



MARZENA KOWALUK-ROMANEK¹, RAFAŁ WAWER²

Eye trackingowe badanie weryfikacyjne procesów wzrokowych u dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się

Eye-Tracking Verification Study of Visual Processes in Children with Specific Learning Disabilities

¹ Doktor, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej Lublin, Wydział Pedagogiki i Psychologii, Instytut Pedagogiki, Zakład Pedeutologii i Edukacji Zdrowotnej, Zakład Pedagogiki Kultury, Polska

² Doktor, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej Lublin, Wydział Pedagogiki i Psychologii, Instytut Pedagogiki, Zakład Pedeutologii i Edukacji Zdrowotnej, Zakład Pedagogiki Kultury, Polska

Streszczenie

Sposób powstawania i funkcjonowania informacji wizualnej jest zjawiskiem do końca niepoznaczonym. W badaniach nad weryfikacją procesów wzrokowych dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się i ich rówieśników bez tego zaburzenia wykorzystano technikę eye trackingu. W technice tej zawarty jest pierwiastek obiektywny umożliwiający analizę danych o położeniu i ruchach gałek ocznych. Uzyskane dane percepcyjne są niezależne od pamięci i nastroju badanej osoby. W artykule zaprezentowano analizę weryfikacyjną postrzegania przez badane dzieci obrazu pt. *Rodzina*. Tekst stanowi kontynuację opublikowanego w niniejszym czasopiśmie wprowadzenia dotyczącego procesów wzrokowych u osób ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się.

Słowa kluczowe: specyficzne trudności w uczeniu się, procesy wzrokowe, deficyty wzrokowe

Abstract

The method of creating and functioning of visual information is a phenomenon that has not been fully explored. An eye-tracking technique was used in the verification studies of visual processes in children with specific learning disabilities and their peers without that disorder. This technique contains an objective element which makes it possible to analyse data about the position and movement of the eyeballs. The obtained perceptive data are independent of the memory and mood of the person being studied. The article presents a verification analysis of how children perceive images called Family. The text constitutes a continuation of an introduction published in this magazine concerning the visual processes in children with specific learning disabilities.

Keywords: specific learning disability, visual processes, visual deficit

Wstęp

Metody i techniki stosowane w pomiarach ruchu oczu zmieniają się wraz z rozwojem nowych technologii informacyjnych oraz badań medycznych. Obec-

nie nowe rozwiązania technologiczne są powszechniej dostępne z powodu obniżających się kosztów zakupu i eksploatacji urządzeń. Duże znaczenie ma również rozwój nieinwazyjnych metod pomiarowych, łatwość obsługi oraz różnorodność prezentacji i interpretacji wyników. Ułatwienia te zachęcają do dokonywania pomiarów i eksploracji eksperymentalnych. Wraz z rozwojem technicznym pojawiają się konstrukcje integrujące w jednym urządzeniu kilka narzędzi pomiarowych rejestrujących rozmaite parametry psychofizjologiczne. W praktyce badań nad ruchami oczu istnieje kilka metod badania ruchu gałek ocznych:

1. Lusterkowo-fotograficzna (historyczna, inwazyjna, rzadko stosowana) – polega na przymocowaniu odbłyśnika na rogówkę oka. Zabieg i badanie wykonywane jest przy znieczuleniu miejscowym. Rejestruje się światło odbite od lusterka na błonie fotograficznej.

2. Elektrookulografia – wykorzystuje pomiar różnicy potencjału między rogówką a siatkówką. Precyzyjnie zlokalizowane wokół oka elektrody na podstawie zarejestrowanych napięć pozwalają określić ruchy oka w dwóch płaszczyznach. Metoda ta jest tania, ma jednak ograniczenia – problem z adaptacją do zmiennych warunków oświetlenia oraz procesy fizjologiczne zachodzące w skórze i w oku mogą zniekształcać wyniki pomiarów (zob. Tarnowski, 2009; Wade, Tatler, 2005).

3. Fotoelektryczna – polega na rejestrowaniu zmian intensywności odbitego od rogówki światła podczas ruchu gałek ocznych. Oko oświetla się za pomocą źródła światła podczerwonego, rejestrując natężenie odbitego od rogówki strumienia. Zarejestrowany strumień przekształcany jest na impulsy elektryczne, a ich amplitudy odzwierciedlają położenie oczu w osi poziomej i pionowej. Metoda daje dokładność rzędu kilku minut kątowych, a oprzyrządowanie pomiarowe jest niewielkie i lekkie.

Idea eye trackingu

Zasadniczym powodem, dla którego opracowano technikę eye trackingu, pozostaje założenie, że istnieje powiązanie między ruchami gałek ocznych a procesami poznawczymi (zob. Just, Carpenter, 1976). To oznacza, że wzrok odbiorcy przyciągają te elementy i symbole, które są dla niego intrygujące i atrakcyjne albo znane (Rakoczi, 2010, s. 1). Obecnie *eye tracking* używany jest jako technika optymalizacji funkcjonalności portali internetowych, analizy zachowań użytkowników w sieci, jak również użyteczności aplikacji i domen (zob. Cowen, Ball, Delin, 2002; Guan, Cutrell, 2007). Ponadto wykorzystanie eye trackingu staje się techniką uzupełniającą dla tradycyjnych metod oceny użyteczności czy weryfikacji, jakimi są badania ankietowe czy eksperymenty pedagogiczne w najszerszym tego słowa znaczeniu (Bojko, 2005; Kirenko, Wawer, 2015). Zachęcają do tego wysoka rzetelność, a przede wszystkim obiektywność uży-

skanych danych, które mogą zostać wykorzystane do zrozumienia procesu poznawczego związanego z przetwarzaniem danych wizualnych (Bednarik, Tukia-inen, 2006; Iqbal, Adamczyk, Zheng, Bailey, 2005).

Istota eye trackingu

Nowoczesne eye trackery działają bezdotykowo. Umożliwia to badanie rzeczywistości, która w przypadku stacjonarnej aparatury eksponowana jest na ekranie komputera, zaś w odmianie mobilnej – za pośrednictwem specjalnych okularów. W pierwszym przypadku badana osoba znajduje się przed ekranem komputera. W ekranie wbudowane są promienniki podczerwieni emitujące wiązki światła podczerwonego. Promienie odbijają się od źrenic oczu badanego i za pomocą sensora sygnał przekazywany jest do pamięci urządzenia. Zarejestrowany sygnał jest przekształcany i pokazywany w postaci trajektorii i punktów sakkad i fiksacji wzroku. Precyzja zapisu sygnału ma znaczący wpływ na prawidłową interpretację danych. Wielość odczytów pozycji źrenicy oraz współdziałanie z algorytmem programowym lokuje aktualny kierunek wzroku. Całość zapisów odbywa się w czasie rzeczywistym, przyspieszając wstępne rezultaty badania (Rojna, 2005, s. 15–16).

Procedura weryfikacyjna – porównawcze badanie eye trackingowe

Procedura badawcza została podzielona na dwa etapy: w pierwszym wybrano próbę badawczą, w drugim wykonano procedurę weryfikacji eksperymentalnym testowaniem eye trackingowym. Badania przeprowadzono w szkołach podstawowych na terenie woj. lubelskiego. Objęto nimi dzieci z klas I–III. Oba etapy przeprowadzono w ścisłej współpracy z terapeutami pedagogicznymi, pedagogami szkolnymi i nauczycielami kształcenia zintegrowanego. W badaniach wzięło udział 60 uczniów. Grupę podstawową stanowili uczniowie ze stwierdzonymi specyficznymi trudnościami w uczeniu się (opinia poradni psychologiczno-pedagogicznej), zaś porównawczą ich rówieśnicy bez trudności w nauce.

Badanie zostało przeprowadzone z pomocą eye trackera Tobii 250 z licencjonowanym oprogramowaniem. Procedurę badania zaprojektowano tak, aby stworzyć każdemu uczestnikowi identyczne warunki testowania. W pierwszej kolejności wyjaśniano cel i przebieg badania oraz przekazano niezbędne techniczne instrukcje. Materiał badawczy stanowiło 7 fotogramów przedstawiających rzeczywistość odzwierciedlającą życie społeczne człowieka w różnych jego przejawach. Pierwsze 3 obrazy eksponowane były przez 20 sekund każdy. Zadaniem dzieci było swobodne ich oglądanie. Kolejne 3 obrazy wyświetlane były krócej, przez 15 sekund każdy. Zadaniem dzieci było odnalezienie na obrazku detalu wcześniej wskazanego przez eksperymentatora. Ostatni obraz był eksponowany przez 15 sekund. Jego ekspozycja była poprzedzona prośbą o zapamiętanie jak największej liczby zwierząt przedstawionych na obrazku.

Analiza weryfikacyjna

Ze względu na ograniczoną objętość artykułu przedstawiono wyniki dla jednego wybranego obrazu. Obraz pt. *Rodzina* (fot. 1) znajdował się w serii trzech pierwszych obrazów przeznaczonych do swobodnego oglądania. Na fotografii zdefiniowano kluczowe obszary AOI¹, które stanowiły podstawę dalszych analiz. Podczas weryfikacji posłużono się danymi liczbowymi 4 zmiennych: czasu do pierwszej fiksacji, procentowego udziału dostrzeżeń zdefiniowanego obszaru AOI, częstości fiksacji AOI oraz długości obserwacji AOI.

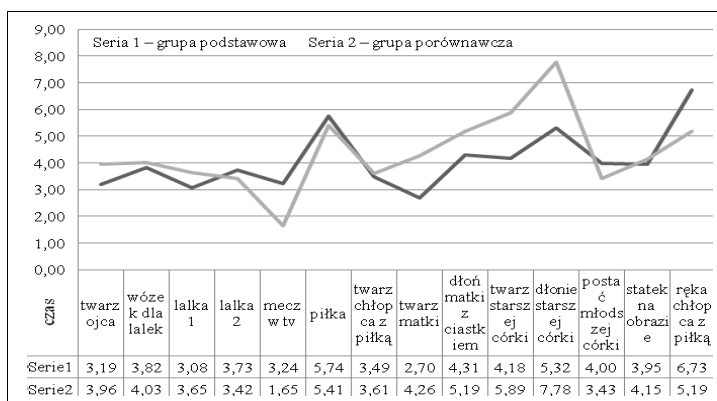


Fotografia 1. Obraz wyekspozycyjny do swobodnego oglądania w obu badanych grupach wraz z nałożonymi obszarami AOI

Źródło: opracowanie własne.

Zgromadzone dane ilościowe zostały umieszczone na poszczególnych wykresach. Pierwsza analiza dotyczy zmiennej czas do pierwszej fiksacji (zob. wykres 1). Okazało się, że różnice między badanymi grupami w zarejestrowanych danych ilościowych nie osiągają istotnego statystycznie związku, chociaż w 3 obszarach (*twarz matki*, *twarz starszej córki* i *dłonie starszej córki*) wyniki wykazują tendencję statystyczną. Średnie czasy dotarcia dostrzeżeniowego są zbliżone w obu grupach. Oznacza to, że dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się (seria 1) nie różnią się w istotny sposób pod względem danej zmiennej od swoich rówieśników bez tego zaburzenia (seria 2). Uzyskane wyniki nie potwierdzają tezy Lovegrova i jego współpracowników (1996, s. 169), którzy twierdzą, iż osoby ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się potrzebują dłuższego pobudzenia wzrokowego oraz wymagają więcej czasu na osiągnięcie granicy rozpoznania bodźca (dłuższe prezentacje).

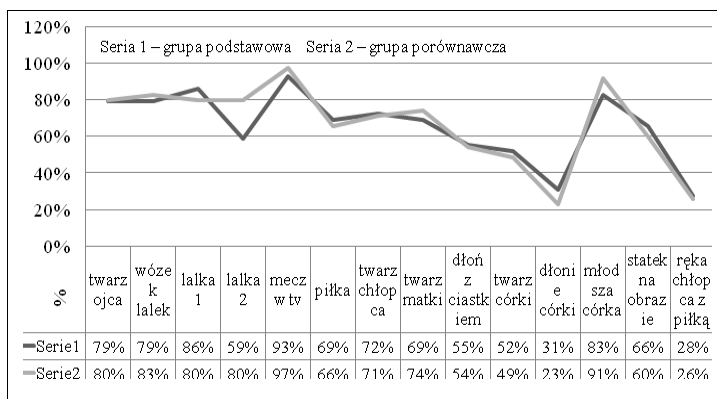
¹ AOI (*Areas of Interest*) – obszary istotne z punktu widzenia celu badania, pomocne przy wyznaczaniu tendencji patrzenia oraz stopnia skupiania uwagi. Każdy obszar AOI ma nazwę odpowiadającą wizerunkowi na fotografii.



Wykres 1. Czas do pierwszej fiksacji w grupach: podstawowej i porównawczej

Źródło: badanie własne.

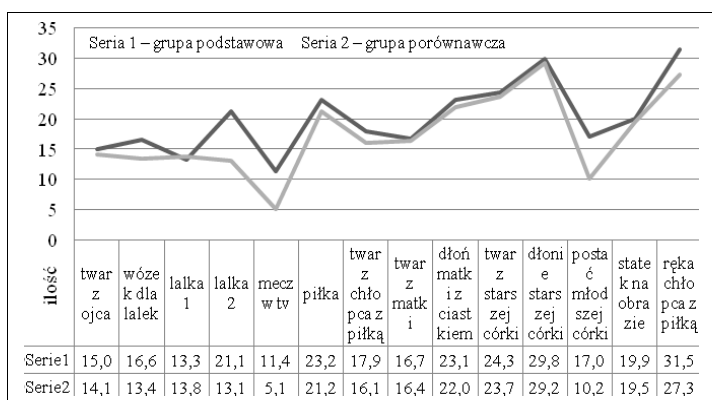
Z kolei dla zmiennej procentowy udział w dostrzeżeniach AOI (zob. wykres 2) zarejestrowane wyniki średnich arytmetycznych są minimalnie różne, ze statystyczną różnicą na poziomie losowym. Wyjątek stanowi obszar *lalka 2*, w którym różnica średnich wyników badanych grup jako jedyna zbliżyła się do poziomu tendencji statystycznej. Uzyskane wyniki potwierdzają m.in. wyniki badań Snowlinga (2000) czy Everatta, Bradshawa i Hibbarda (1999), w których autorzy wskazują na zbliżone umiejętności wzrokowe osób ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się z umiejętnościami osób niewykazujących takiego zaburzenia. Wyniki badania weryfikacyjnego potwierdzają silne cechy podobieństw w rozpoznawaniu i dotarciu do charakterystycznych cech obrazu przez obie badane grupy.



Wykres 2. Procentowy udział dostrzeżeń obszarów AOI w grupach: podstawowej i porównawczej

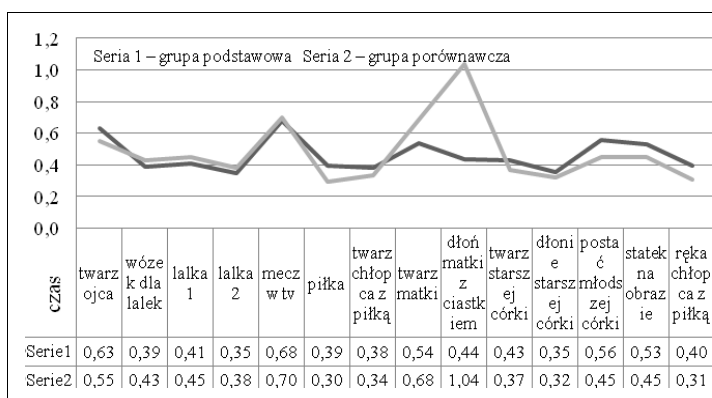
Źródło: badanie własne.

Inny różnicujący trend odnajdujemy w analizie zmiennej częstość fiksacji w AOI (zob. wykres 3). Wyniki badań prowadzonych przez Steina i Walsha (1997) wskazywały, że zaburzenia funkcji czynności układów wielkokomórkowych powodują utratę właściwej kontroli nad ruchami gałek ocznych, co najprawdopodobniej związane jest z nieprawidłową uwagą wzrokowo-przestrzenną oraz widzeniem obwodowym. Dlatego u osób ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się system ten działa wadliwie, co objawia się częstszymi i dłuższymi fiksacjami. W wynikach badania eye trackingowego zauważa się wskazaną nieprawidłowość (wykres 3). Grupa podstawowa (seria 1) we wszystkich obszarach AOI zarejestrowała wyższą częstość fiksacji wzroku. Zmienna ta została dodatkowo zanalizowana narzędziem graficznym Gaze Plot, które wykazało zwiększoną intensywność fiksacyjną w obszarach AOI grupy podstawowej.



Wykres 3. Częstość fiksacji w obszarach AOI w grupach: podstawowej i porównawczej

Źródło: badanie własne.



Wykres 4. Długość obserwacji obszarów AOI w grupach: podstawowej i porównawczej

Źródło: badanie własne.

Ostatnią zmienną poddaną analizie była długość obserwacji zdefiniowanego AOI (wykres 4). Uzyskane wyniki w badaniu eye trackingowym wskazują na podobną długość obserwacji obszarów AOI przez dzieci z obu badanych grup. Jedynym obszarem, którego wynik średnich w zakresie długości obserwacji uzyskał poziom istotności statystycznej, jest *dłoń matki*. Dzieci bez trudności w uczeniu się dłużej go obserwowały (seria 2). Trudno jednoznacznie orzec, co wpłynęło na taki wynik. Domniemywać można, że jest to rozbieżność przypadkowa, mogąca mieć źródło w indywidualnym zainteresowaniu uczestnika badania. Generalnie należy stwierdzić, że wyniki uzyskane na drodze badania eye trackingowego dla zmiennej długość obserwacji nie różnicują obydwu badanych grup. Są one zgodne z wynikami badań Snowlinga (2000), Everatta i in. (1999).

Podsumowując, eye trackingowe badanie weryfikacyjne wykazało, iż dzieci ze specyficznymi trudnościami w uczeniu się nie różnią się istotnie statystycznie od swoich rówieśników w zakresie badanych zmiennych (czasu do pierwszej fiksacji, procentowego udziału dostrzeżeń zdefiniowanego obszaru AOI oraz długości obserwacji AOI). Jedynie w 3 obszarach zmiennej czas do pierwszej fiksacji (*twarz matki*, *twarz starszej córki* i *dłonie starszej córki*) odnotowano wyniki wykazujące tendencję statystyczną. Trend różnicujący badane grupy zaobserwowano w zakresie zmiennej częstość fiksacji w AOI. U dzieci mających trudności w uczeniu się zarejestrowano wyższą niż u ich rówieśników częstość fiksacji wzroku.

Literatura

- Bednarink, R., Tukiainen, M. (2006). An Eye-tracking Methodology for Characterizing Program Comprehension Processes. W: *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications (ETRA)* (s. 125–132). San Diego: CA.
- Bojko, A. (2005). *Eye Tracking in User Experience Testing: How to Make the Most of It*. Pobrane z: https://www.researchgate.net/publication/266161907_Eye_Tracking_in_User_Experience_Testing_How_to_Make_the_Most_of_It (31.05.2017).
- Cowen, L., Ball, L., Delin, J. (2002). An Eye Movement Analysis of Web Page Usability. W: X. Faulkner, J. Finlay, F. Detienne (red.), *Proceedings of Human-Computer Interaction HCI'02* (s. 317–335). London: Springer Science & Business Media.
- Everatt, J., Bradshaw, M.F., Hibbard, P.B. (1999). Visual Processing and Dyslexia. *Perception*, 28, 243–254.
- Guan, Z., Cutrell, E. (2007). An Eye Tracking Study of Effect of Target Rank on Web Search. W: *Conference on Human Factors in Computing System* (s. 417–420). New York: ACM Press.
- Iqbal, S.T., Adamczyk, P.D., Zheng, X.S., Bailey, B.P. (2005). Towards an Index of Opportunity: Understanding Changes in Mental Workload during Task Execution. W: *Proceeding of SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (s. 311–320). USA: Portland, Oregon.
- Just, M.A., Carpenter, P.A. (1976). *Eye Fixations and Cognitive Processes*. *Journal of Cognitive Psychology*, 8, 441–280.
- Kirenko, J., Wawer R. (2015). *Dystans versus tolerancja. Percepcja niepełnosprawności w badaniach eyetrackingowych*. Lublin: Wyd. UMCS.
- Lovegrove, W.J. (1996). Dyslexia and Transient/Magnocellular Pathway Deficit: The Current Situation and Future Directions. *Australian Journal of Psychology*, 48, 167–171.

- Rakoczi, G. (2010). *Evaluation of Eye Movements: How do Students Perceive Teaching Materials within Moodle?* Pobrane z: https://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_190143.pdf (15.06.2016).
- Rojna, W. (2005). One Way Mirror. *Magazine SMG/KRC Miliward Brown*, 21, 14–18.
- Snowling, M.J. (2000), *Dyslexia*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Stein, J.F., Walsh, V. (1997). To See but Not to Read: The Magnocellular Theory of Dyslexia. *Trends in Neurosciences*, 20, 147–152.
- Tarnowski, A. (2009). Obciążenie pamięci werbalnej i przestrzennej zmienia charakterystykę czasową skokowych ruchów oka. *Psychologia, Etologia i Genetyka*, 19, 15–32.
- Wade, N., Tatler, B.W. (2005). *The Moving Tablet of the Eye. The Origins of Modern Eye Movement Research*. Oxford: Oxford University Press.