

This paper should be cited as: Michalski, R., Grobelny, J., Jach, K., & Kuliński, M. (2006). Wykorzystanie okulografii w analizie użyteczności serwisów internetowych. Unpublished paper presented at Interfejs użytkownika - Kansei w praktyce Conference, Warszawa 2006. Warsaw.

Wykorzystanie okulografii w analizie użyteczności serwisów internetowych

RAFAŁ MICHALSKI, JERZY GROBELNY, KATARZYNA JACH, MARCIN KULIŃSKI

**Laboratorium Ergonomii
Instytut Organizacji i Zarządzania
Politechnika Wroclawska
ul. Smoluchowskiego 25
50-372 Wrocław
tel. +48 71 348 50 50
<http://ergonomia.ioz.pwr.wroc.pl>**

1. Wprowadzenie

Chociaż początki badań z wykorzystaniem okulografii datuje się na drugą połowę XIX wieku (np. Javal 1879) dynamiczny rozwój nastąpił pod koniec XX wieku. Liczba artykułów naukowych publikowanych rocznie w renomowanych czasopismach wzrosła z kilkunastu w roku 1981 do niemal 250 w 2000 roku (Yang i in. 2002). Wraz z poszerzaniem się możliwości technicznych śledzenia pracy wzroku oraz z powodu malejących kosztów tego typu systemów zwiększa się również w ostatnich dekadach zainteresowanie badaniami wykorzystującymi charakterystyki ruchu gałek ocznych do oceny jakości interfejsów. Podstawowe badania naukowe związane z komunikacją człowieka z komputerem, w których wykorzystano urządzenia do rejestracji aktywności wzrokowej obejmują takie zagadnienia, jak wpływ kontrastu i ostrości obrazu z monitora na efektywność wyszukiwania ikon (Näsänen i Ojanpää 2003), wpływ obecności ikon oraz czynnika grupowania na sprawność wyboru elementów w interfejsie komputerowym (Murata i in. 2002, Murata i Furukawa 2005) czy też zależność szybkości przeszukiwania wzrokowego od konfiguracji elementów (Scott i Findlay 1991). W literaturze można także znaleźć prace poświęcone w szczególności analizie i ocenie interfejsów serwisów internetowych, przykładowo artykuły Goldberga i in. (2002), McCarthy i in. (2003), Pan i in. (2004), Burke i in. (2005), Bojko (2006). W badaniach jakości użytkowej oprogramowania korzystających z okulografii stosuje się wiele różnych mierników począwszy bardzo prostych np. liczba fiksacji (Byrne i in. 1999, Lindberg i Näsänen 2003), a skończywszy na dość złożonych obliczeniowo – przykładowo gęstość przejść (Ponsoda i in. 1995, Goldberg i Kotval 1999). Przegląd 20 badań wraz z zastosowanymi miernikami w obszarze interakcji człowieka z komputerem, w których korzystano z urządzeń do rejestracji ruchów oczu przedstawili Jacob i Karn (2003).

W niniejszej pracy przedstawiono zastosowanie okulografii do analizy rzeczywistego serwisu internetowego. Cele badania zostały zdefiniowane w następujący sposób:

- Ocena przydatności wybranych obszarów odpowiedzialnych za nawigację na stronie głównej i podstronach serwisu jednego z banków komercyjnych.
- Określenie na ile banery reklamowe znajdujące się po prawej stronie każdej strony internetowej w badanym serwisie www są zauważane przez użytkowników podczas wyszukiwania informacji.
- Analiza stopnia postrzegania logo firmy usytuowanego w lewym górnym rogu ekranu w trakcie wykonywania innych zadań.

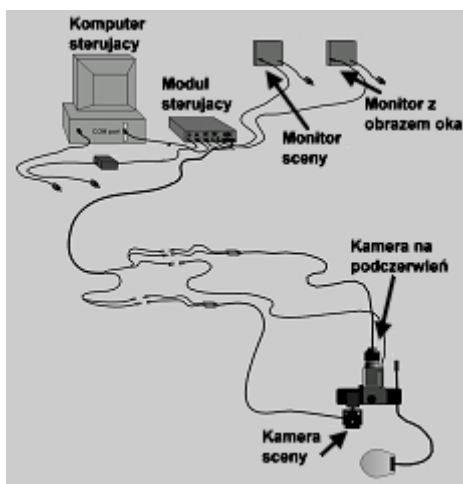
2. Metoda

2.1. Uczestnicy

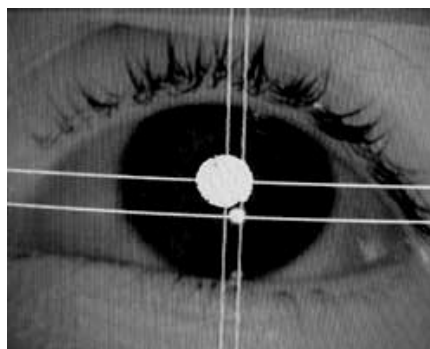
W badaniu udział wzięli trzej mężczyźni w wieku 24, 27 i 30 lat. Uczestnicy nie nosili okularów ani szkieł kontaktowych ani nie zgłosili żadnej wady wzroku. Badani charakteryzowali się podstawową znajomością obsługi komputera i systemu operacyjnego z rodziny Windows oraz posiadali podstawową umiejętność obsługi przeglądarki internetowej. Ich doświadczenie w poruszaniu się po stronach internetowych banków było niewielkie i nigdy w przeszłości nie odwiedzili badanego serwisu internetowego. Uczestnicy otrzymali wynagrodzenie za udział w eksperymencie.

2.2. Narzędzia badawcze

W prezentowanym badaniu wykorzystano system ASL 6000 do śledzenia pracy wzroku człowieka, który znajduje się na wyposażeniu Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej. Częstotliwość próbkowania tego urządzenia wynosi 60 Hz, a dokładność pomiaru współrzędnych pozycji gałki ocznej 0,5 stopnia kąta widzenia. Ogólny schemat funkcjonalny systemu pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Schemat systemu ASL do śledzenia ruchów oczu (ASL 2005)



Rys. 2. Widok oka w podczerwień z wyróżnioną źrenicą i pierwszym punktem Purkyniego

System monitoruje położenie gałek ocznych przy wykorzystaniu dwóch kamer i oprogramowania. Kamera sceny (rys.1) pokazuje, co widzi osoba badana. Kamera na podczerwień (rys.1) zamontowana na opasce śledzi położenie oka, a program Eye-Tracker zainstalowany na komputerze sterującym pozwala rozpoznawać precyzyjnie środek źrenicy oraz odbicie rogówkowe wiązki promieni podczerwonych wysyłanych przez moduł optyczny zamontowany na głowie badanego (tzw. pierwszy punkt Purkyniego). Znajomość położenia tych dwóch punktów pozwala dokładnie określić kierunek patrzenia badanej osoby (rys.2). Obraz z obu kamer jest widoczny na odpowiednich monitorach.

Komputer badawczy wyposażony był dodatkowo w oprogramowanie służące do rejestracji zdarzeń systemowych (np. położenie kursora myszy, pisanie na klawiaturze komputera) pod nazwą GazeTracker. Aplikacja ta dodatkowo gromadzi w bazie danych wszystkie dane wysyłane przez komputer sterujący (np. współrzędne pozycji gałki ocznej, średnicę źrenicy) i wyposażona jest w moduły ułatwiające zarządzanie oraz analizę zgromadzonych informacji. Badana strona internetowa była wyświetlana w przeglądarce internetowej Internet Explorer 6.0 w rozdzielczości 1024×768 pikseli, w środowisku systemu operacyjnego Windows XP Professional.

2.3. Projekt eksperymentu i procedura badawcza

Każdy z badanych poproszony został o wykonanie pięć prostych zadań związanych z odnalezieniem żądanej informacji w analizowanym serwisie internetowym. Treść tych zadań przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Zadania wykonywane przez badanych

Nr zadania	Treść zadania
1	Jakie jest oprocentowanie lokat na 3 i na 6 miesięcy?
2	Czy można założyć konto eKontoPRO przez Internet?
3	Jakie jest minimalne oprocentowanie kredytu mieszkaniowego?
4	Ile dni kredytowania za darmo przysługuje karcie kredytowej VISA Classic?
5	Jaka jest minimalna wpłata na lokatę trzymiesięczną?

Podczas wykonywania zadań przez badanego były rejestrowane charakterystyki aktywności wzrokowej oraz zdarzenia systemowe. Przed rozpoczęciem badania uczestnik był informowany o sposobie wykonania zadań i rejestracji wyników. Po uzyskaniu zgody na uczestnictwo w badaniach, prowadzący badanie dopasowywał stanowisko do indywidualnych cech antropometrycznych i fizjologicznych użytkownika oraz przeprowadzał niezbędną kalibrację systemu. W celu zaznajomienia uczestnika ze sposobem przeprowadzenia eksperymentu użytkownik proszony był o wykonanie zadania testowego na zupełnie innej stronie internetowej, po czym następowało zasadnicze badanie. Po zakończeniu każdego zadania użytkownik miał możliwość krótkiego odpoczynku. Czas wykonania badania dla jednej osoby wraz z przygotowaniem systemu i jego kalibracją wynosił około 40 minut.

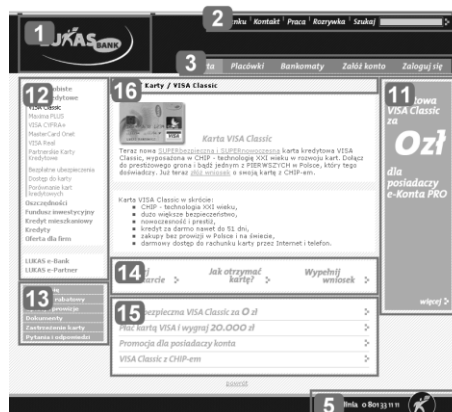
3. Wyniki

Badani podczas wykonywania zadań odwiedzili w sumie 82 strony (34 różne podstrony), natomiast do analizy wybrano dziesięć najistotniejszych z punktu widzenia posta-

wionych w tej pracy celów. Zdefiniowano łącznie 15 obszarów zainteresowań (AOI) dla strony głównej i podstron. Lokalizacje poszczególnych stref obserwacji zostały przedstawione na rys. 3 i 4.



Rys. 3. Lokalizacje poszczególnych obszarów zainteresowań na stronie głównej



Rys. 4. Lokalizacje poszczególnych obszarów zainteresowań na przykładzie jednej podstrony

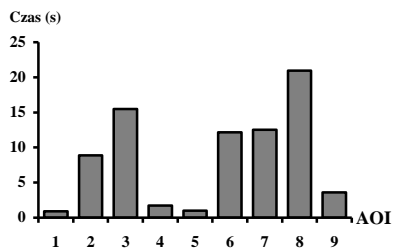
Dla celów tego opracowania za podstawowy miernik użyteczności badanego serwisu www przyjęto czas skupienia wzroku w zdefiniowanych obszarach zainteresowania. Wyniki analizy zaprezentowano w tablicach 2 i 3 oraz na rys. 5 i 6.

Tablica 2. Sumaryczne czasy aktywności wzrokowej w poszczególnych AOI dla strony głównej

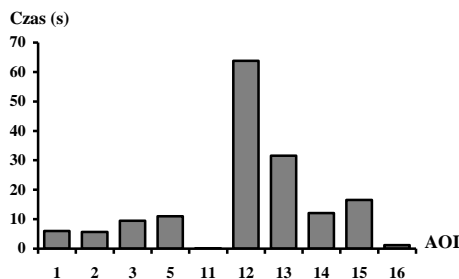
Nr	Nazwa	Czas (s)	Udział (%)
1	Logo	0,92	0,5
2	Narzędzia	8,87	4,8
3	Główne menu poziome	15,50	8,3
4	Prawy baner	1,74	0,9
5	Lukas linia	1,00	0,5
6	Lewy baner	12,16	6,5
7	Baner załóż konto	12,52	6,7
8	Baner centra oszczędzania i kredytowe	20,95	11,2
9	Lista rozwijana	3,58	1,9
10	Poza wszystkimi AOI	109,49	58,6

Tablica 3. Sumaryczne czasy aktywności wzrokowej w poszczególnych AOI dla podstron

Nr	Nazwa	Czas (s)	Udział (%)
1	Logo	5,98	1,0
2	Narzędzia	5,67	0,9
3	Główne menu poziome	9,47	1,5
5	Lukas linia	10,97	1,7
11	Prawy panel na podstronie	0,16	0,03
12	Lewe menu lokalne	63,79	10,2
13	Lewe menu dodatkowe	31,59	5,0
14	Menu typu więcej	12,09	1,9
15	Menu kontekstowe	16,56	2,6
16	Tytuł strony	1,23	0,2
10	Poza wszystkimi AOI	470,00	74,9



Rys. 5. Czasy skupienia wzroku w poszczególnych AOI dla strony głównej



Rys. 6. Czasy skupienia wzroku w poszczególnych AOI dla strony głównej

Analizując obszary zainteresowania na stronie głównej odpowiedzialne za nawigację widać, że najkrótszy czas zarejestrowano dla listy rozwijanej, a górne poziome menu (AOI nr 2 i 3) charakteryzowały się stosunkowo dużym skupieniem wzroku badanych. Największy udział w ogólnym czasie przebywania na stronie głównej przypadł banerom (AOI nr 7 i 8) pełniącym jednocześnie funkcje nawigacyjne i wyniósł niecałe 18%. W przypadku podstron badanego serwisu wzrok użytkowników zdecydowanie najdłużej skupiony był na menu umiejscowionym po lewej stronie ekranu (AOI nr 12 i 13) stanowiąc w sumie ok 15% całego czasu aktywności wzrokowej zarejestrowanej na podstronach.

Przedstawione rezultaty dla strony głównej wyraźnie pokazują niewielkie zainteresowanie użytkowników banerem znajdującym się po prawej stronie ekranu monitora. Czas skupienia wzroku zarejestrowany dla tego obszaru (AOI nr 4) stanowił niespełna 1% sumarycznego czasu przeszukiwania strony głównej serwisu. Dla analizowanych podstron udział czasu skupienia wzroku dla prawego banera (AOI nr 11) był jeszcze mniejszy i wyniósł zaledwie 0,03%.

Również logo firmy usytuowane w lewym górnym rogu ekranu (AOI nr 1) nie przyciągało uwagi użytkowników w trakcie wykonywania zadań. Zarówno dla strony głównej, jak i podstron udział czasu skupienia wzroku na tych obiektach nie przekraczał 1% sumarycznego czasu przeszukiwania wzrokowego.

Analizy wykresów fiksacji i sakkad przygotowanych przy użyciu aplikacji GazeTracker potwierdziły wyniki zaprezentowane powyżej. Przykładowe rozkłady fiksacji i sakkad zarejestrowane podczas jednego z zadań dla strony głównej i jednej z podstron pokazano poniżej na rys. 7 i 8.



Rys. 7. Przykładowy wykres fiksacji i sakkad dla strony głównej serwisu



Rys. 8. Przykładowy wykres fiksacji i sakkad dla jednej z podstron serwisu

4. Dyskusja

Wyniki eksperymentów pokazały, że menu znajdujące się po lewej stronie oraz elementy nawigacyjne umieszczone na górze strony najczęściej skupiały wzrok użytkowników. Uzyskane wyniki w dużym stopniu są zgodne z rezultatami dotyczącymi oczekiwanego położenia elementów nawigacyjnych na stronach internetowych uzyskanych przez Bernarda (2001) i Oulasvirta i in. (2005).

Wykorzystaniem charakterystyk aktywności wzrokowej do analizy użyteczności serwisów internetowych powoduje niekiedy trudności w jednoznacznej interpretacji uzyskanych wyników. W analizowanym przypadku, jeżeli jakiś element nie został zauważony przez użytkownika (brak fiksacji) wówczas można przyjąć, że nie przyczynia się on do polepszenia nawigacji systemu. Gdy jednak liczba fiksacji wzrasta może to oznaczać również trudności z odnalezieniem szukanego obiektu, co można było zauważyć w trakcie odtwarzania zarejestrowanych zdarzeń systemowych z nałożonym wskaźnikiem punktu skupienia wzroku. Przypuszczenie to znajduje swoje potwierdzenie w badaniach Renshaw i in. (2004), którzy pokazali, że wydłużenie czasu fiksacji świadczy o problemach z przyswojeniem informacji.

Do przedstawionych wyników badań należy podchodzić z ostrożnością ze względu na niewielką liczbę uczestników. W badaniach tych dodatkowo nie uwzględniono widzenia peryferyjnego, które może mieć znaczenie np. przy nieświadomym przetwarzaniu informacji reklamowej. W związku z tym niewielka ilość czasu skupienia wzroku zarówno na logo firmy, jak i na banerach znajdujących się po prawej stronie ekranu niekoniecznie musi oznaczać, że elementy te nie spełniają swojej funkcji. W celu wyjaśnienia tego zjawiska przydatne okazałyby się dodatkowe szczegółowe badania ukierunkowane na takie zjawiska, jak rozpoznawalność czy znajomość prezentowanych informacji graficznych. Na uzyskane rezultaty wpływ mogły mieć ponadto czynniki związane z samym przeprowadzeniem eksperymentów, czyli sztuczne środowisko laboratoryjne, unieruchomienie postawy ciała oraz obecność kamer przymocowane do głowy.

W przyszłości podczas dalszych prac nad ulepszeniem analizowanego interfejsu serwisu internetowego badania tego typu należałoby rozszerzyć o większą ilość zadań obejmujących

jących wszystkie istniejące podstrony oraz zwiększyć liczbę uczestników. Również zastosowanie innych mierników oraz szersza analiza jakościowa zebranych danych pozwoliłaby dokonać bardziej wnikliwej oceny użyteczności analizowanego serwisu www.

5. Podsumowanie

Zastosowanie okulo grafii w analizie jakości użytkowanej oprogramowania jest bardzo szerokie. Obejmuje badania związane z wyborem odpowiedniej struktury interfejsu, analizę procesów poszukiwania informacji czy rozpoznawalności ikon, ale także badania marketingowe np. wybór skutecznej kreacji reklamowej. System ASL wykorzystywany w Instytucie Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej ma możliwość funkcjonowania w konfiguracji umożliwiającej przesyłanie danych drogą radiową. W tym układzie możliwe jest wykorzystanie systemu m. in. przy projektowaniu opakowania produktów, planowaniu rozmieszczenia produktów w sklepie, analizie pracy wzrokowej np. kierowcy czy też do oceny użyteczności produktów. W niniejszej pracy przedstawiono jedną z możliwości zastosowania śledzenia ruchów oczu do rozwiązywania problemów związanych z jakością użytkową serwisu internetowego. W tym przypadku zastosowanie systemu do śledzenia aktywności wzrokowej człowieka ma swoje zalety związane chociażby z dostarczaniem obiektywnych wskaźników, z drugiej strony należy być ostrożnym w interpretacji uzyskanych wyników ze względu na ograniczenia tej metody. Niemniej jednak zastosowanie okulo grafii w testach użytecznościowych może przyczynić się do lepszego poznania zachowania się człowieka w dialogu z maszyną cyfrową i w wielu przypadkach dać odpowiedź na nurtujące projektantów pytania i wyraźnie poprawić jakość projektowanych interfejsów komputerowych.

6. Literatura

1. Applied Science Laboratories (ASL), (2005). Eye Tracking System Instructions. ASL Eye-Trac 6000 Head Mounted Optics, ASL.
2. Bernard M.L. (2001). Developing schemas for the location of common web objects. [w:] Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting, 1161–1165.
3. Bojko A. (2006). Using eye tracking to compare web page designs: A case study. *Journal of Usability Studies*, 1, 112–120.
4. Burke M., Hornof A., Nilsen E., Gorman N. (2005). High-cost banner blindness: ads increase perceived workload, hinder visual search, and are forgotten. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 12, 423–445.
5. Byrne M.D., Anderson J.R., Douglas S., Matessa M. (1999). Eye tracking the visual search of click-down menus. [w:] Proceedings of CHI 99, New York, ACM Press, 402–409.
6. Goldberg J.H., Stimson M.J., Lewenstein M., Scott N., Wichansky A.M. (2002). Eye tracking in web search tasks: Design implications. [w:] Proceedings of the Eye Tracking Research & Application Symposium, Duchowski A.T., Vertegaal R., Senders J.W. (red.), March 2002, New Orleans, Louisiana, USA, 51–58.

7. Goldberg J.H., Kotval X.P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24, 631–645.
8. <http://www.lukas.com.pl>.
9. Jacob R.J.K., Karn K.S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises (Section Commentary), [w:] *The mind's eye: cognitive and applied aspects of eye movement research*, Hyona J., Radach R., Deubel H. (red.), 573–605, Amsterdam, Elsevier Science.
10. Javal E. (1879). *Essai sur la Physiologie de la Lecture*. *Annales D'Oculistique*, 81, 61–73.
11. Lindberg T., Näsänen, R. (2003). The effect of icon spacing and size on the speed of icon processing in the human visual system. *Displays*, 24, 111–120.
12. McCarthy J.D., Sasse M.A., Riegelsberger J. (2003). Could I have the menu please? An eye tracking study of design conventions. [w:] *Proceedings of HCI 2003*, Bath, UK, 401–414.
13. Murata A., Furukawa N. (2005). Relationships among display features, eye movement characteristics, and reaction time in visual search. *Human Factors*, 47, 598–612.
14. Murata A., Takahashi Y., Furukawa N. (2002). Evaluation of display design based on human's eye movement. [w:] *IEEE International Conference on Systems, Man And Cybernetics*, Yasmine Hammamet, IEEE, 587–592.
15. Näsänen R., Ojanpää H. (2003). Effect of image contrast and sharpness on visual search for computer icons. *Displays*, 24, 137–144.
16. Oulasvirta A., Kärkkäinen L., Laarni J. (2005). Expectations and memory in link search. *Computers in Human Behavior*, 21, 773–789.
17. Pan B., Hembrooke H.A., Gay G.K., Granka L.A., Feusner M.K., Newman J.K. (2004). The determinants of web page viewing behavior: An eye-tracking study. [w:] *Proceedings of the 2004 symposium on Eye tracking research & applications*, San Antonio, Texas, 147–154.
18. Ponsoda V., Scott D., Findlay J.M. (1995). A probability vector and transition matrix analysis of eye movements during visual search. *Acta Psychologica*, 88, 167–185.
19. Renshaw J.A., Finlay J.E., Tyfa D., Ward R.D. (2004). Regressions re-visited: A new definition for the visual display paradigm. *CHI 2004*, April 24–29, Vienna, Austria.
20. Scott D., Findlay J.M. (1991). Visual search and VDUs. [w:] *Visual search II*, D., Brogan (red.), London, Taylor and Francis.
21. Yang G.Z., Dempere-Marco L., Hu X.P., Rowe A. (2002). Visual search: psychophysical models and practical applications. *Image and Vision Computing*, 20, 291–305