



ILONA NOWAKOWSKA-BURYŁA, TOMASZ JOŃSKI

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
w Lublinie

Eyetrackingowe badania prezentacji multimedialnych konstruowanych dla wspomagania edukacji wczesnoszkolnej

ABSTRACT. Eye tracking research of multimedia presentations constructed as the support of early-school education. The following article concerns the utilization of the eye tracking technology in pedagogical research. The classification and the principles of the eye trackers' action are introduced in the first part. The second part contains a description of the research, conducted in order to obtain some information about the way of perception of multimedia presentations by children of seven and eight years old. The results obtained during the research is determine indications for teachers for the optimization of the visual side of didactic materials made by themselves.

Nauczyciel współczesnej szkoły powinien legitymować się szeregiem kompetencji, wśród których, jak zauważa W. Strykowski (2007), znaczącą rolę odgrywają kompetencje medialne i techniczne. Warunkują one realizację koncepcji kształcenia multimedialnego (Strykowski, 1984, 1997, 2007), będącej jednym z wiodących paradygmatów nowoczesnej edukacji, a ich przejawem jest nie tylko umiejętność kompleksowego i funkcjonalnego wykorzystania dostępnych środków dydaktycznych, ale także zdolność do konstruowania własnych, oryginalnych pomocy do zajęć.

Wśród samodzielnie wytwarzanych materiałów coraz więcej miejsca zajmują prezentacje multimedialne, które – by mogły należycie spełniać swe funkcje – powinny być odpowiednio przygotowane i to nie tylko pod względem merytorycznym. W optymalizacji ich strony wizualnej nieocenione mogą się okazać wskazówki uzyskane dzięki badaniom eyetrackingowym charakteryzującym w sposób szczegółowy i dogłębny proces percepcji materiału obrazowego.

Specyfika badań eyetrackingowych

Eye tracking, zwany także po polsku *okulografią*, jest zbiorem technik badawczych umożliwiających uzyskanie informacji dotyczących ruchu oka – zmian jego położenia w określonym przedziale czasowym oraz punktów fiksacji wzroku (Mozyrko, 2009). Zgromadzone dane odnośnie czasu oraz kierunków skanowania danego obszaru wzrokiem pozwalają precyzyjnie scharakteryzować aktywność wizualną człowieka oraz stwierdzić, w jaki sposób przetwarzany jest kod obrazowy i tekstowy.

Początki badań naukowych nad ruchami gałek ocznych sięgają schyłku XIX w. Pierwsze próby pomiarów miały charakter wysoce inwazyjny, wymagały bowiem umieszczenia na rogówce oka specjalnego metalowego rysika, przez co były bolesne, a zarazem mało precyzyjne. Rozwój technologiczny sprawił jednak, iż obecnie, po ponad stu latach, nowoczesne eye trackery pozwalają na obserwację bezinwazyjną i bezdotykową, a dzięki temu – jak podkreśla P. Janowski (2009) – nieingerującą w naturalne zachowania badanych.

Mianem eye trackerów określa się dziś szerokie spektrum urządzeń, które ze względu na swą różnorodność są rozmaicie klasyfikowane. Podziału aparatury do przeprowadzania tego rodzaju badań można dokonać, zdaniem B. Mozyrko (2009), w odniesieniu do: położenia urządzenia względem głowy, metody wyznaczania punktu fiksacji (lub samego ruchu oka) oraz rodzaju uzyskiwanych danych.

W obrębie kryterium pierwszego wyróżnia się eye trackery mobilne (zwane często nagłownymi) i niemobilne (stacjonarne), przy czym istnieje wiele odmian urządzeń zarówno jednego, jak i drugiego typu. Eye trackery mobilne mogą zostać przytwierdzone do specjalnego kasku, czapki z daszkiem lub nałożone w postaci okularów bądź gogli, niemobilne zaś najczęściej są zintegrowane z monitorem, na którym prezentuje się bodźce (Mozyrko, 2009).

Ze względu na rodzaj sygnałów używanych do analizy położenia gałki ocznej systemy eyetrackingowe podzielić można na: mechaniczne, elektryczne, fotoelektryczne, magnetoelektryczne oraz video. Obecnie najczęściej używane są urządzenia oparte na technologii video (Kunka, 2011), wykorzystujące promieniowanie podczerwone. Jest ono niewidoczne dla człowieka, zatem nie odwraca uwagi i nie ma charakteru dystrakcyjnego. Odbicie promieni od oka rejestruje specjalna kamera, a zgromadzone dane przekazywane są do komputera. Zazwyczaj mają one charakter dwuwymiarowy, istnieją jednak wysoce specjalistyczne urządzenia pozwalające na pomiar trzy – nawet sześciowymiarowy.

Głównymi miarami używanymi w badaniach eyetrackingowych są sakkady i fiksacje. Sakkada to ruch oka związany z „szybkim, skokowym przenoszeniem linii wzroku na te punkty otoczenia wzrokowego, w których dostępna jest informacja potrzebna dla aktualnie realizowanego zadania poznawczego” (Ober i in., 2009, s. 111). Sakkada jest wykonywana średnio 4–6 razy na sekundę i trwa na ogół od 0,03 do 0,06 s (Drumiński, 2011, s. 6). Fiksacja zaś to stan względnego spoczynku oka połączony z patrzeniem w konkretnym kierunku i/lub skupianiem wzroku na konkretnym obiekcie. To właśnie podczas fiksacji zachodzi pobieranie informacji wzrokowych z otoczenia (Kunka, 2011). Liczba i długości fiksacji pozwalają stwierdzić, w jakim stopniu badane elementy skupiają uwagę. Pomiary dokonane przez K. Rayner (1998, s. 373) wskazują, iż średni czas fiksacji dla tekstu mającego 8 liter wynosi 225 ms, gdy przeszukiwany jest obszar wizualny – około 275 ms, natomiast podczas oglądania złożonej sceny – 330 ms.

Prezentacja zgromadzonych podczas badania danych może przybrać kilka postaci. Jedną z najczęściej występujących jest mapa cieplna (*heat map*) przedstawiająca w przystępnej formie wizualnej obszary, na które kierował się wzrok badanych. Stopień skupienia uwagi obserwatorów, wyrażający się w częstotliwości i czasie obserwacji, oznaczony jest na niej kolorami, przy czym kolor czerwony odzwierciedla największe skupienie wzroku, żółty nieco mniejsze, zielony zaś minimalne. Elementy pominięte przez badanych pozostają na mapie cieplnej bez zabarwienia (Czerski, Wawer, 2009).

Cieplny rozkład uwagi dla danego obszaru uzyskać można z uwzględnieniem takich kryteriów, jak: całkowita liczba fiksacji, absolutny czas fiksacji i relatywny czas fiksacji (Pasikowska, 2009). Trzeba jednak podkreślić, iż każda z wyszczególnionych *heat map* będzie przedstawiała odmienne wyniki i powinna być inaczej interpretowana.

W przypadku opisanej powyżej formy prezentacji danych nie są rejestrowane informacje dotyczące kolejności skanowania poszczególnych miejsc. Jeśli zatem rozwiązanie określonego problemu badawczego wymagałoby dysponowania takimi informacjami, wówczas wyniki prezentowane przez eye tracker powinny przybrać formę ścieżek skanowania wzrokiem (*gaze plot*). W postaci linii przedstawiają one ruch sakkadowy, czyli drogę, jaką pokonuje oko, dokonując kolejnych fiksacji. Te zaś obrazowane są przez koła, przy czym im większa jest ich średnica, tym dłuższe fiksacje.

Przebieg ścieżki wzrokowej podczas korzystania z komputera zależy od kilku czynników, wśród których najistotniejszymi są cel eksploracji oraz charakter informacji, inaczej bowiem postrzegamy tekst, a inaczej obrazy. Podczas odbioru strony tekstowej uwaga czytelnika koncentruje się początkowo lewym górnym narożniku, potem zaś wzrok przebiega od lewej do prawej strony, z góry na dół, przy czym czytane są głównie początki po-

szczególnych, zwłaszcza kilku pierwszych, linii. Obraz tego zjawiska używany podczas badań eyetrackingowych przypomina nieco kształtem literę F („F” *pattern of viewing*) (Nielsen, 2006) Dotyczy to jednak tylko zwykłego tekstu ciągłego. Postrzeganie strony zmieni się bowiem, jeśli wystąpią na niej nagłówki lub spisy, które przyciągają uwagę (Drózd, 2007), gdy pojawiają się kolory, pogrubienia czcionek czy podział tekstu na kolumny.

Proces percepcji obrazów również rządzi się określonymi zasadami. W tym przypadku uwaga odbiorcy kieruje się najpierw na ich część środkową oraz górną. Sytuacja jednak jest niejednoznaczna i staje się interesująca, jeśli to, co znajduje się na monitorze, ma postać tekstowo-obrazową, jak to ma miejsce na przykład w przypadku wielu stron internetowych czy prezentacji multimedialnych. Wówczas opisane powyżej ogólne prawidłowości postrzegania mają ograniczone zastosowanie, a pojawia się pole do przeprowadzenia badań eyetrackingowych, pozwalających między innymi precyzyjnie stwierdzić: które części postrzeganego materiału są zauważane, a które pomijane w procesie skanowania wzrokiem; po jakim czasie poszczególne elementy przyciągają uwagę; który element ma największą zdolność atrakcyjną; do jakich elementów badani powracają, czy też jaki jest model i kierunek skanowania przestrzeni.

Z doświadczeń A. Pasikowskiej (2009) wynika ponadto, iż badania eyetrackingowe w pewnym stopniu pomagają określić, czy odbiorca jest zagubiony, czy zaciekawiony, jednakże – jak podkreśla autorka – nie dostarczają jednoznacznej odpowiedzi, czy pojmuje on odbieraną treść. Duża liczba fiksjacji może bowiem oznaczać zarówno zainteresowanie, jak i trudność w zrozumieniu postrzeganego obiektu, co trzeba mieć na uwadze podczas analizy wyników.

Metodologia badań własnych

Specyfikę percepcji materiału o charakterze tekstowo-obrazowym uczyniono przedmiotem badań eksperymentalnych dotyczących sposobu odbioru przez dzieci siedmio- i ośmioletnie edukacyjnych prezentacji multimedialnych konstruowanych w ramach zajęć z podstaw technologii informacyjnej przez studentów I roku pedagogiki wczesnoszkolnej. Grupę badawczą tworzyło 41 uczniów Szkoły Podstawowej nr 51 w Lublinie, wśród których było 11 dziewcząt i 14 chłopców z klasy I oraz 9 dziewcząt i 7 chłopców z klasy II.

Na potrzeby badań przygotowano cztery pary dwusłajdowych edukacyjnych prezentacji multimedialnych (P1, P2, P3 i P4) – dwie dla dzieci młodszych (P1 i P2) i dwie dla starszych (P3 i P4). W prezentacjach tworzą-

cych parę jedna miała charakter kontrolny (K), druga zaś eksperymentalny (E) – obie zawierały bowiem analogiczne ćwiczenie, a różniły się między sobą jedynie tym, iż eksperymentalna miała dodatkowy element wizualny, który mógł utrudnić postrzeganie całości, a w konsekwencji zmienić model skanowania ekranu wzrokiem oraz czas potrzebny na wykonanie całego polecenia.

Uczniowie klasy I rozwiązywali proste zadania matematyczne dotyczące dodawania w zakresie 10 bez przekraczania progu dziesiętkowego. Liczby tworzące działanie zostały wpisane w grupy wierzchołków. W prezentacjach pary P1 figury zwierząt umieszczone były na gładkim tle, czynnikiem dystrakcyjnym zaś był ruch nieprzemieszczających się sylwetek przedstawiających konie w galopie w przypadku prezentacji P1E. Z kolei w parze P2 dystraktorem było kolorowe tło, na którym znajdowały się zwierzęta (w P2E), jednakże trzeba zaznaczyć, że figury od tła odróżniały się tutaj bardzo wyraźnie.

Polecenia dla dzieci z klasy II dotyczyły ruchu drogowego, bowiem na poszczególnych slajdach badani mieli odszukać i kliknąć na znaki zakazu i nakazu – w sumie 3 spośród ogólnej liczby 5 znaków zawartych w prezentacji. W parze P3, podobnie jak wcześniej w P2, dystraktor stanowiło wielobarwne tło (w P3E), jednakże w tym przypadku różnica między figurami a tłem nie była tak widoczna. W ostatniej parze prezentacji (P4) modyfikacja slajdów P4E polegała na wprowadzeniu dodatkowego elementu dynamicznego – małego auta przejeżdżającego od prawej do lewej strony w dolnej części ekranu.

Tak przygotowane narzędzie badawcze miało pomóc w udzieleniu odpowiedzi na pytania:

1. Jaki jest model skanowania wzrokiem przestrzeni o charakterze tekstowo-obrazowym?

2. W jakim zakresie czynniki dystrakcyjne, takie jak ruchome elementy figur oraz tło o charakterze statycznym i dynamicznym, wpływają na postrzeganie poszczególnych slajdów oraz na całkowity czas potrzebny do wykonania danego zadania?

3. Czy istnieją różnice między dziewczętami a chłopcami w zakresie wykonywania zadań zawartych w prezentowanym materiale?

Celem praktycznym badań było uzyskanie wytycznych dla osób tworzących edukacyjne prezentacje multimedialne dotyczących optymalizacji strony wizualnej slajdów.

Urządzeniem wykorzystanym do przeprowadzenia opisywanych badań był Eye Tracker Tobii 1750 zintegrowany z 17-calowym monitorem LCD wraz z oprogramowaniem analitycznym Tobii Studio. Sprzęt ten jest całkowicie bezinwazyjny dla badanych, a jednocześnie zapewnia dużą dokład-

ność pomiaru. Umożliwia badanie osób noszących okulary i soczewki kontaktowe oraz odznacza się stosunkowo dużą tolerancją na ruchy głową.

Procedura badawcza w przypadku każdego z uczniów obejmowała dwie fazy: (1) proces kalibracji sprzętu, podczas którego dziecko zajmowało nieruchomą pozycję w odpowiedniej odległości od rejestratora i śledziło wzrokiem punkt kontrolny poruszający się na ekranie oraz (2) – badanie właściwe. W badaniu tym mierzono ogólny czas pracy (OCP) obejmujący przeglądanie dwóch plansz (rozwiązywanie dwóch zadań), przy czym za punkt początkowy przyjmowano uruchomienie (start) pokazu slajdów, natomiast za punkt końcowy pojawienie się tablicy „Koniec” po kliknięciu hiperłącza „Wyjście”. Kolejnym rejestrowanym elementem badania był czas, po którym nastąpił wybór prawidłowej odpowiedzi (WPO) na poszczególnych planszach: w przypadku P1 i P2 po jednej na każdą planszę, w przypadku P3 i P4 po trzy na każdą planszę. Ponadto podliczano także liczbę fiksacji (IF) przypadających na każdy ze slajdów w poszczególnych parach oraz liczbę błędnych odpowiedzi (IBO) na poszczególnych planszach.

Trzeba dodatkowo nadmienić, iż istotnym czynnikiem wynikającym z wieku uczniów, a wpływającym na uzyskane przez nich wyniki, było odczytywanie przez lektora poleceń znajdujących się na slajdach. W pewnym stopniu przyspieszyło to pracę osób badanych, ale jednocześnie wyeliminowało zmienną zakłócającą, jaką mógłby być niski poziom umiejętności czytania u niektórych dzieci, zwłaszcza w klasie I.

Analiza wyników badań

Uzyskany materiał empiryczny obejmował cztery serie wyników odnoszących się do każdej z czterech prezentacji. W pierwszej z nich (P1), jak już wspomniano, zadanie polegało na wykonaniu prostego dodawania, przy czym liczby wpisane były w sylwetki koni: na slajdzie P1E – ruchomych, na P1K zaś – nieruchomych. W tej próbie badawczej wzięło udział 12 uczniów klasy I, po połowie dziewcząt i chłopców.

Średni ogólny czas rozwiązywania zadań na parze slajdów (OCP) wyniósł tu 17,78 s, przy czym 16,88 s to średni czas pracy chłopców, natomiast 18,68 s dziewcząt. Z przedstawionych pomiarów można wnioskować, iż chłopcy w tym wieku wykazują nieco szybszy czas reakcji, mógł on jednak wynikać z większego zaawansowania w posługiwaniu się myszką. W przypadku czasu wyboru prawidłowej odpowiedzi (WPO) tempo pracy chłopców także było znacznie szybsze – dziewczynki były wolniejsze od nich przeciętnie o 2,5 s na pierwszym slajdzie i o 2,3 s na drugim. Szczegółowe dane zawarte są w tabeli 1.

Tabela 1. Szczegółowe wyniki pomiarów dla pierwszej pary prezentacji (P1): figury ruchome z tłem (P1E) i bez tła (P1K)

Nr	Płeć	P1E			P1K			P1 - ogółem		
		OCP	WPO	IF	OCP	WPO	IF	OCP	WPO	IF
1.	CH	23,00	16,18	47	13,09	10,42	36	16,88	13,00	38,83
3.	CH	13,49	10,44	32	9,20	7,24	22			
5.	CH	20,30	15,08	43	13,17	11,32	28			
7.	CH	24,36	20,15	62	9,86	7,79	19			
9.	CH	27,37	23,17	63	14,38	10,80	33			
11.	CH	23,61	17,39	58	10,77	6,00	23			
ŚREDNIA CH		22,02	17,07	50,83	11,75	8,93	26,83			
2.	DZ	15,57	11,07	43	7,43	5,21	20	18,68	15,46	47,17
4.	DZ	18,81	14,06	38	9,06	6,81	21			
6.	DZ	32,32	30,26	89	13,97	12,17	36			
8.	DZ	22,06	16,62	54	8,55	6,64	21			
10.	DZ	39,74	35,14	115	31,54	28,96	62			
12.	DZ	14,57	10,78	38	10,57	7,74	29			
ŚREDNIA DZ		23,85	19,66	62,83	13,52	11,26	31,50			
ŚREDNIA RAZEM		22,93	18,36	56,83	12,63	10,09	29,17	17,78	14,23	43,00

Można z niej odczytać także inną istotną dla formułowanych wniosków informację. Analizując rezultaty dziewcząt, widać, że próba „10” zdecydowanie niekorzystnie wpłynęła na otrzymane przez nie ogólne wyniki w opisywanych powyżej aspektach. Taka sama sytuacja zaistniała w przypadku liczby punktów fiksacji (IF) dla tej pojedynczej próby. Dziewczynka osiągnęła wynik 115f na pierwszym i 62f na drugim slajdzie, czyli znacznie słabszy rezultat niż inni, co może wskazywać na zaburzenia koncentracji uwagi badanej osoby. Pomimo tego skrajnego rezultatu grupa dziewczynek osiągając na pierwszym slajdzie średni wynik IF = 62,83 i tak wypadła, w porównaniu z grupą chłopców, znacznie gorzej, chłopcy osiągnęli bowiem rezultat 50,83f. Podobnie ukształtowały się wyniki na drugim slajdzie, gdzie grupa dziewcząt uzyskała średnią IF = 31,50 przy skrajnej rozbieżności fiksacji 20–62f, natomiast chłopcy wykonywali średnio 26,83 fiksacji, wykazując skrajną rozbieżność między 19 a 36f.

Badania kierunku fiksacji wykazały duże podobieństwa w sposobie postrzegania slajdów przez uczniów poddanych opisywanej próbie, co pozwoliło zarysować pewien model wzrokowego skanowania prezentacji. Dzieci rozpoczynały ogląd od środka ekranu, następnie punkty fiksacji przesuwali

się na ogół w prawo, na obiekty znajdujące się po prawej stronie znaku matematycznego, potem na lewą stronę znaku matematycznego, by następnie przejść na dół ekranu w odszukiwaniu prawidłowej odpowiedzi. Obszary atraktoralne, przyciągające uwagę, tworzone były tutaj przez ruchome grupy koni, które należało policzyć na obu slajdach. Właśnie w tych miejscach stwierdzono największe skupienie fiksacji.

Warto odnotować również sposób potraktowania przez pierwszoklasistów poleceń, które były dyktowane przez prowadzącego, a jednocześnie eksponowane w formie tekstu w górnej części obrazu. Okazało się, że żaden z uczniów nie skupił wzroku na poleceniu. Można odnieść wrażenie, że tekst został potraktowany jako jeden z elementów statycznego tła. Taki przebieg kierunku fiksacji może być wskazówką przy tworzeniu pól tekstowych w prezentacjach multimedialnych zawierających elementy wspomaganie dźwiękiem. Sugeruje bowiem, iż badani, słysząc wypowiedziane słowa, nie wykazują już zainteresowania napisanym tekstem, przyjmując, iż jest on tożsamy z wersją audio, co nie zawsze musi odpowiadać rzeczywistości.

Podczas analiz nagrań video zaobserwowano ponadto ciekawą prawidłowość dotyczącą fiksacji w następujących po sobie slajdach. Uczniowie, po wykonaniu działania matematycznego, przechodzili do odpowiedzi, poszukując jej dokładnie w tym samym obszarze ekranu, co uprzednio. Analiza ścieżek fiksacji na drugim slajdzie wyraźnie wskazuje na tego typu automatykę czynności. Tworzenie ćwiczeń multimedialnych z różną lokalizacją prawidłowych odpowiedzi na kolejnych slajdach mogłoby zatem wpłynąć na zwiększenie stopnia trudności rozwiązywanych zadań.

Druga para prezentacji (P2), zawierająca figury ruchome z tłem (P2E) i figury nieruchome bez tła (P2K), stanowiła materiał do badań kolejnej 13-osobowej grupy dzieci z klasy I, z których 62% to chłopcy, a 38% dziewczynki. Średni OCP w P2 dla chłopców i dziewczynek różnił się znacząco i wynosił odpowiednio 14,61 s i 18,26 s. O ile jednak w przypadku P2E odnotowano między nimi dość duże różnice, to już dla P2K były one niewielkie – tylko 1,12 s, zawsze jednak na korzyść chłopców. Analogiczne rezultaty otrzymano, mierząc czas wyboru poprawnej odpowiedzi (WPO). Tu również chłopcy byli znacznie lepsi w prezentacji P2E – o ponad 4 s, podczas gdy w P2K tylko o niecałą sekundę. Jako że powyższe dane ściśle korespondują z liczbą fiksacji, to i wskaźnik IF wykazywał analogiczne tendencje, co można odczytać z tabeli 2.

Podsumowując badania przeprowadzone w klasie I, można stwierdzić, że w przypadku każdej z prezentacji chłopcy uzyskali nieco lepsze wyniki w zakresie OCP i WPO przy jednocześnie mniejszej liczbie fiksacji niż dziewczynki. Oceniając z kolei wpływ czynników dystrykcyjnych na czas pracy uczniów i liczbę fiksacji, wyraźnie dostrzega się ich działanie zakłóca-

jące. W prezentacji P2K, zawierającej nieruchome figury na gładkim tle, OCP badanych dzieci wynosił średnio 10,72 s, podczas gdy w prezentacji P2E, gdzie figury dynamiczne umieszczono na kolorowym, choć niezbyt skomplikowanym graficznie, tle średni czas pracy był niemal dwukrotnie wyższy (OCP = 20,76 s), podobnie zresztą jak średnia liczba fiksacji – odpowiednio: 27 i 53,54. Bardziej szczegółowe dane w tym względzie podano w tabeli 2.

Tabela 2. Szczegółowe wyniki pomiarów dla drugiej pary prezentacji (P2): figury ruchome z tłem (P2E) i figury nieruchome bez tła (P2K)

Nr	Płeć	P2E			P2K			P2 - ogółem		
		OCP	WPO	IF	OCP	WPO	IF	OCP	WPO	IF
1.	CH	7,44	4,97	16	6,05	3,67	17	14,61	11,31	37,25
3.	CH	18,75	13,93	48	8,16	6,05	22			
6.	CH	23,76	22,15	55	12,74	9,49	25			
8.	CH	27,31	21,11	62	13,62	9,73	34			
10.	CH	12,81	9,36	40	8,65	5,70	18			
11.	CH	15,17	10,04	47	7,84	5,46	22			
12.	CH	33,72	30,29	92	17,47	14,86	49			
13.	CH	12,41	9,43	30	7,78	4,77	19			
ŚREDNIA CH		18,92	15,16	48,75	10,29	7,47	25,75			
2.	DZ	26,64	20,85	59	14,15	9,38	26	18,26	14,93	48,10
4.	DZ	26,44	21,69	72	12,86	9,25	35			
5.	DZ	18,29	15,37	50	9,34	6,77	29			
7.	DZ	10,70	6,79	24	7,86	5,30	20			
9.	DZ	36,46	32,37	101	12,82	10,45	35			
ŚREDNIA DZ		23,71	19,41	61,2	11,41	8,23	29,00			
ŚREDNIA RAZEM		20,76	16,80	53,54	10,72	7,76	27,00	15,74	12,28	40,27

Zadania dla klasy drugiej dotyczyły, jak wspomniano, znajomości znaków drogowych. W pierwszej z prezentacji, oznaczonej numerem P3, część materiału eksponowana była na kolorowym tle, druga część zaś zawierała jedynie znaki. W tabeli 3 przedstawiono rezultaty uzyskane przez drugoklasistów w poszczególnych kategoriach. Wskaźnik WPO, czyli wybór poprawnej odpowiedzi, ma tutaj charakter 3-składnikowy: WPOA, WPOB i WPOC, ze względu na to, iż należało wskazać aż trzy znaki, by ćwiczenie było rozwiązane właściwie. Kolejność podawania poszczególnych odpowiedzi była tutaj bez znaczenia.

Tabela 3. Szczegółowe wyniki pomiarów dla trzeciej pary prezentacji (P3): znaki z tłem (P3E) i znaki bez tła (P3K)

Nr	Płeć	P3E						P3K						P3 - ogółem						
		OCP	WPO A	WPO B	WPO C	IF	OCP	WPO A	WPO B	WPO C	IF	OCP	WPO A	WPO B	WPO C	IF	OCP	WPO A	WPO B	WPO C
1.	CH	40,83	17,61	31,16	36,15	153	28,12	9,37	20,17	25,16	91						12,14	22,70	26,44	96,17
3.	CH	54	25,12	46,9	0	128	23,77	6,55	11,55	0	63									
6.	CH	37,32	5,96	15,61	19,3	97	16,39	8,24	10,83	0	45									
ŚREDNIA CH		44,05	16,23	31,22	27,73	126,00	22,76	8,05	14,18	25,16	66,33									
			24,73				13,12										18,93			
2.	DZ	33	16,18	19,99	23,06	68	35,64	11,53	18,82	27,29	73									
4.	DZ	23,63	8,31	10,4	12,97	65	12,54	3,43	5,19	6,37	37									
5.	DZ	25,65	10,76	17,25	20,05	69	16,67	4,77	6,36	9,92	51									
7.	DZ	22,04	6,14	7,09	13	64	10,19	1,42	3,43	5,5	26									
9.	DZ	32,3	16,6	23,63	26	99	18,23	9,04	10,6	16,01	60									
ŚREDNIA DZ		27,32	11,60	15,67	19,02	73,00	18,65	6,04	8,88	13,02	49,40									
			15,43				9,31										12,37			
ŚREDNIA RAZEM		33,60	13,34	21,50	21,50	92,88	20,19	6,79	10,87	15,04	55,75						10,06	16,19	18,27	74,31
			18,78				10,90										15,65			

Tabela 4. Szczegółowe wyniki pomiarów dla czwartej pary prezentacji (P4): znaki bez tła (P4K) i znaki bez tła z dystraktorem (P4E)

Nr	Płeć	P4K						P4E						P4 - ogółem							
		WPO A	WPO B	WPO C	IF	OCF	IF	WPO A	WPO B	WPO C	IF	OCF	IF	WPO A	WPO B	WPO C	IF	OCF	IF		
2.	CH	18,29	22,21	25,55	105	15,68	41	5,39	9,15	11,59	41	15,68	41	5,39	9,15	11,59	41	15,68	41		
4.	CH	5,24	6,95	13	66	9,71	26	2,19	3,43	5,38	26	9,71	26	2,19	3,43	5,38	26	9,71	26		
6.	CH	16,59	23,63	26	99	18,07	60	9,11	10,59	16	60	18,07	60	9,11	10,59	16	60	18,07	60		
8.	CH	10,71	17,13	19,93	70	16,67	51	4,77	6,36	9,92	51	16,67	51	4,77	6,36	9,92	51	16,67	51		
ŚREDNIA CH	CH	12,71	17,48	21,12	85	15,03	44,5	5,37	7,38	10,72	44,5	15,03	44,5	5,37	7,38	10,72	44,5	15,03	44,5		
		17,10						7,82						12,46							
1.	DZ	7,78	16,27	19,8	112	18,58	52	6,77	10,3	13,53	52	18,58	52	6,77	10,3	13,53	52	18,58	52		
3.	DZ	25,21	30,82	36,84	125	20,61	54	9,79	18,36	0	54	20,61	54	9,79	18,36	0	54	20,61	54		
5.	DZ	5,96	15,53	19,21	98	16,23	46	8,08	10,74	0	46	16,23	46	8,08	10,74	0	46	16,23	46		
7.	DZ	25,12	46,89	0	128	23,66	64	6,55	11,77	0	64	23,66	64	6,55	11,77	0	64	23,66	64		
ŚREDNIA DZ	DZ	16,02	27,38	25,28	115,8	19,77	54,0	7,80	12,79	13,53	54,0	19,77	54,0	7,80	12,79	13,53	54,0	19,77	54,0		
		22,68						10,65						16,66							
ŚREDNIA RAZEM	RAZEM	14,36	22,43	22,90	100,38	17,40	49,25	6,58	10,09	11,28	49,25	17,40	49,25	6,58	10,09	11,28	49,25	17,40	49,25		
		19,90						9,32						14,56							
		9,04		12,43		15,92		22,13		64,75		11,91		20,09		19,41		33,67		84,88	

W prezentacjach P1 i P2, eksponowanych w klasie I, we wszystkich analizowanych kategoriach chłopcy uzyskiwali lepsze rezultaty niż ich koleżanki. W przypadku prezentacji P3 dostrzec można odwrotną zależność – to dziewczynki osiągnęły lepsze wyniki. Ich OCP wynosił bowiem średnio 22,9, podczas gdy u chłopców aż o 1/3 więcej, bo 33,41 s. Podobnie liczba fiksacji: $IF_D = 61,20$, a $IF_{CH} = 96,17$. Wszystkie bardziej szczegółowe wskaźniki (tab. 3) również pokazują, że w badanej grupie lepiej z ćwiczeniem poradziły sobie dziewczęta. Na tej podstawie można wnioskować, iż płeć nie ma aż takiego wpływu na wyniki prowadzonych badań, jak sugerowałyby to próby przeprowadzone w klasie I. Wydaje się raczej, że niewielka dominacja dziewcząt lub chłopców wynika ze specyfiki konkretnej grupy, a nie jest jednoznacznie skorelowana z płcią badanych.

Analizując kierunek skanowania ekranu wzrokiem, stwierdzono, iż w przypadku slajdów P3E ruch sakkadowy miał przebieg bardzo chaotyczny i nieregularny. Wiązało się to oczywiście z faktem, iż tło było bardzo kolorowe i właściwe figury (znaki drogowe), także ze względu na swój mały rozmiar, niezbyt się od niego odróżniały. W wielu przypadkach fiksacje były rozproszone, pojawiały się wręcz losowo, a same znaki nie wykazywały wyraźnie właściwości atraktoralnych. Prezentacja P3K, zawierająca gładkie tło, była zdecydowanie bardziej przejrzysta, dlatego w porównaniu z P3E wskaźniki OCP, WPO i IF znacznie się obniżyły, uczniowie popełniali mniej błędów, a ścieżki skanowania wzrokiem były bardziej uporządkowane. Uczniowie skupiali się już tylko na wyraźnie widocznych obiektach wyboru, nie zaobserwowano jednak jakiegokolwiek regularności ruchu sakkadowego, poza tym że planszę rozpoczynano przeglądać, w większości przypadków, od środka. Tak jak w prezentacjach eksponowanych w klasie I, uczniowie nie zwracali uwagi na polecenie w formie tekstu, jedynie w sporadycznych przypadkach odnotowano kilka punktów fiksacji na tym elemencie. Otrzymując zatem bodźce słuchowe i wzrokowe, dzieci zdecydowanie kierowały się poleceniami dźwiękowymi.

Zbliżone zadanie do opisanego powyżej wykonywała kolejna, ośmiuosobowa grupa z klasy II, złożona z 4 chłopców i 4 dziewczynek. Z tabeli 4 można odczytać, iż we wszystkich analizowanych kategoriach to znowu chłopcy byli lepsi od dziewcząt, i to dość wyraźnie. Fakt ten zdaje się potwierdzać postawioną tezę, że to nie płeć, lecz specyfika konkretnej grupy warunkuje uzyskanie dobrych lub słabych wyników podczas badań.

Z pewnym zdziwieniem odnotowano, iż ścieżki skanowania wzrokiem slajdów w P4K, podobnie jak w przypadku P4E zawierającego dystraktor, były bardzo nieregularne. Sam slajd był jednak czytelny wizualnie, można więc odnieść wrażenie, że dla ułatwienia sobie pracy uczniowie kierowali się tutaj zasadą klikania do skutku, aż ze wszystkich elementów wybiorą te

trzy właściwe. Trudno zatem w takiej sytuacji określać jakiś model skanowania przestrzeni. Można jedynie odnotować, że dzieci rozpoczynały przeglądanie od środka ekranu i nieregularnymi ruchami przechodziły i powracały na różne elementy wyboru.

W kontekście analizowanych prezentacji warto jeszcze zatrzymać się na jednym dość interesującym zjawisku. Zaobserwowano bowiem, iż po przejściu na planszę P4E, przejeżdżające w dolnej części ekranu auto, pełniące funkcję dystraktora, nie rozpraszało ani nie przyciągało uwagi dzieci. Pomimo cyklicznego pojawiania się tego obiektu uczniowie koncentrowali uwagę na wyszukiwaniu interesujących ich znaków drogowych, nie spoglądając na poruszający się poniżej obiekt.

Dopełnieniem rozpatrywanych podczas badań zagadnień było odnotowanie liczby błędów popełnianych przez uczniów. Wskaźnik liczby błędnych/brakujących odpowiedzi w poszczególnych prezentacjach wynosił kolejno: $IBO_{P1} = 1$; $IBO_{P2} = 0$; $IBO_{P3} = 29$; $IBO_{P4} = 18$. Pokazuje on, że zadanie dla klasy II było trudniejsze do wykonania, ale jednocześnie pozwala wnioskować, że skomplikowane tło (w P3) nie tylko utrudnia odszukanie właściwych obiektów, ale także rozprasza uwagę badanych, co skutkuje większą liczbą pomyłek.

Konkluzje

W ostatnich latach nowoczesne technologie informatyczne dość powszechnie wykorzystywane są w nauczaniu, także na poziomie klas początkowych. Uwarunkowane jest to nie tylko lepszym dostępem do coraz wydajniejszego sprzętu komputerowego, ale w dużej mierze wzrostem kompetencji medialnych nauczycieli. O ile na przełomie wieków większość z nich miała problemy ze zwykłym formatowaniem tekstu czy stworzeniem bardziej skomplikowanej tabeli (Nowakowska-Buryła, 2003), to obecnie nie tylko z łatwością wykorzystują dostępne oprogramowanie dydaktyczne, ale także próbują tworzyć na komputerze własne pomoce do zajęć, w tym także edukacyjne prezentacje multimedialne.

Samodzielne konstruowanie materiałów dydaktycznych wiąże się jednak z ryzykiem, iż mimo zaangażowania i pracy w nie włożonej okażą się mało efektywne z powodu błędów popełnionych w trakcie ich tworzenia. Z myślą o nauczycielach, a także studentach biorących udział w zajęciach z podstaw technologii informacyjnej, przeprowadzono serię badań eyetrackingowych z wykorzystaniem odpowiednio przygotowanych prezentacji multimedialnych. Wyniki części z tych badań zaprezentowano pokrótce w niniejszym opracowaniu. Wykazały one między innymi, że:

- materiał słowno-obrazowy skanowany jest wzrokiem podobnie jak obrazowy, oglądanie slajdu rozpoczynane jest zatem od części środkowej, w związku z czym właśnie tam należałoby umieszczać elementy, które odbiorca ma dostrzec jako pierwsze;
- w materiale wizualno-dźwiękowym, gdzie część audialna ma charakter słowny, odbiorcy mają tendencję do skupiania wzroku na elementach obrazowych, pomijając jednocześnie pola tekstowe, co przypuszczalnie wynika z przyjętego przez nich założenia, że teksty wypowiedziane i zapisane są tożsame - opracowując slajdy, trzeba więc mieć na uwadze fakt, że dodanie komentarzy słownych może skutkować wykluczeniem pól tekstowych z procesu wzrokowego skanowania ekranu;
- w następujących po sobie slajdach uczniowie automatycznie szukali analogicznych informacji w podobnych miejscach - znając tę prawidłowość, można odpowiednio zmniejszyć lub zwiększyć poziom trudności prezentacji;
- czynnikiem dystrakcyjnym utrudniającym wykonywanie poszczególnych ćwiczeń jest kolorowe tło, przy czym badania potwierdziły prawidłowość, że im figury znaczące mniej wyodrębniają się z otoczenia, tym trudniej je dostrzec, postrzeganie slajdu staje się chaotyczne, praca przebiega wolniej i popełnianych jest więcej błędów - sugeruje to, że w konstruowanych samodzielnie materiałach edukacyjnych elementy zbędne, mające charakter jedynie dekoracyjny, należałoby ograniczyć, choć niekoniecznie z nich całkiem rezygnować, o czym może świadczyć opisany przykład obiektu poruszającego się na dole ekranu w prezentacji P4E, który nie odciągał uwagi badanych od zadania głównego;
- nie odnotowano znaczących, regularnie występujących różnic w pracy z materiałem badawczym między dziewczętami a chłopcami, w związku z czym wydaje się, iż nie ma potrzeby indywidualizacji zadań ze względu na płeć uczniów.

Sformułowane powyżej wskazówki nie dają oczywiście kompletnej recepty na to, jak należy tworzyć edukacyjne prezentacje multimedialne. To zaledwie wstęp do szerszych eksploracji w tym temacie, które częściowo są już finalizowane w innych projektach badawczych, a wiele innych zapewne wkrótce doczeka się realizacji, jako że eye tracking jest technologią, która aktualnie dynamicznie się rozwija i znajduje coraz szersze zastosowanie - także na gruncie nauk pedagogicznych.

Literatura

- BEDNARZ N.: *Mapy cieplne (heat maps) w badaniu eyetracking - przydatne wyniki, czy zawsze?*, <<http://www.symetryczna.pl/usability/mapy-cieplne-heat-maps-w-badaniu-eye-tracking-%e2%80%93-przydatne-wyniki-czy-zawsze>>, [dostęp: 19.08.2009].

- CZERSKI W., WAWER R. (2009): *Badania eyetrackingowe – historia i terażniejszość*, [w:] A. Jastrzebow (red.), *Technologie informatyczne w nauce, technice i edukacji*, Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom, s. 129–132.
- DRÓZD R.: *Czego można nauczyć się z eyetrackingu?*, <<http://www.webaudit.pl/blog/2007/czego-mozna-nauczyc-sie-z-eyetrackingu>>, [dostęp: 21.11.2007].
- DRUMIŃSKI Ł. (2011): *Sterowanie aplikacją za pomocą wzroku*, Uniw. Mikołaja Kopernika, Toruń [niepubl. praca magisterska].
- DUCHOWSKI A.T. (2007): *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*, Springer, London.
- JANOWSKI P.: *EyeTracking w „służbie” (nie tylko) badań użyteczności*, <http://i.wp.pl/a/i/infoshare/2009_materiały/infoShare2009_Eye_Tracking.pdf>, [dostęp: 04.06.2009].
- KUNKA B.: *System śledzenia punktu fiksacji wzroku na monitorze komputera* <http://sound.eti.pg.gda.pl/student/med/eye_tracker.pdf>, [dostęp: 04.04.2011].
- MOZYRKO B.: *Eyetracking. Odmiany, różne metody pomiaru* <<http://mozyrko.pl/2009/10/08/eye-tracking-odmiany-rozne-metody-pomiaru>>, [dostęp: 10.08.2009].
- NIELSEN J.: *F-Shaped Pattern For Reading Web Content*, <http://www.useit.com/alertbox/reading_pattern.html>, [dostęp: 17.04.2006].
- NOWAKOWSKA-BURYŁA I. (2003): *Kompetencje informatyczne nauczycieli kształcenia zintegrowanego*, [w:] J. Kuźma, J. Morbitzer (red.), *Nauki pedagogiczne w teorii i praktyce edukacyjnej*, t. 2, Wyd. Nauk. Akad. Pedagogicznej w Krakowie, Kraków, s. 228–232.
- OBER J., DYLAK J., GRYNCEWICZ W., PRZEDPELSKA-OBER E. (2009): *Sakkadometria – nowe możliwości oceny stanu czynnościowego ośrodkowego układu nerwowego*, „Nauka”, 4, s. 109–135.
- PASIKOWSKA A.: *Tajniki eyetrackingu*, <<http://interaktywnie.com/biznes/artykuly/usability/tajniki-eyetrackingu-4554>>, [dostęp: 03.08.2009].
- RAYNER K. (1998): *Eye Movements in Reading and Information Processing: 20 Years of Research*, „Psychological Bulletin”, Vol. 124, No. 3, s. 372–422.
- STRYKOWSKI W. (1984): *Audiowizualne materiały dydaktyczne. Podstawy kształcenia multimedialnego*, PWN, Warszawa.
- STRYKOWSKI W. (1997): *Kształcenie multimedialne w pracy szkoły*, „Edukacja Medialna”, nr 3.
- STRYKOWSKI W. (2007): *Szkoła współczesna i zachodzące w niej procesy*, [w:] W. Strykowski, J. Strykowska, J. Pielachowski, *Kompetencje nauczyciela szkoły współczesnej*, eMPI², Poznań, s. 9–84.
- ŚLEDZIŃSKI P.: *Skuteczna nawigacja na stronie WWW*, <<http://webhosting.pl/Skuteczna.nawigacja.na.stronie.WWW>>, [dostęp: 14.05.2008].

