

Maciej LASKOWSKI

INSTYTUT INFORMATYKI, POLITECHNIKA LUBELSKA,
ul. Nadbystrzycka 36b, 20-618 Lublin

Koncepcja zastosowania XML do przetwarzania danych zebranych przez system wykrywania zaburzeń widzenia barw

Mgr inż. Maciej LASKOWSKI

Asystent w Instytucie Informatyki Politechniki Lubelskiej. Opiekun Koła Naukowego Informatyki PENTAGON. W swoich badaniach naukowych zajmuje się tematyką dotyczącą wykorzystania Internetu przez osoby niepełnosprawne (szczególnie posiadające różnego rodzaju wady wzroku). W życiu prywatnym pasjonat Internetu i były fotograf, wieloletni webmaster i grafik.



e-mail: m.laskowski@pollub.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono koncepcję wykorzystania XML do zebrania i uporządkowania danych z pochodzących z aplikacji biomedycznych badających prawidłowość widzenia barwnego, jak również możliwości ich wykorzystania do automatycznego diagnozowania rodzaju i typu ślepoty barw. W pracy omówiono również przykłady analizy i zastosowania zebranych informacji, m.in. w postaci publikowania ich w postaci ogólnodostępnego kanału RSS czy generowania wykresów w formacie SVG.

Słowa kluczowe: XML, zaburzenia widzenia barw, ślepoty barw, aplikacje biomedyczne.

Concept of using XML for processing data collected by colorblindness detection system

Abstract

The paper discusses the importance of proper detection of color vision disorders, not only in professional [5, 13, 17], but also in everyday life [14, 15] and describes the interactive method for detecting colorblindness shown in Fig. 1. This method can be used both as a diagnostic tool (e.g. for improving the process of medical examination of candidates for drivers [13]) or for creating the database containing information about people with color vision disorders, allowing further research on the subject. The latter is especially important concerning all introduced or planned legal regulations on granting access to public information for anyone regardless of any criteria (e.g. disability) [11]. The author analyses the usage of XML for sharing data gathered by applications using the described interactive method for detecting color vision disorders. The possibilities of using other means offered by the XML standard, such as RSS channels or generating SVG charts are also discussed.

Keywords: XML, color blindness, color vision disorders, biomedical applications.

1. Wstęp

Zgodnie z podziałem przypisywanym Arystotelesowi [1] u człowieka wyróżnianych jest pięć głównych zmysłów: dotyk, węch, smak, słuch oraz wzrok [2], z których każdy wymaga zarówno odpowiednich narządów, w których najważniejszą rolę odgrywają receptory wyształcone w kierunku reagowania na konkretny rodzaj bodźców, jak i odpowiednich funkcji mózgu, które odpowiadają za ich interpretację. Narządy zmysłów zapewniają komunikację ze środowiskiem zewnętrznym [2] i przesądza o sposobie postrzegania świata. Spośród wszystkich ludzkich zmysłów dominującą rolę pełni wzrok – obecnie przy jego pomocy dociera do nas ponad 80% informacji [3] - pozostaje więc podstawowym źródłem informacji o świecie [4]. Rozwój techniki i idący wraz z nim wzrost ilości informacji przekazywanych przy użyciu sygnałów wizualnych, a zwłaszcza tych opartych o kolory spowodował, iż prawidłowe widzenie, zwłaszcza widzenie barwne zaczęło odgrywać coraz większą rolę w codziennym życiu [5].

2. Ślepoty barw – krótka charakterystyka

Zaburzenie widzenia barw to osobnicza niezdolność do postrzegania różnic pomiędzy niektórymi lub wszystkimi barwami, które normalnie są dostrzegane przez inne osoby.

Zaburzenia widzenia barw dzieli się na trzy podstawowe typy [6, 7]:

- monochromię – określaną jako całkowita ślepoty barw [8];
- dichromię – zaburzenie rozpoznawania barw związane z pełnym nierozpoznawaniem jednej z barw podstawowych (czerwonej, zielonej bądź niebieskiej) [6] i jej odcieni;
- nieprawidłową trichromię – obniżenie percepcji nasycenia (w niektórych przypadkach także jaskrawości) jednej z barw podstawowych [6].

3. Rola widzenia barwnego w życiu człowieka

Powszechnie przyjmuje się, iż ślepoty barw nie ma negatywnego wpływu na życie codzienne dotkniętej nią osoby, gdyż zakłócone jest tylko postrzeganie barw, nie zaś sam wzrok [3, 9]. Nie jest to jednak prawdą - zaburzenia widzenia barw mogą uniemożliwiać wykonywanie pewnych czynności bądź mieć negatywny wpływ na interpretowanie i rozumienie sygnałów wizualnych opartych o kolory [10, 11, 12], jak również uniemożliwiać pracę w zawodach, w których prawidłowe postrzeganie barw jest powiązane z bezpieczeństwem, bądź jest istotne z punktu widzenia samej pracy [13].

Prawidłowe rozpoznawanie kolorów odgrywa znaczącą rolę w życiu człowieka już od dzieciństwa, począwszy od prostych zajęć i zabaw, takich jak kolorowanie obrazków czy opisywanie obserwowanych przedmiotów i zjawisk, poprzez analizę różnego rodzaju map i wykresów [14], na problemie rozpoznawania kolorowych sygnałów alarmowych skończywszy [14]. Ciekawym przykładem wpływu zaburzeń widzenia na życie codzienne jest problem z określeniem stopnia dojrzałości owoców czy odróżnieniem surowego mięsa od już przyrządzonego. Może to uniemożliwiać pracę w niektórych zawodach związanych z obróbką żywności czy też powodować dyskomfort w codziennym życiu [15]. Ponadto, problemy może stwarzać prawidłowe rozpoznanie opakowań niektórych artykułów – jest to szczególnie istotne w przypadku leków i preparatów, które są używane przez pacjentów w sytuacjach wymagających szybkiego podania leku, kiedy ryzyko popełnienia błędu (i jego wpływ na zdrowie i życie pacjenta) jest zwiększone [16].

Warto również przeanalizować wpływ ślepoty barw na życie zawodowe dotkniętych nią osób. Wbrew powszechnemu mniemaniu nie jest on bowiem ograniczony tylko do profesji związanych z transportem. W literaturze m.in. [17, 18] podkreśla się ogromną rolę, jaką odgrywa prawidłowe rozpoznawanie barw nie tylko w pracy lekarza, ale również laboranta. Wpływ zaburzeń widzenia barw jest szczególnie widoczny w diagnostyce medycznej [17], gdzie możliwe jest pominięcie lub błędna interpretacja niektórych symptomów choroby widocznych na ciele pacjenta bądź w pobranych próbkach [18], co może być powodem postawienia błędnej diagnozy, mogącej skutkować nawet zagrożeniem życia pacjenta [19]. Ciekawym przykładem jest również możliwość błędnej interpretacji wyników uzyskiwanych przez tzw. testy paskowe, które są wykorzystywane m.in. do mierzenia poziomu glukozy we krwi przez chorych na cukrzycę [20]. Prawidłowe rozpoznawanie barw może mieć również wpływ na bezpieczeństwo pracy strażaka – na podstawie barwy płomieni i dymu możliwe jest określenie zarówno typu pożaru, jak i jego charakterystyki (np. temperatury, toksyczności dymu) [21].

Wpływ zaburzeń widzenia barw na życie dotkniętych nią osób może być zmniejszony, jeśli osoba jest świadoma posiadanej wady [20]. Może to być realizowane m.in. poprzez zmianę używanej palety barw, zwracanie dokładniejszej uwagi na niektóre szczegóły czy też pomoc osoby z prawidłowym rozpoznawaniem barw [20]. Istotna jest nie tylko świadomość posiadania wady widzenia, ale również wiedza na temat jej rodzaju oraz charakteru. Jest to szczególnie ważne w obliczu ograniczeń zawodowych dotyczących osób ze ślepotą barw. Wymaga to użycia dobrej metody detekcyjnej, charakteryzującej się niewielkim prawdopodobieństwem błędu.

4. Interaktywna metoda detekcji zaburzeń widzenia barw

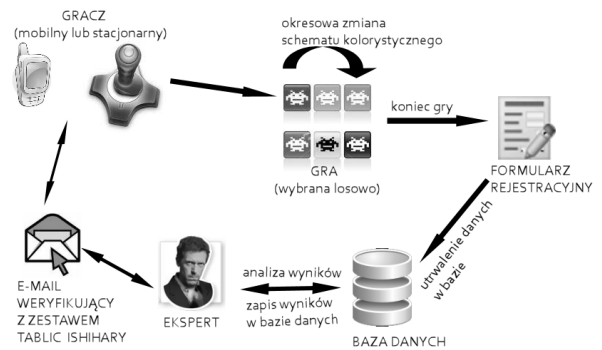
Do tej pory nie opracowano sposobu, który umożliwiłaby szybką, bezbłędną i jednoznaczną detekcję ślepoty barw [22]. Tymczasem świadomość posiadania zaburzenia widzenia barw jest istotna nie tylko ze względów związanych z bezpieczeństwem czy istotą pracy zawodowej, ale również – jak zostało wspomniane powyżej – w związku z sytuacjami z życia codziennego. Ważne jest więc, aby badanie poprawności rozpoznawania barw – zwłaszcza w aspekcie zawodowym – było przeprowadzane przy użyciu metody dającej obiektywny wynik. Należy przy tym wziąć również pod uwagę inne istotne czynniki, takie jak stosunek kosztów czy czasochłonności do celu, w jakim jest ono przeprowadzane.

Większość metod obecnie używanych do detekcji zaburzeń widzenia barw ma charakter subiektywny [4] – oznacza to, że cechują się brakiem odporności na oszustwo ze strony osoby badanej [4] oraz na popełniane przez nią błędy wynikające np. z nieznajomości procedury [23]. Dobrze skonstruowany test powinien zawierać tzw. skalę kłamstwa [4] oraz margines błędu [24], co powinno pozwolić na relatywną obiektywizację wyników badania [4].

Problem oszustwa w trakcie badania ma dwojaki charakter: pacjent może zarówno symulować brak zaburzeń widzenia barw, jak i ich posiadanie. Ciekawą ilustracją drugiego przypadku mogą być koleje indyjskie, gdzie osoby ze zdiagnozowaną ślepotą barw kierowane są do obsługi pasażerów, co ma przełożenie na wysokość i charakter zarobków [25].

Należy także zauważyć, że błędy w trakcie badania mogą zostać popełnione przez obydwie strony. Może być to skutkiem zarówno celowego działania, jak i wynikiem okoliczności, w jakich jest ono przeprowadzane. Przykładowo, w wielu szkołach jazdy badania lekarskie odbywają się w tym samym dniu dla całej grupy szkoleniowej [13]. Dodatkowym czynnikiem przemawiającym za opracowaniem nowej metody, która charakteryzowałaby się niskim prawdopodobieństwem błędu jest fakt, iż w niektórych krajach wprowadzono prawnie ograniczenia dotyczące osób dotkniętych zaburzeniami widzenia barw. Przykładowo, o ile w Polsce osoba dotknięta ślepotą barw może uzyskać niezawodowe prawo jazdy, zaś jeśli w wyniku badania lekarskiego nie stwierdzono przeciwwskazań do kierowania pojazdem – także zawodowe [26], o tyle w Rumunii wymagania medyczne dotyczące kandydatów na kierowców są na tyle rygorystyczne, iż w praktyce osoby z zaburzeniami widzenia barw nie mogą starać się o uzyskanie tego dokumentu pomimo braku zakazu wyrażonego *explicite* [27].

Analizując przedstawione powyżej problemy, w pracy [11] zaproponowano zestaw prostych gier mogących 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 gracza w nieświadomości, że jest badany tak długo, jak jest to możliwe. Metoda badawcza opiera się na schemacie przedstawionym na rys. 1: gracz rozgrywa partię wybranej gry. W czasie każdej rozgrywki schemat kolorystyczny zmienia się okresowo. Zabieg taki pozwala na zbadanie wpływu zmiany kolorów na jakość gry.



Rys. 1. Schemat metody badawczej (źródło: [11])

Fig. 1. Research method schema (source: [11])

W grach wykorzystywane są schematy kolorów charakterystyczne dla testowania dichromatów, ponieważ ułatwia to proces weryfikacji wyników badania. Wyniki osiągnięte przez gracza są analizowane przez aplikację celem wykrycia potencjalnych zaburzeń widzenia barw. Po ukończeniu rozgrywki gracz proszony jest o wypełnienie krótkiego formularza rejestracyjnego i akceptację regulaminu (w którym wyraża zgodę na przetwarzanie i przechowywanie informacji zebranych w trakcie gry oraz na kontakt z przeprowadzającym badanie w razie potrzeby). W przypadku niezaakceptowania dokumentu dane zebrane w trakcie rozgrywki są usuwane. Po rejestracji zebrane dane przesyłane są do centralnej bazy danych systemu. Kolejnym krokiem jest analiza wszystkich zarejestrowanych wyników przez eksperta, który stara się potwierdzić każde rozpoznane przez system zaburzenie widzenia barw. W tym celu wysyła do każdego gracza (u którego zdiagnozowano potencjalną ślepotę barw) email z wybranym zestawem tablic Ishihary, obecnie powszechnie wykorzystywanych do wykrywania zaburzeń widzenia kolorów. Zawierają one punkty o różnych rozmiarach ułożone w koło. Niektóre z tych punktów tworzą liczbę, która jest widoczna dla osób z normalnym widzeniem barw, zaś niewidoczna (bądź trudna do zobaczenia) dla osób ze ślepotą barw [13]. W emailu respondent jest proszony o odczytanie liczb z otrzymanych tablic i odesłanie wyników do eksperta. Ma to na celu potwierdzenie lub zaprzeczenie diagnozy postawionej na podstawie wyników gry. Ekspert utrwala dane osób z potwierdzoną ślepotą barw w bazie danych. Proces analizy eksperckiej można również zautomatyzować pod warunkiem uprzedniego opracowania bazy wiedzy, na podstawie której generowane będą zestawy tablic Ishihary dla poszczególnych graczy. Rozwiązanie to jednak nie będzie omawiane w ramach niniejszej pracy.

Po potwierdzeniu prawidłowości diagnozy system powinien poinformować użytkownika drogą mailową o posiadanym przez niego zaburzeniu widzenia barw.

5. Problem współdzielenia danych zebranych przez aplikacje biomedyczne

Warto zaważyć, że pomimo, iż przedstawiona w poprzednim rozdziale metoda ma na celu głównie uświadomienie użytkownikom posiadanych przez nich zaburzeń widzenia barw, to jej istotnym elementem jest utrwalenie w bazie danych zebranych informacji oraz ich współdzielenie przez określone osoby.

Przemawia za tym kilka powodów – jednym z nich jest możliwość wsparcia badania medycznego, np. w przypadku kandydatów na prawo jazdy - informacje o zdiagnozowanych zaburzeniach widzenia barw (zebrane podczas pracy z aplikacją w trakcie kursu) trafiałyby do bazy danych, skąd byłyby pobierane przez lekarza prowadzącego, który potwierdzałby wykryte zaburzenia widzenia barw (co oznacza zmniejszoną liczbę osób wymagających dokładniejszego badania) [11]. Inny powód to potrzeba kontaktu z osobami posiadającymi konkretny rodzaj ślepoty barw celem wykorzystania ich w roli testerów różnego rodzaju projektów graficznych czy interfejsów programów. Jest to zagadnienie o tyle

istotne, że istniejące i planowane rozwiązania prawne wymuszają m.in. równość w dostępie do informacji bez względu na posiadane ograniczenia (w tym niepełnosprawności [11]). Działanie to jest jednak utrudnione już na etapie próby kontaktu z kandydatami – wiele placówek medycznych nie przechowuje informacji o zaburzeniach widzenia barw u swoich pacjentów [7]. Oznacza to konieczność przeprowadzenia odrębnych badań przesiewowych wśród kandydatów na testerów celem stworzenia odpowiedniej grupy badawczej. Jest to jednak rozwiązanie kosztowne. Problem ten może być rozwiązany przy użyciu opisanej powyżej metody.

Przedstawiony system powinien być dostępny na jak największej liczbie platform sprzętowych tak, aby dotrzeć do jak największej liczby użytkowników. Jest to szczególnie istotne w przypadku budowania bazy kontaktów, gdyż biorąc pod uwagę fakt, że w sumie ok. 6% populacji dotkniętych jest ślepotą barw [3, 11] – większa liczba graczy oznacza większe prawdopodobieństwo dotarcia do osób z zaburzeniami widzenia barw.

Wszystkie wymienione powyżej czynniki pokazują konieczność wieloplatformowego podejścia do problemu współdzielenia i wykorzystywania danych zebranych przez omówione wcześniej aplikacje. Jednym z bardziej uniwersalnych rozwiązań będzie zastosowanie XML.

6. Wykorzystanie XML do współdzielenia zebranych danych

XML jest standardem zapisywania danych wraz z ich strukturą w dokumentach tekstowych, zdefiniowanym przez W3C (World Wide Web Consortium) i służącym do przechowywania lub przesyłania danych tekstowych wraz z ich strukturą [28]. Dużą zaletą jest fakt, że dokumenty XML jako zwykłe pliki tekstowe można edytować w najprostszycy edytorach [28].

Jednym z poważnych problemów związanych z pracą na danych zapisanych w XML jest poprawność nie tylko ich struktury, ale także typu. Przesyłając dane w formacie tekstowym istnieje dość duże prawdopodobieństwo popełnienia błędu – np. zapisania danych liczbowych w złym formacie. Problemy te mogą zostać wyeliminowane przy użyciu zdefiniowanej struktury danych, takiej jak XML Schema bądź Document Type Definition [28]. Standard XML oferuje dodatkowe możliwości pracy z danymi – jedną z nich jest możliwość generowania różnego rodzaju wykresów w formacie SVG (który jest graficznym przedstawieniem struktury danych XML) [28]. Dzięki temu możliwe jest np. generowanie wykresów w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Innym ciekawym zastosowaniem oferowanym przez XML jest dostarczanie danych w postaci kanału RSS – umożliwiają to pobierane i przetwarzane danych przez różnego rodzaju aplikacje klienckie bez konieczności posiadania dostępu do bazy danych, co może znacząco ułatwić tworzenie oprogramowania analizującego.

7. Wnioski

Jak już wspomniano, wpływ zaburzeń widzenia barw na życie dotkniętych nią osób może być zmniejszony, jeśli osoba jest świadoma posiadanej wady [20]. Wymaga to użycia dobrej metody detekcyjnej charakteryzującej się niewielkim prawdopodobieństwem błędu. Aby jednak dane zebrane przy pomocy omówionej metody były użyteczne, muszą zostać odpowiednio przetworzone i utrwalone w bazie danych. Może to się odbyć m.in. przy wykorzystaniu XML, co umożliwia ustrukturyzowanie zebranych po stronie użytkownika informacji i wstępne sprawdzenie ich poprawności. Dodatkowo, uniwersalność XML powoduje, iż dane te mogą być wykorzystywane także przez inne aplikacje, o ile zajdzie taka potrzeba.

Omówione w niniejszej pracy zagadnienia nie wyczerpują oczywiście szerokiego tematu, jakim jest współdzielenie danych zebranych podczas pracy użytkownika z aplikacją pomiarową.

8. Literatura

- [1] Tatariewicz W.: Historia filozofii, t. 1 – Filozofia Starożytna i Średniowieczna, PWN, Warszawa 2005.
- [2] Solomon E. P. et al.: *Biologia*, MULTICO Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1996.
- [3] Shevell S. K.: *The Science of Color* (2nd ed.), Optical Society of America, Oxford 2003.
- [4] Młodkowski J.: *Aktywność wizualna człowieka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa - Łódź 1998.
- [5] Cole B.L.: The handicap of abnormal colour vision, w: *Clinical and Experimental Optometry*, Vol. 87, Iss. 4-5, ss. 258-275, 2004.
- [6] Kaiser P.K., Boynton R.M.: *Human Color Vision*, Optical Society of America, Washington DC 1996.
- [7] McIntyre D.: *Color Blindness: Causes & Effects*, Dalton, Chester 2002.
- [8] Szymczyk T., Laskowski M.: Method of Supporting the CAPTCHA-based Registration Process for the Visually Impaired People, w: *Polish Journal of Environmental Studies*, 18 (3B), ss.363-367, 2008.
- [9] Vingrys A.J., Cole B.L.: Origins of Colour Vision Standards within the Transportation Industry, w: *Ophthalmic and Physiological Optics*, 6(4), ss. 369–375, 1986.
- [10] Gregory R.L.: *Oko i mózg. Psychologia widzenia*, PWN, W-wa 1971.
- [11] Laskowski M.: Zestaw gier wspomagający proces detekcji zaburzeń widzenia barw, w: *Zeszyty Naukowe WETI PG*, nr 9, 2011.
- [12] Starr R. A., Sandberg W. H., Guan Y.: Does Color Blindness Affect the Perception of Green LED Signal Indications? w: *ITE Journal* vol. 74, no. 8, 2004.
- [13] Bober D., Laskowski M., Kęsik J.: Prototyp systemu do interaktywnego wykrywania dichromatów wśród kandydatów na kierowców, w: *Prace Instytutu Elektrotechniki*, zeszyt 247, ss.141-157, 2010.
- [14] Albany-Ward K.: Why Colour Really Does Matter, w: *Prep School Summer*, Issue 71, ss.34-35, 2011.
- [15] Steward J.M., Cole B. L.: What do color vision defectives say about everyday tasks?, w: *Optometry and Vision Science*, vol. 66, no. 5, ss. 288-295, 1989.
- [16] Color-coded pills often don't work for the colorblind, LA Times, http://latimesblogs.latimes.com/booster_shots/2009/08/colorcoded-pills-often-dont-work-for-the-colorblind.html (dostęp 17.09.2011)
- [17] Campbell J.L. et al.: The description of physical signs of illness in photographs by physicians with abnormal colour vision, w: *Clinical and Experimental Optometry*, Vol. 87, Iss. 4-5, ss.334-338, 2004.
- [18] Campbell J.L. et al.: The effect of abnormal colour vision on the ability to identify and outline coloured clinical signs and to count stained bacilli in sputum, w: *Clinical and Experimental Optometry*, Vol. 88, Iss. 6, ss.376-381, 2005.
- [19] Spalding J.A.B.: Doctors with inherited colour vision deficiency: their difficulties in clinical work, w: Cavonius C.R. (red.), *Proc. of the Int. Research Group for CVD*, Kluwer Int. Publishing, ss.483-489, 1995.
- [20] Spalding J.A.B.: Confessions of a colour blind physician, w: *Clinical and Experimental Optometry*, Vol. 87, Iss. 4-5, ss.344-349, 2004.
- [21] Flück D.: Does Color Blindness Disqualify from being a Firefighter?, <http://www.colblindor.com/2008/01/15/does-color-blindness-disqualify-from-being-a-firefighter/> (dostęp 30.09.2011)
- [22] Yates J.T., Heikens M.F.: *Colour Vision Testing – Methodologies: Update and Review*, w: Menu J.P., Ivan D. (red.) *RTO technical report 16. Operational Colour Vision in the Modern Aviation Environment*, RATO/NATO, Neuilly-sur-Seine 2001.
- [23] Flück D., *Color Blindness Tests*, <http://www.colblindor.com/2010/03/23/color-blindness-tests> (dostęp 28.07.2011)
- [24] French A.L. et al.: The evolution of colour vision testing, w: *Australian Orthoptic Journal*, 40 (2), ss.7-15, 2008.
- [25] Flück D.: Pretending Color Blindness – How to Uncover It, <http://www.colblindor.com/2007/07/05/pretending-color-blindness-how-to-uncover-it> (dostęp 11.08.2011)
- [26] Prawo o Ruchu Drogowym (z późniejszymi zmianami), Dz. Ustaw nr 108, poz. 908, ss.6854-6923, 2005.
- [27] <http://discromat.wordpress.com/> (dostęp 27.09.2011)
- [28] Holzner S.: *XML. Vademecum profesjonalisty*, Helion, Gliwice 2001.