

Maciej LASKOWSKI
Tomasz SZYMCZYK

INTERAKTYWNA METODA WYKRYWANIA ZABURZEŃ WIDZENIA BARW

STRESZCZENIE *W niniejszym artykule omówione zostały praktyczne problemy związane z uzyskiwaniem wiarygodnych danych od użytkowników Internetu. Przedstawiono zarówno legalne, jak i nielegalne metody pozyskiwania danych.*

Obowiązujące i planowane rozwiązania prawne wymuszają równość obywateli w dostępie do określonych informacji, co pociąga za sobą konieczność projektowania interfejsów aplikacji i stron www w taki sposób, aby każdy był w stanie z nich skorzystać. Problemem jest jednak stworzenie odpowiedniej bazy osób testujących interfejsy aplikacji, jako że dane dostarczane przez jednostki medyczne są zazwyczaj niekompletne bądź nawet niewiarygodne.

Autorzy przedstawiają interaktywną metodę wykrywania zaburzeń widzenia barw (zwłaszcza dichromatyzmu), dzięki której zwiększa się również prawdopodobieństwo kontaktu z osobami z potencjalną ślepotą barw. W artykule zaprezentowano i przeanalizowano wyniki badań przeprowadzonych przy użyciu przedstawionej metody.

Słowa kluczowe: *zaburzenie widzenia barw, dichromatyzm, HCI, ślepotą barw, systemy interaktywne*

mgr inż. Maciej LASKOWSKI
e-mail: m.laskowski@pollub.pl

dr inż. Tomasz SZYMCZYK
e-mail: t.szymczyk@pollub.pl

Instytut Informatyki, Wydział Elektrotechniki i Informatyki,
Politechnika Lubelska

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI, zeszyt 249, 2011

1. WSTĘP

Ślepotą barw jest bardzo specyficzną dysfunkcją ludzkiego organizmu. W większości przypadków [7, 14] osoba osiadająca zaburzenie widzenia barw może prowadzić normalne życie, jako że zakłócone jest tylko postrzeganie barw, nie zaś sam wzrok.

Co więcej, wiele osób nie jest świadomych swojej wady – standardowo testy dotyczące poprawnego rozpoznawania barw przeprowadzane są tylko w kilku przypadkach – jako część badań wykonywanych przed pójściem do przedszkola lub szkoły podstawowej czy na kursie prawa jazdy [10]. Jednak nawet wtedy istnieje prawdopodobieństwo, że ślepotą barw zostanie niewykryta ze względu na niedokładnie bądź nieprawidłowo wykonane badanie.

Ślepotą barw jest nieuleczalna, choć określone typy barwnych filtrów i szkieł kontaktowych mogą wspomóc proces rozróżniania barw (jednak ich zastosowanie praktyczne jest znikome [10]). Z tego powodu wiele instytucji medycznych nie prowadzi spisów osób z zaburzeniem widzenia barw [9].

Należy zaznaczyć, że ślepotą barw nie ma negatywnego wpływu na codzienne życie dotkniętej nią osoby. Nie zmienia to jednak faktu, że uniemożliwia wykonywanie pewnych czynności bądź mieć negatywny wpływ na interpretowanie i rozumienie sygnałów wizualnych opartych o kolory.

2. ŚLEPOTA BARW

2.1. Typy i powody zaburzeń widzenia barw

Wyróżniane są trzy podstawowe typy zaburzeń widzenia barw:

- monochromatyzm - określany też jako całkowita ślepotą barw [12],
- dichromatyzm - zaburzenie rozpoznawania barw związane z całkowitym brakiem jednego z trzech rodzajów czopków w siatkówce oka [5]. Wyróżniane są trzy typy dichromatyzmu:
 - protanopia – jest to forma zaburzeń widzenia barw czerwonej i zielonej, spowodowana przez całkowity brak czerwonych fotoreceptorów w siatkówce oka [5]. Osoby z protanopią mogą mylić czerwienie z odcieniami czerni lub ciemnych szarości, zaś nie są w stanie odróżnić odcieni fioleto, lawendy i purpury od różnych odcieni niebieskiego

- ze względu na obniżenie jaskrawości czerwonej składowej tych kolorów [5],
- deuteranopia – jest to forma zaburzeń widzenia barw zielonej i czerwonej, spowodowana przez całkowity brak zielonych fotoreceptorów w siatkówce oka [5]. Osoby z deuteranopią mają podobne problemy z rozróżnianiem odcieni barw jak osoby z protanopią, jednak bez anormalnego obniżenia poziomu jasności,
 - tritanopia – jest to forma zaburzeń widzenia barw żółtej i niebieskiej, spowodowana przez całkowity brak niebieskich fotoreceptorów [5]. Jest to najrzadsza forma dichromatyzmu [7],
 - nieprawidłowy trichromatyzm – obniżenie percepcji nasycenia (w niektórych przypadkach także jaskrawości) jednej z barw (czerwonej, zielonej bądź niebieskiej) [5].

Ślepota barw jest zazwyczaj dziedziczna i dotyka głównie mężczyzn (za wyjątkiem tritanopii, która dotyka w zbliżonym stopniu obydwie płcie) [7], jednak może być także spowodowana przez uraz [9], niektóre choroby (np. cukrzycę [10]) lub niektóre substancje chemiczne (np. niektóre narkotyki [10]).

W oparciu o dostępne dane [13, 11, 7] autorzy oszacowali, że około 9.3% mężczyzn i 0,5% kobiet (w sumie około 5% całej populacji) posiada zaburzenia widzenia barw.

2.2. Ekonomiczne i prawne aspekty zaburzeń widzenia barw

Ślepota barw może uniemożliwiać pracę w niektórych zawodach, zwłaszcza gdy prawidłowe postrzeganie barw jest powiązane z bezpieczeństwem pracy (np. w przypadku pilota lub zawodowego kierowcy) bądź jest istotne z punktu widzenia samej pracy (np. w przypadku malarza lub projektanta).

Niekiedy jest to narzucane przez prawo – np. prawodawstwo niektórych krajów nie pozwala osobom z zaburzeniem widzenia barw starać się o prawo jazdy lub licencję pilota [10]. W literaturze [np. 14, 10] przyjmuje się, że ograniczenia te wynikają z XIX-wiecznej katastrofy kolejowej w Szwecji, która została spowodowana przez inżyniera posiadającego zaburzenie widzenia barw. Osoba prowadząca pojazd powinna być w stanie rozpoznać (i rozróżnić) sygnały oparte o barwy, takie jak światła drogowe bądź ostrzegawcze [7].

Analizując problematykę osób z zaburzeniami widzenia barw należy wziąć po uwagę także aspekty związane z dostępem tych osób do usług i informacji (np. opublikowanych w Internecie) z powodów zarówno prawnych, jak i ekonomicznych.

Prawodawstwo wielu krajów świata gwarantuje równy dostęp do informacji opublikowanych w Internecie wszystkim swoim obywatelom [1]. Przykładowo, dyrektywa eEurope 2002 reguluje kwestie dostępu niepełnosprawnych obywateli Unii Europejskiej do informacji umieszczonych online. Na mocy tej dyrektywy wszystkie jednostki organizacyjne państw członkowskich są zobligowane do zapewnienia wszystkim osobom dostępu do ich publicznych serwisów [12]. Co więcej, niektóre z krajów Unii Europejskiej wprowadziło bardziej szczegółowe regulacje prawne dotyczące równości obywateli w dostępie do informacji publikowanych on-line, bez względu na jakiegokolwiek kryteria (np. wszelkiego rodzaju niepełnosprawności). Niektóre z tych rozwiązań są znacznie bardziej restrykcyjne – przykładem może być angielska ustawa z 1995 roku o dyskryminacji osób niepełnosprawnych (Disability Discrimination Act), która uznaje za przestępstwo każdą próbę dyskryminacji osób niepełnosprawnych w dostępie do informacji (zarówno w sektorze publicznym, jak i prywatnym) [12].

Należy zauważyć, że problematyka dostępu osób niepełnosprawnych (w tym ze ślepotą barw) do informacji i usług on-line powinna być brana pod uwagę nie tylko ze względu na regulacje prawne, ale również z powodów ekonomicznych – jeśli interfejs aplikacji lub strony www (np. sklepu internetowego) nie jest dopasowany do potrzeb użytkownika (np. używa nierozróżnianych przez niego zestawów barw), to taka osoba nie będzie z niej korzystać. To samo dotyczy reklamy elektronicznej – jeśli użytkownik nie jest w stanie zobaczyć bądź zrozumieć treści ogłoszenia, oznacza to stratę dla reklamodawcy. Dwie najczęściej przyjmowane strategie reklamy internetowej to albo wykupienie przez reklamodawcę określonej liczby odsłon baneru reklamowego na stronie lub też (rozwiązanie zdobywające coraz większą popularność [7]) za każde kliknięcie na reklamę (i co za tym idzie, przejście do reklamowanej strony. W obu tych przypadkach sytuacja, gdy użytkownik nie jest w stanie zobaczyć (lub zrozumieć) ogłoszenia, oznacza straty finansowe – albo dla reklamodawcy albo też dla właściciela witryny, na której wyświetlane są reklamy. Według szacunków [7] straty mogą sięgnąć w niektórych przypadkach nawet setek tysięcy dolarów.

Jak można więc wywnioskować, dostosowanie interfejsów witryn i aplikacji internetowych do potrzeb osób niepełnosprawnych jest bardzo istotne. Jest to jednak stosunkowo trudne, jako że nie istnieje skuteczna metoda symulowania ślepoty barw [1]. Oznacza to, że – w celu uzyskania najlepszych i najdokładniejszych wyników – każdy z projektowanych interfejsów powinien zostać przetestowany przez użytkowników mających zaburzenia widzenia barw. Niestety kontakt z takimi osobami jest znacząco utrudniony ze względu na brak kartotek medycznych

3. METODY ZBIERANIA DANYCH DLA CELÓW BADAWCZYCH

Istnieje wiele różnych, zarówno legalnych, jak i nie sposobów gromadzenia danych dotyczących osób z zaburzeniami widzenia barw. Każda z tych metod posiada swoje zalety, jak i wady, które zostaną krótko scharakteryzowane poniżej.

Wszystkie klasyczne i zgodne z prawem metody gromadzenia danych są jawne i dobrowolne. Wiele z tych metod, takich jak ankieta, kwestionariusz czy też wywiad opierają się o podejście socjologiczne – badana osoba ma prawo odmówić udzielania odpowiedzi lub – z drugiej strony – może podać nieprawdziwe informacje. Co więcej, badania tego typu są zwykle czasochłonne – kwestionariusze i ankiety są zazwyczaj przeprowadzane w papierowej formie, w pełni lub częściowo według określonego z góry schematu [8]. Te formy badania są dość często ograniczone, gdyż respondenci są zobligowani do wybrania jednej lub kilku odpowiedzi spośród zdefiniowanego zestawu [8].

Pytania w wywiadzie są zazwyczaj otwarte, zaś odpowiedzi na nie są udokumentowane w postaci dokładnych, szczegółowych notatek lub transkrypcji. Należy jednak zauważyć, że wywiad z założenia przeprowadzany jest osobiście przez badającego i badanego, co znacząco wydłuża czas badania w przypadku większej grupy respondentów i podwyższa znacząco jego koszty.

Jak zostało już wspomniane wcześniej, często niemożliwe jest wykorzystanie do celów badawczych (np. nawiązania kontaktu) dokumentacji medycznej osób z zaburzeniem widzenia barw ze względu na jej brak lub szczupły rozmiar.

Niektóre z metod gromadzenia danych, takie jak np. podszywanie się pod lekarza lub instalacja specjalistycznego oprogramowania do zbierania danych na komputerze osoby z zaburzeniem widzenia barw są (lub przynajmniej uważane są) za niezgodne z prawem. Obydwie ze wspomnianych metod są jednak nieskuteczne w przypadku osób ze ślepotą barw: pierwsza ze wspomnianych metod posiada takie same wady jak klasyczny wywiad, podczas gdy druga wymaga dostępu do komputera takiej osoby (co samo w sobie wymaga wiedzy o zaburzeniu widzenia barw u tej osoby).

4. NOWA INTERAKTYWNA METODA WYKRYWANIA ZABURZEŃ WIDZENIA BARW

4.1. Geneza metody

Jak wspomniano powyżej, użytkownicy z zaburzeniem widzenia barw powinni być brani pod uwagę w procesie projektowani wszelkiego rodzaju

mediów wizualnych, zwłaszcza stron internetowych, gdyż nie istnieją symulatory mogące w pełni naśladować sposobu widzenia świata przez taką osobę. Jednak nawiązanie kontaktu z takimi osobami może być problematyczne – jak zostało już wspomniane, wiele placówek medycznych nie przechowuje informacji o ślepcie barw wśród swoich pacjentów, jako iż to zaburzenie jest nieuleczalne, jednocześnie jednak nie stanowi jednak zagrożenia dla życia pacjenta.

Pod koniec 2008 roku, autorzy badali kwestie związane z dostępnością testów CAPTCHA dla użytkowników. Jednym z najbardziej interesujących problemów badawczych było sprawdzenie, czy tokeny z kodami CAPTCHA są dostępne dla osób z wadami wzroku, czy też nie. W celu uzyskania odpowiedzi na to pytanie, autorzy nawiązali współpracę z Kliniką Okulistyki Uniwersytetu Medycznego w Lublinie. Autorzy chcieli przeprowadzić anonimową ankietę wśród pacjentów ze zdiagnozowaną ślepotą barw. Niestety, tylko kilku pacjentów zgodziło się odpowiedzieć na ankietę. Autorzy wywnioskowali, że jedną z głównych przyczyn niechęci pacjentów do uczestniczenia w ankiecie była specyfika jej tematu i okoliczności, w jakich była przeprowadzana. Ankiety (w formie drukowanej) zostały umieszczone w gabinetach lekarskich, w których przeprowadzano badanie. Pacjent był poproszony o wypełnienie ankiety po badaniu. Szacowano, że nie powinno to zająć dłużej niż 5 minut. Jednak o tyle właśnie wydłużał się czas przebywania pacjenta w gabinecie lekarskim. Było to nie do przyjęcia ze względu na napięty harmonogram lekarza. Równocześnie, część pacjentów mogła się czuć nieswojo wypełniając ankietę w gabinecie lekarskim.

Autorzy zdecydowali się więc na zmianę metody badawczej. Lekarze zostali poproszeni aby – po zdiagnozowaniu zaburzenia widzenia barw – przekazali pacjentowi ankietę, którą ten miał wypełnić na spokojnie w domu i przesłać drogą listową do autorów. Przy pomocy tej metody badawczej również nie uzyskano zbyt wielu rezultatów – prawdopodobnie z przyczyn czysto ekonomicznych, gdyż to uczestnicy ankiety ponosili koszty przesyłki pocztowej.

W kolejnym podejściu, autorzy stworzyli ankietę w postaci witryny internetowej. Lekarze zostali poproszeni o przekazanie pacjentom wizytówek zawierających jedynie adres strony internetowej z ankietą. Adres URL został skrócony tak, aby był łatwy do zapamiętania.

Ta metoda badawcza dała najwięcej rezultatów. Okazała się być również najtańszą (w porównaniu do metod zastosowanych wcześniej). Niemniej jednak, ankietowani ciągle ograniczali się do pacjentów Kliniki Okulistycznej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie, u których zdiagnozowano ślepotę barw i którzy zgodzili się odwiedzić stronę internetową z ankietą i odpowiedzieć na zawarte w niej pytania.

Natomiast przed autorami pojawił się kolejny problem badawczy – w jaki sposób można powiększyć grupę ankietowanych, jako że niemożliwym było

odwiedzenie każdego gabinetu okulistycznego w województwie lubelskim i pozostawianie tam wizytówek z adresem internetowym ankiety.

Kolejnym problemem było przewyższenie niechęci pacjentów do brania udziału w ankiecie.

4.2. Opis nowej metody

Autorzy określili cztery główne cele, jakie miała spełniać metoda ankietowa:

- powinna być tania i prosta w implementacji, dzięki czemu będzie możliwe dotarcie do jak największej grupy respondentów,
- ankietowani powinni wypełniać test dobrowolnie, nie czując się jak podmiot badania naukowego,
- wyniki badań powinny być przeanalizowane i dostępne jak najszybciej,
- powinna umożliwiać dalszy kontakt z ankietowanymi.

Aby spełnić powyższe założenia, autorzy proponują szereg gier (w technologii Flash lub Java), które mogą posłużyć jako narzędzie do badania zaburzeń widzenia barw. Każda z gier powinna być zaprojektowana w sposób umożliwiający wykrywanie i rejestrowanie różnego rodzaju ślepoty barw, jednocześnie utrzymując graczy w nieświadomości, że są badani tak długo, jak jest to możliwe.

Pomimo iż we wszystkie gry można zagrać w pełni anonimowo, każdy z graczy powinien się zarejestrować po zakończeniu gry (za darmo, podając swój adres e-mail, wiek i płeć) w celu zobaczenia uzyskanych rezultatów. Podczas rejestracji każdy z graczy powinien zaakceptować regulamin, który zezwala autorom na zbieranie w trakcie gry oraz przy rejestracji danych osobowych i ich przetwarzanie oraz na kontaktowanie się z wybranymi graczami w razie potrzeby. W przypadku niezaakceptowania tego dokumentu zebrane dane zostaną usunięte z bazy danych.

Każdy gracz, który zarejestrowałby się w systemie zostałby automatycznie połączony w bazie danych ze swoimi wynikami, jak i również z potencjalnym zaburzeniem widzenia barw.

Kolejnym istotnym problemem był wybór gier. Autorzy zdefiniowali następujące wymagania:

- uniwersalność – każdy z graczy może zagrać w grę, niezależnie od wieku, płci, kultury czy używanego języka,
- prostota zasad – niezrozumienie zasad gry lub ich złożoność nie powinna mieć wpływu na wynik rozgrywki
- łatwa implementacja elementów testujących – każda gra musi być łatwa do zmodyfikowania, tak aby możliwe było zastosowanie elementu testującego prawidłowość widzenia barw przy jednoczesnym przeświadczeniu gracza, że gra on w „zwykłą” grę.

Biorąc pod uwagę wszystkie opisane powyżej elementy, autorzy zdecydowali się na dostosowanie trzech prostych gier do celów badania widzenia barw: labirynt, colorpong i statki.

4.2. Proponowane gry i metody wykrywania zaburzeń widzenia barw

Labirynt

Labirynt jest jednym z najprostszych pomysłów na grę komputerową. Celem gracza jest wydostanie się z labiryntu. Im szybciej się to zrobi, tym więcej punktów zdobywa.

Gra ta, po prostej modyfikacji, może posłużyć do wykrywania różnego rodzaju zaburzeń widzenia barw. Autorzy zdecydowali się dodać tło oraz cienką (kilkupikselową) linię pokazującą prawidłową drogę wyjścia z labiryntu. Obydwa te elementy są w kolorach trudnych do odróżnienia przez osoby z określoną ślepotą barw. Wykrywając różnice pomiędzy właściwą ścieżką (pokazywaną przez kolorową linię) a ruchami gracza możliwe jest stwierdzenie, czy posiada on zaburzenie widzenia barw, czy też nie.

Z powodu użycia tylko dwukolorowego schematu, gra ta może być wykorzystana do wykrywania dichromatów (bądź monochromatów), jako że osoby z nieprawidłowym trichromatyzmem powinny być w stanie zauważyć linię z odpowiednią (pomimo, iż nie będą prawidłowo rozpoznawać jej koloru).

Zmodyfikowany labirynt

Opisana powyżej gra może zostać zmodyfikowana jeszcze bardziej – zamiast linii pokazującej drogę wydostania się z labiryntu, do gry wprowadzane są różnego rodzaju przeszkody – np. fragmenty ścian labiryntu są w określonych kolorach (np. odcienie zieleni na czerwonym tle). Każda kolizja jest rejestrowana. Ze względu na użycie wielu różnych odcieni wybranych kolorów możliwe jest nie tylko wykrycie zaburzenia widzenia barw, ale także określenie jego stopnia (w przypadku nieprawidłowego trichromatyzmu).

Colorpong

Colorpong jest modyfikacją klasycznej dwuwymiarowej gry sportowej, która jest symulacją tenisa stołowego [6]. Każdy z graczy kontroluje paletkę, przesuwając ją poziomo wzdłuż brzegu ekranu i uderzając piłeczkę. Celem gracza jest zdobycie większej ilości punktów niż przeciwnik. Punkt przyznawany jest wtedy, kiedy graczowi nie uda się odbić piłki w stronę przeciwnika.

Gra została zmodyfikowana poprzez zmianę koloru tła i piłki, podobnie jak miało to miejsce w przypadku labiryntu. Poprzez wykrywanie istotnych różnic pomiędzy wynikami dwóch graczy można określić, czy gracz posiada zaburzenie widzenia barw czy też nie.

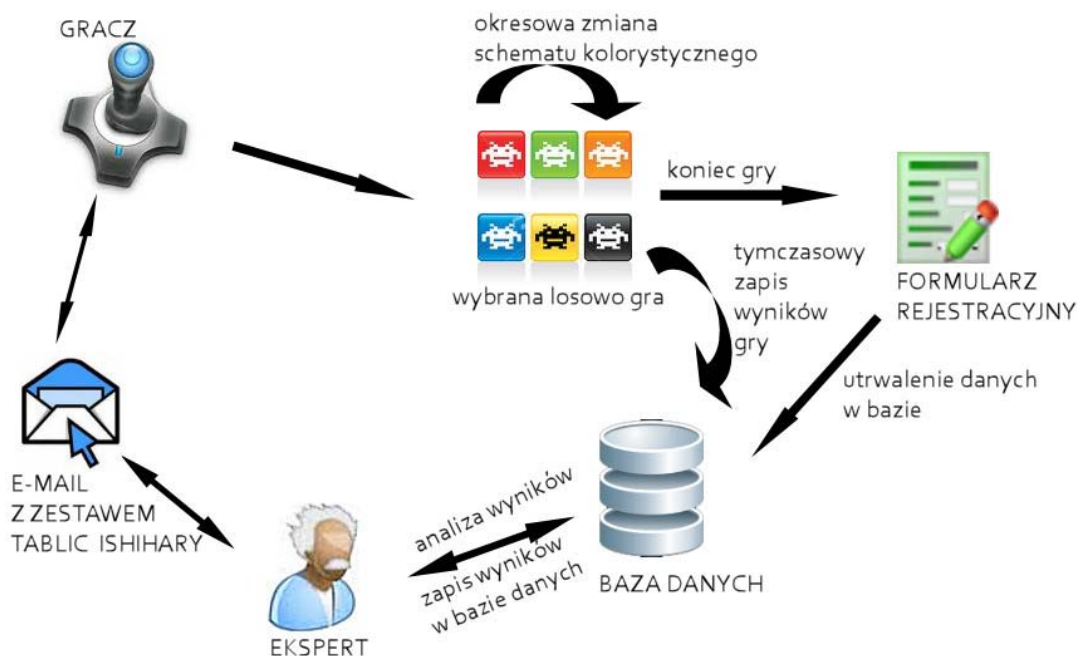
Statki

Autorzy postanowili zaadaptować do swoich potrzeb klasyczną grę, w której celem jest zatopienie floty przeciwnika. Do celów badania, podczas rozgrywki co jakiś czas przez 5 sekund przeciwnicy widzą nawzajem swoje statki. Do wyświetlenia tej podpowiedzi używany jest także układ dwóch kolorów, które mogą być trudne do rozpoznania przez osoby z zaburzeniem widzenia barw. Poprzez wykrywanie zwiększonej ilości trafień w statki przeciwnika można stwierdzić, czy gracz posiada zaburzenie widzenia barw, czy też nie.

5. WYNIKI BADAŃ TESTOWYCH I ICH ANALIZA

Opisana metoda została przetestowana na grupie studentów z dwóch lubelskich uczelni wyższych: Politechniki Lubelskiej oraz Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Administracji w Lublinie.

Koncepcja badania została przedstawiona na rysunku 1.

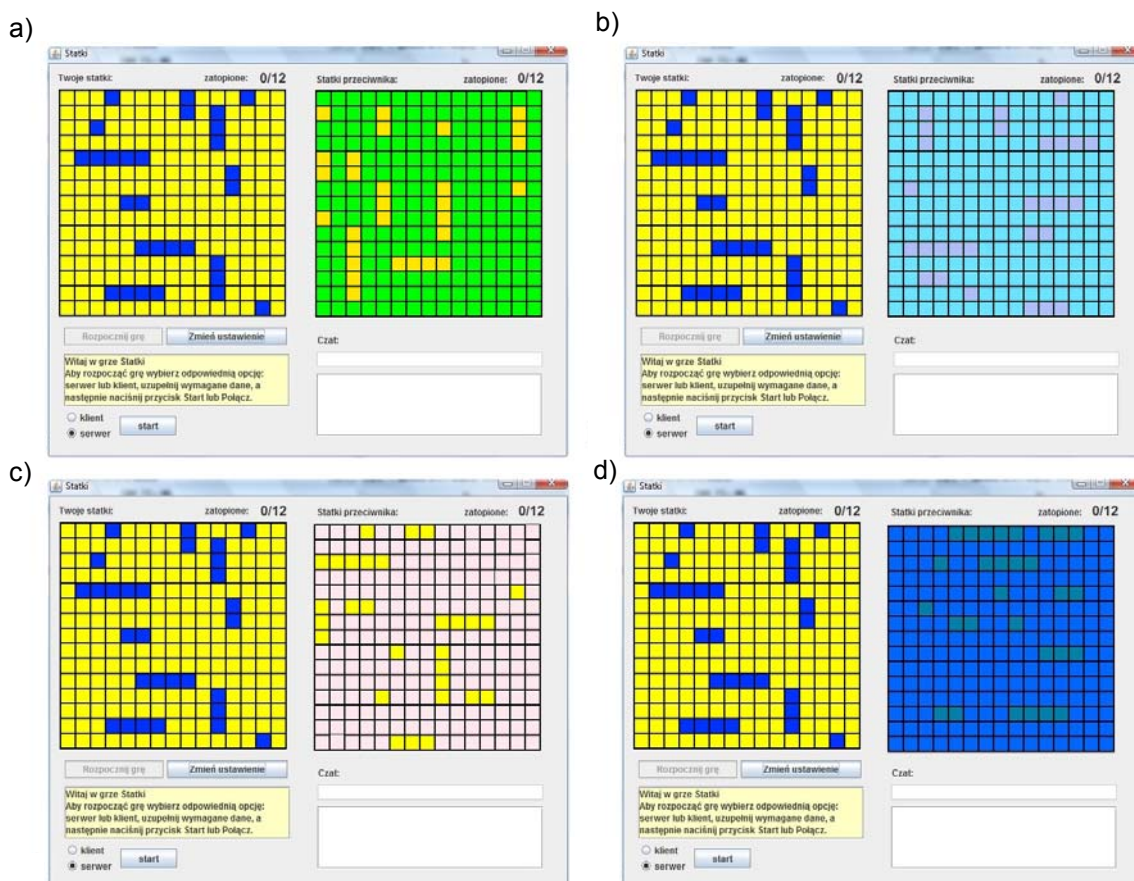


Rys. 1. Koncepcja systemu przeprowadzenia badań

Każdy student został poproszony o rozegranie partii losowo wybranej gry. W czasie każdej rozgrywki, kolorystyka gry zmieniała się okresowo (co 5 punktów w przypadku gry colorpong, zaś co 7 strzałów (kroków) w przypadkach

pozostałych gier). Zabieg taki pozwolił na zbadanie wpływu zmiany kolorów na jakość gry. Autorzy zdecydowali się na użycie schematu kolorów charakterystycznych dla testowania dichromatów, ponieważ ułatwia to proces weryfikacji wyników badania. Aplikacja w czasie gry bada w sposób niejawny, czy u gracza mogą występować problemy z widzeniem barw.

Przykładowe zestawy kolorów zostały zaprezentowane na rysunku 2.



Rys. 2. Przykładowe schematy kolorów dla gry Statki

Po ukończeniu rozgrywki, każdy z graczy został proszony o wypełnienie krótkiego formularza rejestracyjnego i podanie adresu e-mail, na który zostaną wysłane jego wyniki. Podanie tych danych było dobrowolne. Na podstawie danych zarejestrowanych graczy utworzona została lista osób mających potencjalne zaburzenia widzenia barw – umożliwiła to łatwiejszy kontakt z tego typu osobami celem testowania interfejsów tworzonych aplikacji i stron www.

Wszystkie zarejestrowane wyniki (dla każdego etapu rozgrywki) zostały przeanalizowane przez autorów. Autorzy starali się potwierdzić każde rozpoznane zaburzenie widzenia barw. W tym celu do każdego gracza z potencjalną ślepotą barw wysyłano email z wybranym zestawem tablic Ishihary. Tablice

te są obecnie powszechnie wykorzystywane do wykrywania zaburzeń widzenia kolorów, głównie dla wykrywania zaburzeń w rozpoznawaniu czerwieni i zieleni, ale istnieją również tablice służące do detekcji tritanopii. Tablice te zawierają losowej wielkości punkty ułożone w koło. Niektóre z tych punktów tworzą liczbę, która jest widoczna dla osób z normalnym widzeniem barw, zaś niewidoczna (lub trudna do zobaczenia) dla osób ze ślepotą barw [4].

W emailu poproszono respondenta o odczytanie liczb z tablic Ishihary i odesłanie wyników z powrotem do autorów. Miało to na celu potwierdzenie lub zaprzeczenie diagnozy postawionej na podstawie wyników gry. Dane osób z potwierdzoną ślepotą barw zostały utrwalone w bazie danych.

Analiza wyników gry wykazała, że wśród pozostałych graczy znajduje się 6 potencjalnych dichromatów: jedna osoba z deuteranopią, cztery osoby z protanopią i jeden trichromata. Dwie osoby (obie ze zdiagnozowaną wstępnie protanopią) nie odpowiedziały na email z tablicami Ishihary, zaś dwaj pozostali potencjalni protanopowie byli w stanie odczytać wszystkie przesłane im tablice Ishihary. Może to sugerować, że ich wyniki były albo gra skutkiem błędu człowieka lub problemów z użytymi zestawami kolorów (np. niektóre kolory mogą być wyświetlane inaczej na niektórych ekranach [1]). Autorzy ze względu na brak odpowiedniego sprzętu (np. amaloskopu) nie byli w stanie przebadać tych graczy pod kątem nieprawidłowego trichromatyzmu, ale wyniki badania z tablicami Ishihary sugerują, że osoby te posiadają widzenie barw zbliżone do normalnego.

Przy pomocy badania z tablicami Ishihary potwierdzone zostały natomiast wyniki uzyskane przez dwóch pozostałych graczy. Autorzy skontaktowali się z nimi i przeprowadzili krótki wywiad. Okazało się, że jeden z graczy nie wiedział o posiadanych zaburzeniu widzenia barw pomimo, iż posiadał prawo jazdy kategorii B (należy jednak zauważyć, że zgodnie z polskim prawem osoby ze ślepotą barw mogą prowadzić samochody osobowe). Co więcej, drugi z respondentów wiedział o swojej wadze, jednak dowiedział się o niej nie od lekarza, a jako nastolatek podczas grania w grę komputerową – gdyż nie był w stanie zauważyć niektórych szczegółów.

Oba przypadki potwierdzają, że mogą zdarzyć się sytuacje, w których ślepotą barw może zostać niewykryta pomimo zdawałoby się obowiązkowego badania lekarskiego.

Dodatkowo, wszyscy użytkownicy, którzy odpowiedzieli na email z tablicami Ishihary ocenili metodę badawczą jako prostą i przyjemną.

Wydaje się, że na wyniki badania nie miały wpływu niewielki rozmiar badanej grupy oraz stosunkowo wysoki odsetek osób, które nie zaakceptowały regulaminu (przez co wyniki ich gry zostały usunięte z bazy danych). Odsetek osób z potencjalną ślepotą barw (ok. 5%) jest zbliżony do oszacowanego przez autorów na podstawie danych dostępnych w literaturze [13, 11, 7]. Procent potwierdzonych przypadków ślepoty barw jest nieco niższy, choć wpływ na to miało

odmówienie przez 2 osoby uczestniczenia w dalszym badaniu (nie odpowiedzieli na email).

Należy zauważyć, że choć omawiana metoda znajduje się dopiero w fazie testów, wyniki badań są bardzo obiecujące i pokazują, że może być stosowana do wykrywania potencjalnych zaburzeń widzenia barw.

Autorzy pragną podkreślić, że omawiana metoda powinna być traktowana jako narzędzie do zbierania danych o użytkownikach mających ślepotę barw, zaś nie jako substytut badania lekarskiego.

6. PODSUMOWANIE

6.1. Zalety i wady proponowanej metody

Gry komputerowe, zwłaszcza proste, mogą służyć jako uniwersalny i multikulturowy sposób spędzania wolnego czasu. Istnieje wiele darmowych stron internetowych z grami wykonanymi w technologii Flash czy Java, które można odwiedzić np. podczas przerwy w pracy. Oznacza to, że nie jest koniecznym budowanie oddzielnej strony z grami służącymi do wykrywania potencjalnych zaburzeń widzenia barw – gry te można umieścić na wielu stronach poświęconych elektronicznej rozrywce – wymagana jest jedynie centralna baza danych do przechowywania wyników. Dzięki temu możliwe jest przebadanie osób z całego świata przy niewielkim nakładzie finansowym.

W chwili obecnej zaburzenie widzenia barw wykrywane jest najczęściej przy pomocy tablic Ishihary lub pokrewnych metod. Podejście to jest jednak często krytykowane ze względu na pewne ograniczenia [3, 2] – np. niektóre dzieci mogą nie być w stanie nazwać poprawnie liczb. Również ograniczenia językowe i umysłowe mogą mieć wpływ na wynik badania.

Proponowana metoda wydaje się być stosunkowo dobrym rozwiązaniem, wolnym od ograniczeń wspomnianych powyżej. Co więcej, gry mogą być wykorzystywane nie tylko do celów testowych – np. colorpong nie tylko testuje rozpoznawanie kolorów, ale również bada i rozwija spostrzegawczość i czas reakcji gracza.

Niektóre osoby mogą odmówić badania rozpoznawania barw lub zignorować jego wyniki z różnych powodów. Niechęć do badania można pokonać poprzez połączenie procesu badawczego z rozrywką. Wyniki przeprowadzonych badań wydają się to potwierdzać.

Należy jednak wziąć pod uwagę kilka problemów związanych z proponowaną metodą. Jednym z najpoważniejszych jest problem właściwego odwzo-

rowania barw przez używany monitor lub kartę graficzną. Ten sam obraz wyświetlany na dwóch monitorach może różnić się w znacznym stopniu [1]. Mogło to być przyczyną złego rozpoznania potencjalnej protanopii w dwóch opisywanych przypadkach. Na chwilę bieżącą nie istnieje jednak uniwersalne rozwiązanie tego problemu.

Kolejnym problemem jest zmniejszenie procentu osób nie akceptujących regulaminu. Jakkolwiek nie będzie to łatwe, należy dążyć do tego, aby każdy z graczy zaakceptował regulamin gry (dzięki czemu możliwe będzie analizowanie wyników jego rozgrywki i dalszy kontakt).

Należy również wziąć pod uwagę czynnik, jakim jest błąd ludzki. Przykładowo, gracz w labiryncie może zignorować linię podpowiedzi, nie wiedząc, do czego ona służy. Autorzy sugerują, że identyfikacja potencjalnych zaburzeń widzenia kolorów powinna następować po ukończeniu przez gracza przynajmniej trzech poziomów gry tak, aby zminimalizować wpływ błędów na wynik gry.

Proponowana metoda może być atrakcyjną alternatywą do tradycyjnych metod wykrywania zaburzeń widzenia barw. Dzięki wykorzystaniu Internetu możliwe jest również dotarcie do szerokiej grupy odbiorców (graczy). Dzięki temu możliwe jest stworzenie bazy danych o światowym zasięgu, zawierającej dane osób z różnymi rodzajami ślepoty barw. Baza ta może być użyta do kontaktu z wybranymi osobami, które mogą następnie pełnić rolę testerów i konsultantów w zakresie projektowania dostępnych i użytecznych interfejsów aplikacji i stron internetowych.

LITERATURA

1. Clark J.: Building Accessible Websites, New Riders Press.
2. Gegenfurtner K.R., Sharpe L.T.: Color Vision: From Genes to Perception. Cambridge University Press, Cambridge.
3. Hoffman P.S.: Accommodating Color Blindness (2009).
<http://www.digitalspaceart.com/articles/ColorBlindness.pdf>. Accessed 2010-02-23
4. Ishihara S.: Tests for colour-blindness. Handaya, Tokyo 1917, Hongo Harukicho.
5. Kaiser P.K., Boynton R.M.: Human Color Vision, Optical Society of America, Washington DC, 1996.
6. Kent S.: (2001) And then there was pong. The ultimate history of video games. Three Rivers Press.
7. Laskowski M., Szymczyk T.: Economic and legal aspects of adjusting online advertisements for the visually impaired. Актуальні проблеми економіки, 06/2010.
8. Lindlof T.R., Taylor B. C.: (2002) Qualitative Communication Research Methods. SAGE Publications, Inc.
9. McIntyre D.: Colour Blindness: Causes and Effects. Dalton Publishing, Chester 2002.

10. Shevell S. K.: The Science of Color (2nd ed.). Optical Society of America, Oxford 2003.
11. Smal J., Hilbert D.S.: (1997). Readings on Color, Volume 2: The Science of Color (2nd ed.). MIT Press, Cambridge.
12. Szymczyk T., Laskowski M.: (2008) Method of Supporting the CAPTCHA-based Registration Process for the Visually Impaired People. in: Polish Journal of Environmental Studies, 18 (3B).
13. UN Statistics Division, Department of Economic and Social Affairs. (2008) World Population Prospects: The 2008 Revision", UN, New York.
14. Vingrys A.J., Cole B.L.: Origins of Colour Vision Standards within the Transportation Industry, Ophthalmic and Physiological Optics, 6(4) 1986.

Rękopis dostarczono dnia 19.10.2010 r.

AN INTERACTIVE METHOD FOR DETECTING COLOR VISION IMPAIRMENTS

Maciej LASKOWSKI, Tomasz SZYMCZYK

ABSTRACT *This paper describes the practical problems with acquiring reliable data from Internet users. Both legal and illegal methods are discussed.*

Valid and planned legal regulations force equal access for all citizens to specified data. This requires solving different accessibility issues with application interfaces and websites. Authors focus on the problem of creating a database of specialized usability testers (people with disabilities), as the data provided by medical institutions are of ten incomplete or even unreliable.

Authors present an interactive method of detecting color vision impairment (especially dichromacy), which increases the probability of getting hold of potential colorblind.

The test results for the presented method and their analysis is also presented in the paper.