galvai. Todėl galime teigti, jog jis nerado pakeistos vietos. Trečiojo tiriamojo apžiūros taškai išsibarstę paveikslėlyje, bet didžiausia jų koncentracija matoma viršutinėje paveikslėlio dalyje ties pakeista vieta ir greta jos. Todėl teigiame, kad jis surado pakeistą vietą.



a)



b)



c)

4.8 pav. Pakeisti paveikslėliai, aštuntieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

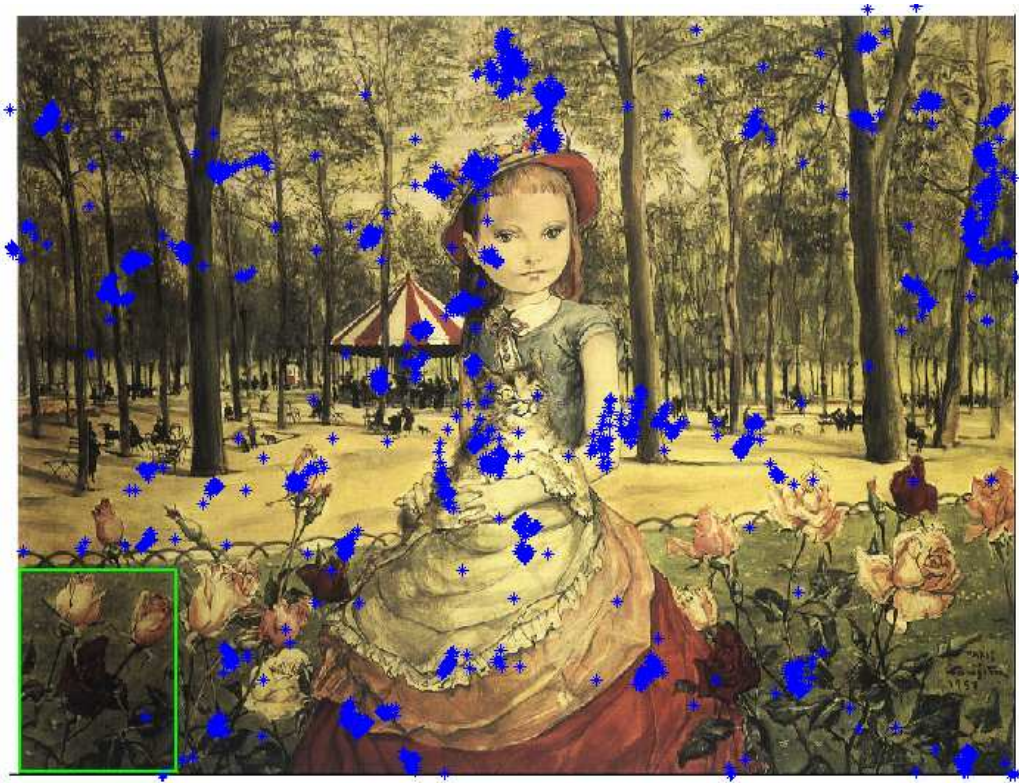
Paveiksle 4.9 matome devintųjų apžiūrėtų paveikslų rezultatus. Čia vėlgi teigiame, kad nei vienas tiriamųjų nerado pakeistos vietos. Pirmojo tiriamojo rezultatai gali pasirodyti ginčytini, tačiau padarėme tokią išvadą, todėl, kad didžiausias dėmesys buvo skiriamas priešingai paveikslėlio pusei nei yra pakeista vieta. Be to, nematome apžiūros taškų ties stačiakampio kraštinėmis. Yra apžiūrimas pakeistos vietos vidus, tačiau nėra skiriama daugiau dėmesio ryškiausiems neatitikimams su bendru paveikslėliu turinčioms detalėms. Antrojo tiriamojo apžiūros rezultatai akivaizdūs. Daug dėmesio skiriama netoli pakeistos vietos esančiais sričiai, tačiau ji pernelyg toli, kad galėtume teigi, jog jis tą vietą pamatė. Be to, nėra taškų koncentracijų ties stačiakampio kraštinėmis ar charakteringomis detalėmis. Trečiojo tiriamojo apžiūros taškai išsibarstę paveikslėlyje, tačiau vėlgi vos vienas taškas patenka į pakeistą vietą. Nėra apžiūrimos stačiakampio kraštinės, taip pat nematome didesnių taškų koncentracijų netoli pakeistos vietos.



a)



b)



c)

4.9 pav. Pakeisti paveikslėliai, devintieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

Paveiksle 4.10 matome paskutinių, dešimtųjų, apžiūrėtų paveikslėlių rezultatus. Čia akivaizdžiai matome, kad pirmieji du tiriamieji surado pakeistas vietas. Tikriausiai dėl to, kad pakeista detalė buvo pernelyg akivaizdi. Didžiausios taškų koncentracijos pastebimos būtent ties pakeistomis vietomis ir greta jų. Tuo tarpu trečiasis tiriamasis pakeistos vietos nepastebėjo. Nors apžiūros taškai daugiausiai sukonzentruoti į viršutinę paveikslėlio dalį, ties pakeista vieta ar greta jos nematome didesnių taškų koncentracijų.



a)



b)



c)

4.10 pav. Pakeisti paveikslėliai, dešimtieji iš dešimties paveikslėlių serijos su apžiūros taškų matricomis: a) pirmo tiriamojo, b) antro tiriamojo, c) trečio tiriamojo.

IŠVADOS

Atlikti tyrimai nagrinėja sakadinius akių judesius. Pateikia duomenis apie sakadų dydį, fiksacijos trukmę, priežastis nuo ko tai priklauso. Tačiau vis dar nėra patvirtintas akių judesių ribotumas stebint statinius ir dinامينius vaizdus.

Šiame darbe atlikome numatytus uždavinius ir padarėme tokias išvadas:

1. Apžvelgėme akių tyrimų metodus ir nustatėme, kad priimtinausi metodai yra bekontakčiai, kadangi leidžia tirti akių judesius normaliomis žmogaus veiklos sąlygomis.
2. Apžvelgėme atliktus akių judesių tyrimus, apžiūrint vaizdus, ir nustatėme, kad sakadas galima kontroliuoti ir vietoj vieno judesio į įsimintą taikinio padėtį (esant pirminei apžiūrai), daroma keletas sakadų, kurios yra tipinės. Daugeliu pradinės apžiūros atveju, galutinio taško paklaida mažesnė.
3. Įrodėme hipotezę, kuri teigia, kad apžiūrint objektus žvilgsnis yra nukreipiamas į tas vietas, kurios gali suteikti daugiausiai informacijos.
4. Įrodėme hipotezę, kuri teigia, kad nuolat keičiantis panašioms vaizdams atsiranda nuovargis, susidomėjimo praradimas, kuris slopina suvokimą.

Eksperimentų trūkumai. Negalima tiksliai nustatyti apžiūros taškų matricos projekcijos į apžiūrimą paveikslėlį. Dėl to eksperimento rezultatai nėra visiškai tikslūs. Tačiau pagrindinės apžiūros sritys nustatomos gana tiksliai. Tiksliesniems eksperimentų rezultatams reikėtų tikslesnės tyrimų aparatūros.

LITERATŪRA

1. Laurutis V. Bekontakčiai akių judesių registravimo metodai. 1995, nr. 2, p. 42-45.
2. Biederman, I., Glass, A.L. and Stacy, E.W. Searching for objects in real world scenes. *J.Exp. Psychol.* 1973, p. 22-27, 97.
3. Ellis H. D. Theoretical aspects of face recognition. In: G. Davies, H.D. Ellis and J. Shepherd (Eds.). *Perceiving and remembering faces.* Academic Press. London. 1981, p. 171-196.
4. Fisher D.F., Karsh R., Breitenbach F. and Barnette B.D. Eye movements and picture recognition: contribution or embellishment. In: R. Groner, C. Menz, D. F. Fisher and R. A. Monty (Eds.). *Eye movements and psychological functions: international views.* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale. NJ. 1983, p. 193-210.
5. Holcomb, J.M., Holcomb, H.H. and De la Pena, A. Selective attention and eye movements while viewing reversible figures. *Percept. Motor skills.* 1977, p. 44, 639-644.
6. Kowler E. *Eye movements and their role in visual and cognitive processes.* 1990.
7. Nodine C.F., Carmody D.P. and Herman E. Eye movements during visual search for artistically embedded targets. *Bull. Psychonomic Soc.* 1979, p. 13, 371-374.
8. Rao R.P.N. et al. *Vision Research* 42 (2002) p. 1447–1463 [žiūrėta 2004 09 03]. Prieiga per internetą: <www.elsevier.com/locates/visres>.
9. Zingale C.M. and Kowler E. Planning sequences of saccades. *Vision Res.* 1987, p. 27, 1327-1341.