

А. БОЙЧУК

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: 0000-0002-0563-5748

e-mail: andrii.r.boichuk@lpnu.ua

Р. КАМІНСЬКИЙ

ORCID: 0000-0002-8083-4288

Національний університет «Львівська політехніка»

e-mail: kaminsky.roman@gmail.com

Н. ШАХОВСЬКА

Національний університет «Львівська політехніка»

ORCID: 0000-0002-6875-8534

e-mail: nataliya.b.shakhovska@lpnu.ua

Б. ХУДОБА

Національний університет «Львівська політехніка»

e-mail: Bohdan.p.khudoba@lpnu.ua

ВПЛИВ КОЛЬОРУ ТЛА ЗОБРАЖЕННЯ-ТЕСТУ НА ЧАС ВИЯВЛЕННЯ ЛЮДИНОЮ-ОПЕРАТОРОМ ОБ'ЄКТА, ЛОКАЛІЗОВАНОГО НА НЬОМУ, В СИСТЕМАХ КОМП'ЮТЕРНОГО ТРЕНІНГУ

В роботі представлені результати експериментального дослідження впливу на час розпізнавання об'єкта уваги заданого кольору, від кольору тла, на якому цей об'єкт випадковим чином локалізований. До уваги були взяті такі фактори: орієнтація тла, сектор локалізації об'єкта, площа ділянки з об'єктом, колір цієї ділянки та складність самого розпізнавання. Аналіз результатів показав, що не дивлячись на відмінності у психофізичних індивідуальних характеристиках, існує вплив кольору тла на час розпізнавання об'єкта уваги.

Ключові слова: співвідношення кольорів об'єкт-тло, комп'ютерний тренажер, зображення-тест, час розпізнавання, діаграма розмаху.

A. BOICHUK, R. KAMINSKY, N. SHAKHOVSKA, B. KHUDOBA

Lviv Polytechnic National University

INFLUENCE OF COLOR OF THE IMAGE-TEST BACKGROUND ON THE TIME OF DETECTION BY THE HUMAN-OPERATOR OF THE OBJECT LOCATED ON IT, IN COMPUTER TRAINING SYSTEMS

The paper presents the results of an experimental study regarding the influence on the recognition time of an object of a given color, from the background color on which this object is randomly localized. The following factors were taken into account: background orientation, object localization sector, area of the site with the object, color of this area, and the complexity of the recognition itself. Eight young students agreed to take part in the experiment. The working hypothesis was whether the recognition time depends on the color of the background area on which the object of attention is located. The object of attention was a light gray image of the plane. The research results are presented in the tables of values of expert estimates of factors and diagrams of the scope - box plot diagrams. The homogeneity of the psychophysical characteristics of the recipients is represented by the result of cluster analysis using as signs of indicators of individual time series, multiple regression equations. The organization of the experiment was to provide the recipient on the monitor of a computer simulator sequence of test images with the appropriate characteristics. The analysis of the results showed that despite the differences in individual psychophysical characteristics, background-color influences the time of recognition of the object of attention. In general, the study showed that, despite some simplicity and primitiveness of the test image, we could confidently accept the assumption of the influence of background color on the time of search and detection of objects of attention. As the sets of scale diagrams show, each recipient perceives the color differently, and in this case, for some background colors, the difference between the recipients is quite small.

Keywords: Color ratio object-background, computer simulator, image-test, recognition time, scope diagram.

Постановка проблеми

Одним із видів операторської діяльності є пошук і виявлення на зображенні, приведену на моніторі, об'єктів заданого класу. Наприклад, пошук дефектів в матеріалі, помилок в текстах, об'єктів інтересу на аерокосмічних знімках тощо. Саме на подібні до останніх зображень є орієнтована дана робота в сенсі підготовки операторського персоналу з допомогою комп'ютерних тренажерів. В якості тестового матеріалу тут використано спеціально розроблений набір зображень, які фактично є моделями реальних ситуацій, проте ці зображення мають метрологічні параметри: колір, орієнтацію, розміри секторів та ділянок локалізації об'єктів пошуку. Такий набір подається реципієнту у вигляді послідовності зображень-тестів на моніторі комп'ютерного тренажера і як результат його (набору) є послідовність значень втраченого на пошук заданого об'єкта. Для кожного наданого час виявлення вимірюється з моменту появи зображення на моніторі до моменту сигналу про його виявлення. Не виявлення об'єкта означає, що час його пошуку на даному зображенні-тесті рівний часу експозиції цього зображення. В дослідженні об'єкт уваги був один і той самий – літак світло-сірого кольору, а кольори ділянок тла утворювали палітру: темно-сірий, темно-синій, світло-синій, блакитний, темно-зелений, світло-зелений, жовтий. В загальному, базове зображення представляло кольорове стилізоване зображення гіпотетичного фрагменту з випадковими за формою водними поверхнями та суходолом. Об'єкт пошуку на кожному зображенні був локалізований випадковим чином на різних за кольором і розмірами ділянках. Розташування об'єкта на різних ділянках створювало

певну складність його виявлення, тому робочою гіпотезою в даному дослідженні є H_0 : «колір тла впливає на час виявлення об'єкта». Отже, виявлення впливу на оперативність людини-оператора пари «колір об'єкта – колір тла», на якому цей об'єкт локалізований має важливе значення для побудови відповідних реальним робочим ситуаціям тестувальних засобів, а в даному випадку специфічних зображень-тестів. Тому дане науково-прикладне дослідження є орієнтоване на для підвищення ефективності розробки зображень-тестів в системах професійного відбору, навчання та атестації операторського персоналу з використанням комп'ютерних тренажерів.

Метою даного дослідження є виявлення впливу конкретного кольору тла на час пошуку об'єкта уваги заданого класу, який локалізований на цьому тлі.

Огляд літератури

В [1] мова йде про побудову гармонійних колірних сполучень, використання колірних моделей, налаштування системи керування кольором, застосування колірних профілів, виконання кольорокорекції та кольороподілу тощо. Наведено приклади, спрямовані на підвищення ефективності процесу здійснення комп'ютерного та друкарського кольоровідтворення. У [2] вказується на те, що хоча більшість наукових застосувань аналізують і пояснюють дані, використовуючи середнє значення, в той час як Voxplots відображає інформацію навколо середнього значення – медіани.

Стосовно дослідження впливу кольору на розпізнавання об'єктів локалізованих на текстурованому тлі різного кольору загальну картину зорового сприйняття надає діагностичний тест Ішихари [3]. У монографії [4] висвітлюються різні аспекти взаємозв'язку кольору і психіки людини. Описується психофізіологічний і психологічний вплив кольору на людину. Аналізуються фактори і механізми колірних переваг. Обговорюються актуальні питання колірної психодіагностики. У роботі [5] запропоновано подати короткий опис отриманих даних у вигляді діаграми розмаху, названою в оригіналі «ящик з вусами». У роботі [6] досліджується вплив вибору кольору тла на виявлення та розрізнення кольорових об'єктів за різних умов. Проведене вимірюємо придатності кольору тла з двох різних точок зору: виявлення та розрізнення різних колірних груп об'єктів. Завдяки експериментальній оцінці виявлено, що немає єдиного оптимального кольору тла, придатного для всіх груп кольорів. В [7] описаний експеримент, метою якого було вивчити вплив поєднання тексту веб-сторінки і кольору фону на читабельність, збереження, естетику та поведінкові наміри. Як показали результати дослідження: кольори з більшим коефіцієнтом контрастності, як правило, призводять до більшої читабельності; поєднання кольорів не суттєво вплинуло на збереження образу; бажаними кольорами (сині та хроматичні) призвели до вищих оцінок естетичної якості.

Систематичний огляд наукової літератури про вплив кольору на розпізнавання об'єктів приведено в [8]. Автори цього дослідження виявили, що колір важливий для здатності розпізнавати артефакти та природні об'єкти, розпізнавати об'єкти, представлені у вигляді типів (лінії-малюнки) або як жетони (фотографії) та розпізнавати об'єкти, представлені без деталей поверхні, таких як текстура чи тінь. У сукупності результати мета-аналізу підтверджують те, що колір відіграє важливу роль у розпізнаванні об'єктів, а це означає, що роль кольору слід враховувати у моделях розпізнавання візуальних об'єктів. В [9] докладно розглянуто метод обчислення багатовимірної середньої.

Виклад матеріалу

Залежність часу розпізнавання об'єктів одного кольору на тлі ділянок інших кольорів суттєво залежить від поєднання цих кольорів в сенсі індивідуальних психофізичних властивостей. Для виявлення залежності часу знайдення конкретного об'єкта уваги на тому чи іншому кольоровому тлі запропонована методика розробки набору спеціалізованих зображень-тестів. В якості зображення такого тла використано стилізоване зображення вододілу і суходолу деякої гіпотетичної місцевості. Об'єктом уваги в даному дослідженні є світло-сіре зображення літального апарату, за яким ведеться спостереження за допомогою супутника, розміщеного над територією даної місцевості.

Побудова базового зображення

Зображенням тла є стилізованим зображенням ділянки гіпотетичного водорозділу. Використання прямокутних різнокольорових елементів дає можливість отримати однорідні за кольором ділянки локалізації об'єкта уваги як це показано на рис. 1.

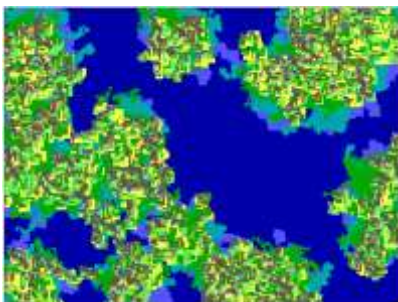


Рис. 1. Вигляд базового тестового зображення (об'єкти уваги відсутні)

зображення суходолу.

2. Координати визначають центри базових точок. В околі кожної базової точки генерується група

Алгоритм створення зображення тла можна подати в такий спосіб. Структура зображення водорозділу виконана шляхом вибору координат центрів розвитку текстури утвореної випадковою локалізацією твірних елементів – випадкових за формою, величиною та кольором прямокутників. Суть алгоритму полягає в наступному.

1. Вибирають розмір зображення тла і його колір; в даному випадку це синій колір. Випадковим чином в межах заданого поля уваги (за розміром зображення тла) вибираються декілька пар координат, які задають центри утворення областей випадкової форми, що відтворюють

пар координат нових точок. Основною вимогою тут є те, що відстань між точкою, яка є центром і заданою ним новою точкою не може перевищувати деякого, заданого значення. В даному випадку, відстань є лише у 2 – 2.5 рази є більша за розмір об'єкта.

3. В кожній новій точці даної групи точок генерується одна нова пара координат, яка, у свою чергу використовується для генерування наступної пари координат, причому вимога щодо відстані між ними залишається такою ж, а кількість таких ітерацій є обмеженою кількома десятками. Розподіл точок в цьому алгоритмі нагадує броунівський рух.

4. Утворена в такий спосіб послідовність точок використовується в якості центрів локалізації елементів текстури областей, які імітують суходіл. Іншими словами, як тільки визначені координати такої точки, в неї поміщають елемент текстури з випадковим значенням кольору та розмірів. Для даних тестів використано таку палітру кольорів: для вододілу – синій, яскраво-синій, блакитний; для суходолу – темно-сірий, коричневий, зелений, світло-зелений, жовтий.

Оскільки координати точок є випадковими, то і траєкторії їх послідовностей будуть лежати в межах деякої області переважно неправильної форми. Для визначення впливу кольору тла на час знаходження локалізованого на цьому тлі об'єкта уваги заданого класу необхідно використовувати швидкозмінну послідовність зображень. Кількість зображень-тестів в наданій послідовності становить 180. З огляду на таке число зображень і вимогу що одне і те саме зображення має декілька раз бути експоноване вирішено обмежитися послідовністю в 60 зображень, але експонувати її три рази поспіль.

Метрологічні характеристики зображень-тестів.

В якості сценарію використано деякий гіпотетичний процес знаходження на зображенні-тесту об'єктів заданого класу. Такі зображення-тести, подаються у вигляді послідовності, чим імітують реальні сцени і ситуації в даного типу операторської діяльності. Кожне зображення-тест моделює випадковою кольоровою текстурою гіпотетичне аерокосмічне зображення земної поверхні, а об'єктом уваги є малорозмірне зображення літака. Для кількісного оцінювання кожного зображення використано таку систему оцінок:

- орієнтація прямого та дзеркального зображення тла відносно горизонтальної та вертикальної осей;
- розбиття зображення тла на сектори ймовірної локалізації об'єкта пошуку;
- визначення методом експертного оцінювання площі ділянки локалізації об'єкта;
- вибір кольору ділянки локалізації об'єкта;
- суб'єктивної складності виявлення даного зображення об'єкта пошуку.

Орієнтація зображення. В даному наборі зображень-тестів використовується лише одне зображення в чотирьох афінних поданнях: оригінал, поворот зліва направо на 180° , поворот зверху вниз на 180° і поворот зліва направо і зверху вниз, кожен на 180° . Таким чином, сама текстура базового зображення залишається незмінною. Отже, використано лише ці чотири градації поворотів. З точки зору кількісного представлення ці повороти відповідають конкретним числовим значенням, а саме: 1, 2, 3 і 4. Базові зображення-тести відрізняються між собою лише положеннями відносно спостерігача – поворотами на π . В табл. 1 наведені числа типу орієнтації для кожного з зображень короткої послідовності. Ці числа не є номінальними ознаками повороту, а є, скоріше, кількісною оцінкою даної орієнтації за 4-бальною системою. Така інтерпретація необхідна для побудови моделі впливу конкретного зображення на час його зорового опрацювання в процесі пошуку.

Таблиця 1

№ зоб-раження	Орієнтація зображення	№ зоб-раження	Орієнтація зображення	№ зоб-раження	Орієнтація зображення	№ зоб-раження	Орієнтація зображення
1	2	16	2	31	4	46	3
2	3	17	1	32	2	47	4
3	4	18	3	33	1	48	2
4	2	19	4	34	3	49	1
5	1	20	2	35	4	50	3
6	2	21	1	36	2	51	4
7	4	22	3	37	1	52	2
8	2	23	4	38	3	53	1
9	1	24	2	39	4	54	3
10	3	25	1	40	2	55	4
11	4	26	3	41	1	56	2
12	2	27	4	42	3	57	1
13	1	28	2	43	4	58	3
14	3	29	1	44	2	59	4
15	4	30	3	45	1	60	2

Складність ділянок поля уваги. Зображення суходолу і вододілу є нерегулярними і з точки зору пошуку включають ділянки з різною текстурою. Наприклад, для вододілу характерні великі ділянки одного кольору, а для суходолу невеликі та навіть досить малі. Оскільки локалізація зображення об'єкта охоплює

усю площу зображення поля уваги, для визначення впливу кольору ділянки на час пошуку об'єкта усю площу було розбито на 20 однакових за величиною секторів – прямокутних областей. Для кожного з зображень-тестів об'єкт уваги був локалізований лише в одному випадковому секторі. Локалізація об'єктів уваги здійснювалася за умови – як найкраще «заховати» об'єкт. Виходили з таких міркувань: сектор має бути достатньо великим, але таким, що співвідношення площ вододілу і суходолу відповідали деякій шкалі його градацій. Іншими словами, сектор, який практично охоплює тільки вододіл має найменшу складність, а сектор, що охоплює лише суходіл – найвищу. Проміжні градації визначені експертним методом.

Номинація секторів відповідала їх номерам в порядку зліва направо і зверху вниз як для звичайної таблиці 5 × 4, тобто 1, 2, ... , 20. Сектори занумеровані як показано на рис. 2. Оцінювання складності чи насиченості проведене за 4-бальною шкалою. Розподіл секторів за балами є такий:

- 1 бал – найлегше виділити об'єкт в секторах 8 і 14;
- 2 бали – більш складно в секторах 2, 3, 7, 9, 10, 13, 16, 20;
- 3 бали – досить складно в секторах 1, 4, 6, 11, 15, 17, 18, 19;
- 4 бали – дуже складно в секторах 5, 12.

Кожен з цих секторів подано як характеристику умовної складності пошуку та виявлення об'єкта уваги або як ступінь насиченості дрібними різноколірними елементами. Таке оцінювання проведене експертним методом.

Оцінювання площі ділянок з об'єктами.

Враховуючи психофізичні особливості процесів пошуку можна припустити, що чим більшою є площа з локалізованим на ній зображенням, тим менші витрати часу на пошук і розпізнання об'єкта уваги. Оцінку такої площі тут здійснено експертним методом також за 4-х бальною системою. Критерії оцінювання в цьому випадку такі:

- 1 бал – площа достатня для розміщення кількох таких об'єктів без їх перекриття (> 3);
- 2 бали – площа допускає розміщення лише трьох таких об'єктів);
- 3 бали – можна розмістити лише два об'єкти;
- 4 бали – може бути локалізованим лише один об'єкт.

Палітра кольорів. Кольорова палітра ділянок тла з шуканим об'єктом складалася з семи кольорів: темно сірого, синього, світло-синього, блакитного, зеленого, світло-зеленого і жовтого. Ділянки мали різну форму і площу.

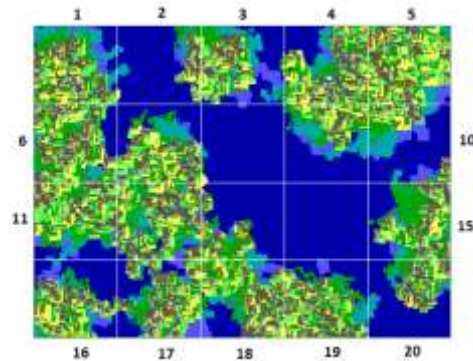


Рис. 2. Поділ поля уваги – тестового зображення на сектори

Таблиця 2

Номер	Колір		Номер	Колір	
1	Синій	Вододіл неглибокий	9	Світло-синій	Вододіл глибокий
2	Зелений	Суходіл ліси	10	Світло-зелений	Суходіл луки
3	Блакитний	Вододіл мілини	14	Жовтий	Суходіл піщаний
8	Темно-сірий	Суходіл кам'янистий	7	Світло-сірий	Об'єкт уваги

З метою отримання якомога більшого обсягу вибірок коротка послідовність була розбита на три частини, а саме: 28 + 28 + 4 зображення. Перша і друга підпослідовності включали по чотири зображення різного кольору тла, але відрізнялися локалізацією самих об'єктів. Останні чотири зображення відповідали найлегшому розпізнаванню об'єктів. Таким чином, коротка послідовність дає 8 зображень-тестів з заданим кольором тла і для деяких кольорів ще по одному. В результаті, для повної послідовності маємо по три вибірки з різним кольором тла обсягом 24 зображення-тестів і по чотири вибірки обсягом 27 зображень-тестів.

Локалізація об'єктів уваги. В процесі розробки зображень-тестів вибір ділянок для локалізації об'єктів уваги є суб'єктивно-випадковим, тобто здійснений одним із організаторів дослідження. Іншими словами, відшукувались ділянки, в які міг бути поміщений об'єкт. На базовому зображенні тла будь-яка ділянка є випадковою. З другого боку, відшукати потрібну кількість ділянок кожного кольору складно – бо їх може і не бути. Тому, в цьому плані говорити про однорідність локалізації об'єктів не можна оскільки і форма і розміри їх є різні. На рис. 3 приведені фрагменти зображень-тестів з локалізованими на них об'єктами. Зображені фрагменти відображають ситуації, на яких реципієнтам найчастіше не вдалось виявити ці об'єкти.

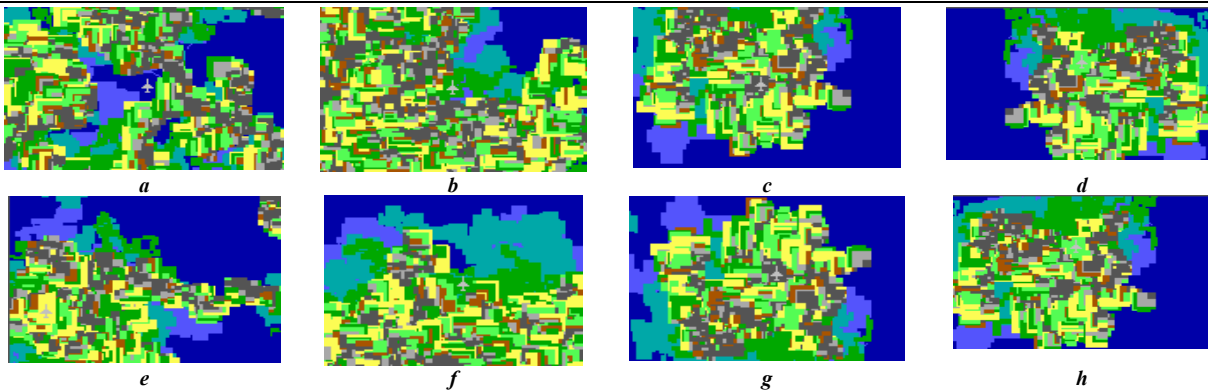


Рис. 3. Фрагменти з найскладнішим виявленням об'єктів на кольоровій ділянці гла:
a – темно-синього; *b* і *f* – темно-зеленого; *c* і *g* – темно-сірого;
d і *h* – світло-зеленого; *e* – жовтого кольорів

Підготовка і проведення експериментального дослідження

Таким чином, визначення характеристик набору зображень-тестів та локалізації на них об'єктів уваги заданого класу, дало можливість в результаті трикратного об'єднання утворити одну послідовність з тестових зображень. Ця послідовність включає 180 зображень-тестів, які мають бути пред'явлені кожному реципієнтові. Робота полягає у тому, щоб як найшвидше виявити об'єкт уваги і прийняти рішення про його присутність на даному зображенні-тесті шляхом наведенням на виявлений об'єкт і натисканням на відповідну клавішу.

Зміст процесу дослідження можна подати такими кроками.

1. Реципієнт запускає програму експозиції зображень-тестів. В момент появи зображення-тесту включається комп'ютерний секундомір з кроком вимірювання 1 ms. У процесі пошуку реципієнт в момент виявлення об'єкта уваги наводить на об'єкт візир і клацає мишкою, чим зупиняє секундомір. В результаті у файл даних даного реципієнта буде записано номер зображення тесту (1, ... , 180) та час пошуку та виявлення об'єкта.

2. Після знаходження об'єкта разом з клацанням мишки зображення-тест змінюється на наступне. У випадку, коли об'єкт не виявлено, дане зображення через 30 секунд замінюється на наступне.

3. В кожен момент початку експозиції зображення-тесту включається секундомір, який в момент клацання мишки, що відповідає накладанню візира на виявлений об'єкт або в момент завершення експозиції, якщо об'єкт не виявлено, секундомір зупиняється.

4. Дата проведення експериментального дослідження, загальні дані реципієнта, результати часу розпізнавання – пошуку і виявлення, дані про послідовність зображень-тестів, кількість виявлених об'єктів та тривалість експерименту.

Опрацювання результатів.

Дослідження впливу кольору гла на час пошуку і виявлення об'єкта заданого класу фактично є взаємодією між суб'єктом (реципієнтом) і об'єктом (зображенням-тестом). Результатом кожного експерименту є часовий ряд значень часу знайдення об'єктів на зображеннях-тестах. Ці ряди є рядами з пропусками, оскільки жоден з реципієнтів не зміг знайти об'єкти на усіх зображеннях послідовності. Для подання та інтерпретації результатів дослідження використано 2 методи: метод діаграм розмаху і метод множинної регресії.

Для встановлення впливу кольору гла на час пошуку об'єкта залучена група реципієнтів практично одного віку, а їхня функція полягає у виявленні деякого об'єкта. Цю функцію можна подати як вимірювання складності пари кольорів для пошуку об'єкта в одиницях часу. Тому практичний інтерес представляє ідентичність їхніх психофізичних характеристик. Для цього було використано відношення кожного реципієнта до кожного зображення-тесту у формі рівняння множинної регресії. В якості чинників, що характеризують зображення-тест, використано: орієнтація зображення, сектор локалізації об'єкта, площа ділянки локалізації об'єкта, колір ділянки локалізації цього об'єкта та складність виявлення. За складність виявлення використано середній час, витрачений реципієнтами на кожне зображення-тест. Оскільки за результатами кореляційного аналізу зв'язок цих чинників між собою виявився слабким, тому усі вони були включені в модель множинної регресії.

Для цієї моделі визначено коефіцієнти впливу чинників визначено для усіх реципієнтів. Конкретні значення коефіцієнтів моделі мають такий вигляд

$$Y_3 = -3107 + 875x_1 + 46x_2 + 304x_3 + 94x_4 + 3223x_5 ;$$

$$Y_4 = -1712 - 563x_1 - 24x_2 + 378x_3 - 288x_4 + 5129x_5 ;$$

$$Y_5 = 368 - 256x_1 - 58x_2 + 312x_3 + 4x_4 + 3731x_5 ;$$

$$Y_6 = -7105 + 1100x_1 + 74x_2 + 1787x_3 - 2x_4 + 3037x_5 ;$$

$$Y_7 = 182 - 466x_1 - 96x_2 - 27x_3 - 87x_4 + 4598x_5 ;$$

$$Y_8 = -2777 + 35x_1 + 111x_2 + 512x_3 + 50x_4 + 3255x_5;$$

$$Y_9 = -3130 + 265x_1 + 152x_2 - 968x_3 - 10x_4 + 4967x_5;$$

$$Y_{10} = 1023 - 251x_1 - 59x_2 - 720x_3 + 12x_4 + 4754x_5.$$

Тут коефіцієнти при змінній x_1 відповідають орієнтації зображення-тесту, при x_2 – сектору локалізації об'єкта, при x_3 – площі ділянки локалізації цього об'єкта, при x_4 – кольору ділянки локалізації об'єкта, x_5 – складності виявлення об'єкта на даному зображенні-тесті.

З рис. 4 видно, що найбільш близькими між собою є реципієнти 2, 5, 7 та 3 і 8, проте реципієнти 1, 4 і 6 є «самі по собі», тобто суттєво різняться між собою, відносно опрацювання таких зображень-тестів. Загалом, можна припустити, оскільки подібність між 2, 5, 7 та 3 і 8 реципієнтами є не дуже високою, що реципієнти є окремими індивідуумами, і різняться психофізичними характеристиками. Для встановлення відмінностей між кольорами стосовно їх впливу на час розпізнавання об'єкта уваги використано усі п'ять показників діаграми розмаху поданих табл. 3.

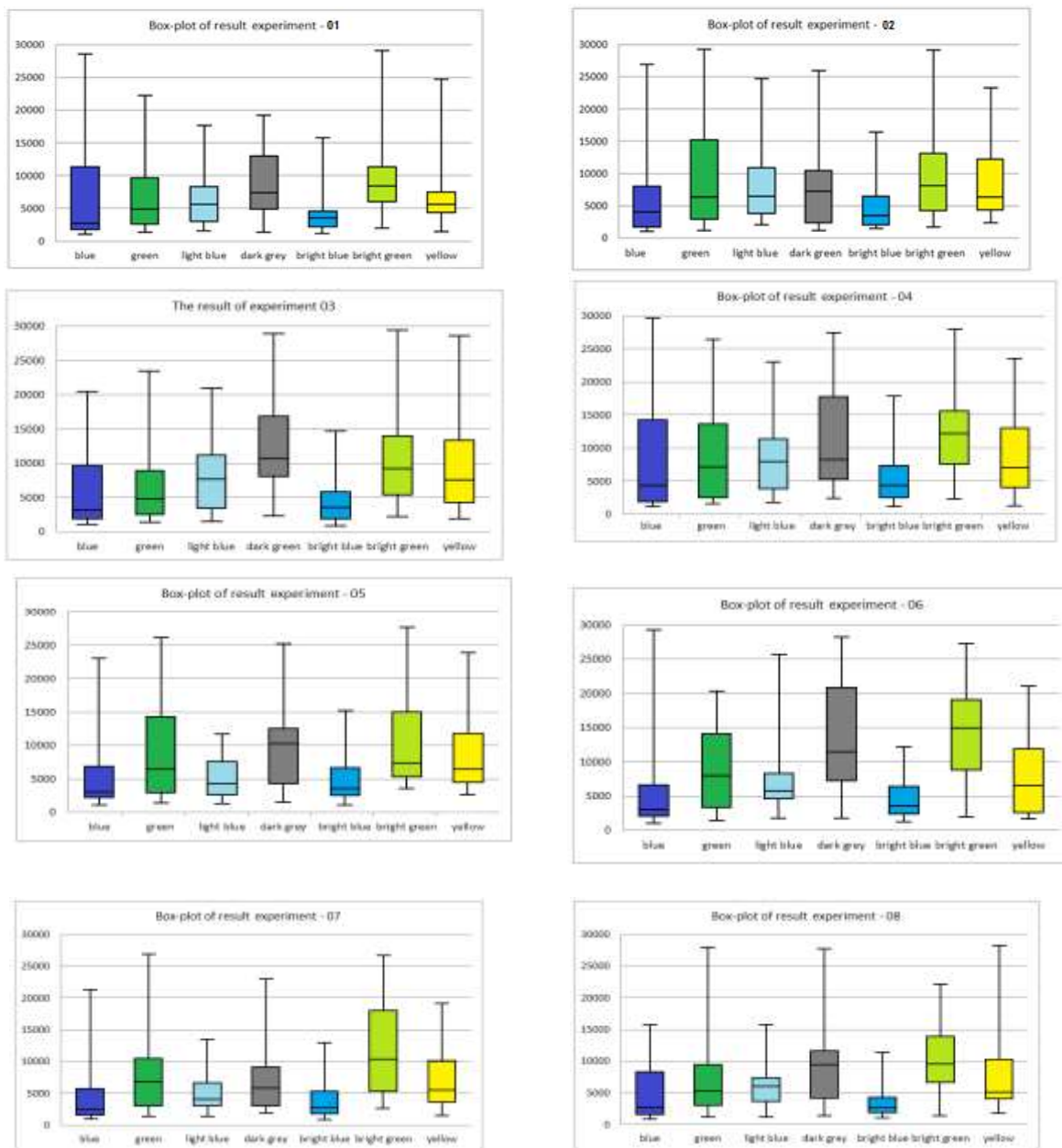


Рис. 4. Діаграми розмаху восьми реципієнтів

Найскладнішою для розпізнавання об'єкта є пара – світло-зелене тло і світло-сірий об'єкт, в той час як пари – блакитне тло і світло-сірий об'єкт або світло-синє тло і світло-сірий об'єкт є найбільш сприятливими для людини. Іншими словами, при побудові тестових зображень, пов'язаних з розпізнаванням об'єктів варта використовувати приведену методіку для виявлення і оцінювання впливу тла.

Таблиця 3

	minimum	quartil 1	median	quartil 3	maximum
blue	1029	1497	2701	7719	22449
bright blue	1389	2485	5539	10673	21830
green	1593	3506	5982	8942	19144
light blue	1726	4566	7971	13613	23836
yellow	1205	2350	3703	6460	17648
dark grey	2220	5792	9573	14114	26664
bright green	1846	3981	6802	11103	24031

Висновки

В результаті проведеного дослідження стосовно впливу пари кольорів тла і об'єкта пошуку час знаходження цього об'єкта уваги залежить від співвідношення цих кольорів. В загальному, аналіз поведеного дослідження показав, що по-перше, вплив поєднання кольорів на час пошуку об'єкта залежить від психофізичних характеристик зорового аналізатора людини, і по-друге, в подібних експериментальних дослідженнях, а фактично в будь-яких, де людина, приймаючи рішення за допомогою, принаймні зору, необхідно вивчити ідентичність реципієнтів стосовно поставленої задачі.

Література

1. Бондар І. О. Теорія кольору / І. О. Бондар. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 164 с. – ISBN 978-966-676-630-7
2. Marmolejo-Ramos, F., Tian, T. S. The shifting boxplot. A boxplot based on essential summary statistics around the mean. *International Journal of Psychological Research*, (2010). 3 (1), 37-45.
3. Shinobu Ishihara. The Series of Plates Designed as a Test for Colour-Blindness. Kanehara Shuppan Co., Ltd., 2017. 31-14, 2-chome Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan. 33 p.
4. Базыма Б. А. Психология цвета: теория и практика : [монография] / Б. А. Базыма. – СПб : Речь, 2007. – 204 с. – (Психологический практикум). – ISBN 5-9268-0363-2.
5. Tummers, J., Catal, C., Tobi, H., Tekinerdogan, B., & Leusink, G. (2020). Coronaviruses and people with intellectual disability: an exploratory data analysis. *Journal of Intellectual Disability Research*, 64(7), 475-481.
6. Edwards, T. G., Özgün-Koca, A., & Barr, J. (2017). Interpretations of boxplots: Helping middle school students to think outside the box. *Journal of Statistics Education*, 25(1), 21-28.
7. Rasouli Amir, K. Tsotsos John. The Effect of Color Space Selection on Detectability and Discriminability of Colored Objects. Feb. 14, 2017, *Computer Vision and Pattern Recognition Robotics*. Cite as: arXiv:1702.05421 [cs.CV]
8. Hall Richard H., Hanna Patrick. The impact of web page text-background colour combinations on readability, retention, aesthetics and behavioural intention. *BEHAVIOUR & INFORMATION TECHNOLOGY, MAY-JUNE 2004, VOL. 23, NO. 3*, 183-195.
9. Bramão I., Reis A., Petersson K.M., Faisca L. The role of color information on object recognition: a review and meta-analysis. *Acta Psychol (Amst)*. 2020 Sep; 138(1): 244 - 53. doi: 10.1016/j.actpsy. 2011.06.010.
10. Рахманкулов И.Ш. Метод многомерных группировок для исследования сложных экономических структур / И.Ш. Рахманкулов, Р.Ф. Габитов // *Вестник Казанского государственного финансово-экономического института*. – 2009. – № 4(17). – С. 54-62.

References

1. Bondar I. O. Teoriia koloru / I. O. Bondar. – Kharkiv : KhNEU im. S. Kuznetsia, 2016. – 164 s. ISBN 978-966-676-630-7
2. Marmolejo-Ramos, F., Tian, T. S. The shifting boxplot. A boxplot based on essential summary statistics around the mean. *International Journal of Psychological Research*, (2010). 3 (1), 37-45.
3. Shinobu Ishihara. The Series of Plates Designed as a Test for Colour-Blindness / Kanehara Shuppan Co., Ltd., 2017. 31-14, 2-chome Yushima, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan. – 33 p.
4. Bazyma, B. A. Psihologiya cveta: teoriya i praktika [: monografiya] / B. A. Bazyma. - SPb. : Rech, 2007. - 204 s. - (Psihologicheskij praktikum). - Bibliogr.: s. 194-204. - ISBN 5-9268-0363-2
5. Tummers, J., Catal, C., Tobi, H., Tekinerdogan, B., & Leusink, G. (2020). Coronaviruses and people with intellectual disability: an exploratory data analysis. *Journal of Intellectual Disability Research*, 64(7), 475-481.
6. Edwards, T. G., Özgün-Koca, A., & Barr, J. (2017). Interpretations of boxplots: Helping middle school students to think outside the box. *Journal of Statistics Education*, 25(1), 21-28.
7. Rasouli Amir, K. Tsotsos John. The Effect of Color Space Selection on Detectability and Discriminability of Colored Objects. Feb. 14, 2017, *Computer Vision and Pattern Recognition Robotics*. Cite as: arXiv:1702.05421 [cs.CV]
8. Hall Richard H., Hanna Patrick. The impact of web page text-background colour combinations on readability, retention, aesthetics and behavioural intention. *BEHAVIOUR & INFORMATION TECHNOLOGY, MAY-JUNE 2004, VOL. 23, NO. 3*, 183-195.
9. Bramão I, Reis A, Petersson KM, Faisca L. The role of color information on object recognition: a review and meta-analysis. *Acta Psychol (Amst)*. 2020 Sep; 138(1): 244 - 53. doi: 10.1016/j.actpsy. 2011.06.010.
10. Rahmankulov I.Sh., Gabitov R.F. Metod mnogomernyh gruppirovok dlya issledovaniya slozhnyh ekonomicheskikh struktur. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo finansovo-ekonomicheskogo instituta*. – 2009. №4(17). – S. 54 – 62.