

POSZUKIWANIE WZORCÓW ANALITYCZNEGO MYŚLENIA MENEDŻERA Z WYKORZYSTANIEM EYE TRACKINGU

<https://doi.org/10.33141/po.2016.09.07>

Przeгляд Organizacji, Nr 9 (920), 2016, ss. 44-49

www.przegladorganizacji.pl

©Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa (TNOiK)

Jerzy Korczak

Adrian Kaźmierczak

Wprowadzenie

Wraz z rosnącym zainteresowaniem użytkownikiem nowoczesnych technologii informacyjno-komunikacyjnych wykorzystywane są aktualnie metody, mające na celu dostarczenie jak najbardziej rzetelnych oraz adekwatnych danych nie tylko systemowych, ale też informacji o profilu i wiedzy użytkownika. Chęć lepszego rozpoznania wiedzy użytkownika w zakresach, w których nie jest w stanie w prosty sposób jej kontrolować, sprowadza się do uzyskiwania informacji i danych o jego percepcji, świadomości, a także o obiektywnych procesach psychofizycznych. Problemy te występują m.in. przy interpretacji raportów o stanie ekonomicznym firmy, konstrukcji portali www i e-handlu (Granka i in., 2004) czy też projektowaniu interfejsu i wizualizacji informacji (Ziuziański, Furmankiewicz, 2014).

Wśród metod pozwalających poznać wiedzę i reakcje badanego można wymienić badania ankietowe, crowdsourcing, badania stanu fizjologicznego mózgu, a także okulografię, zwaną inaczej eye trackingiem¹, czyli technikę badawczą zorientowaną na pomiar, rejestrację i analizę danych o ruchach gałek ocznych. Eye tracking dostarcza ilościowych danych pomiarowych, nie odwołując się do subiektywnych, werbalnych relacji respondenta. Odwołuje się natomiast do obiektywnych procesów psychofizycznych i neuropsychologicznych towarzyszących akwizycji i przetwarzaniu informacji wzrokowej oraz reakcjom okoruchowym na odbierane z otoczenia bodźce.

Dzięki swojej uniwersalności pozwala na wykorzystanie w szerokim zakresie, począwszy od badań klinicznych, np. nad autyzmem (Geest, Frens, 2002), poprzez prace poświęcone przetwarzaniu bodźców afektywnych (Isaacowitz i in., 2006), aż po eksperymenty dotyczące problemów aplikacyjnych (Krejtz i in., 2008), m.in. w dziedzinie marketingu czy analizy stron internetowych (Pieters, Wedel, 2004). W wyniku badań możemy dowiedzieć się o sposobie optymalnego rozmieszczenia treści, reklam, zdjęć i odnośników dostosowanych do potencjalnego odbiorcy. Dzięki temu możemy określić układ oraz umiejscowienie treści, przyciski funkcji, a także zidentyfikować schematy obserwacji wraz z informacją o elementach przyciągających uwagę bez względu na słowne deklaracje. Śledzenie ruchu gałek ocznych służy do budowy spersonalizowanych dashboardów oraz kokpitów menedżerskich. W ten sposób jesteśmy w stanie za-

obserwować i wyeksponować najważniejsze i kluczowe z punktu widzenia menedżera elementy zestawień oraz raportów.

W systemach analityczno-decyzyjnych ruchy gałek ocznych, jak pokazują badania, mogą mieć aktywny udział w podejmowaniu decyzji. Eye tracking pozwala na bardzo precyzyjny pomiar czasowy postrzegania danych, wykonywania operacji i podejmowania decyzji, co z pomocą innych, tradycyjnych metod nie było możliwe.

Celem artykułu jest pokazanie możliwości szerszego wykorzystania narzędzia eye trackingu do identyfikacji wiedzy użytkowników systemów informatycznych zarządzania przez odkrywanie wzorców sekwencji patrzenia, czyli schematów analitycznego myślenia menedżerów. W artykule pokażemy, jak proces analizy danych finansowych może być wspomagany zbudowanymi ontologiami istotnych dla menedżerów obszarów wiedzy ekonomiczno-finansowej, rozumianych jako formalne specyfikacje warstwy pojęciowej (Gruber, 1995). Prowadzone prace badawcze wskazują, że tworzenie ontologii dla wybranego fragmentu analizy wskaźników ekonomicznych i finansowych ma istotną zaletę, jaką jest stosunkowa łatwość jej modyfikowania (Dudycz, 2013). Jest to istotne, ponieważ nie ma jedynego uniwersalnego systemu wskaźników ekonomicznych, który byłby stosowany we wszystkich organizacjach gospodarczych. Poza tym sporo przedsiębiorstw używa wielu modeli oceny prowadzonej działalności na podstawie analizy różnorodnych wskaźników.

Struktura artykułu jest następująca. Kolejny punkt artykułu przedstawia główne problemy wykorzystania aplikacji biznesowych w kontekście potrzeb i preferencji menedżerów MŚP. Następny punkt poświęcony jest możliwościom zastosowania eye trackingu do uzyskiwania danych o sposobie postrzegania informacji ekonomicznych ze szczególnym uwzględnieniem sposobu analizy i eksploracji danych. Całość artykułu zakończona jest podsumowaniem, gdzie wskazano na zakres planowanych prac badawczych.

Potrzeby menedżerów MŚP

Dzisiaj menedżerowie małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) posiadają dostęp do wielu danych

oraz informacji, jednakże mnogość serwisów informacyjnych nie ułatwia kompleksowego wsparcia w procesach zarządzania. W przypadkach zwłaszcza braku kompetencji i kwalifikacji ekonomicznych istnieje ryzyko pojawienia się fałszywych wniosków oraz błędnej oceny sytuacji.

Większość systemów transakcyjnych jest zorientowana na zapewnienie poprawności procesów ewidencyjnych i rozliczeń podatkowych oraz sporządzania sprawozdań finansowych. Wszystkie te systemy zaopatrzone są w moduły analizy wskaźnikowej, które są projektowane w sposób uniwersalny i nie są dopasowane do specyfiki branży, w której działa przedsiębiorstwo, oraz jego wielkości. Jednak największym problemem jest brak możliwości wyboru funkcjonalności systemu pod kątem potrzeb informacyjnych i poziomu wiedzy menedżerów, co najczęściej powoduje, że wiele z nich nie jest wykorzystywanych. Komercyjne rozwiązania oferowane na rynku nastawione są na typowego odbiorcę, stąd wprowadzanie spersonalizowanych rozwiązań i nowych funkcjonalności pracownikom jest niełatwe i kłopotliwe. Zauważmy, że ilość generowanych danych i informacji, prezentowanych w różnego rodzaju raportach, jest dla każdego menedżera taka sama, bez względu na posiadaną wiedzę i doświadczenie. Oferowane przez większość systemów analityczno-decyzyjnych możliwości personalizacji prezentowanych treści w postaci modyfikacji grafiki czy też formatu jest mało użyteczna i przysparza często problemów z obsługą aplikacji, co w efekcie może do niej zniechęcić i zrazić (Nita i in., 2015). Próba wyeliminowania wspomnianych problemów może być ograniczenie informacji wykorzystywanych do podejmowania decyzji oraz dostosowanie ich do poziomu wiedzy użytkownika. Pozwoli to na opracowanie wzorca interfejsu aplikacyjnego, który umożliwi rozszerzenie „inteligencji” systemów analizy finansowej przeznaczonych dla menedżerów małych i średnich przedsiębiorstw. Jednym z głównych zadań inteligentnych systemów jest wspomaganie podejmowania decyzji menedżerskich, w szczególności interpretacji informacji finansowych dostosowanej do poziomu wiedzy menedżera oraz typu i rangi problemu.

W naszym rozwiązaniu, pokazanym schematycznie na rysunku 1, zakładamy, że w codziennej pracy menedżer, korzystający z oprogramowania biznesowego (typu DSS/ERP/BI), będzie wspomagany przez ontologię ekonomiczną, modele analityczne oraz wzorce i ekspertyzy. Równocześnie eye tracker będzie rejestrował i zapisywał jego sposób postrzegania i analizy dokumentów. Zebrane dane ilościowe zostaną wykorzystane w procesie poszukiwania wzorców postrzegania informacji. Wbudowany algorytm eksploracji logów eye trackera poszuka częstych sekwencji, wzorców i utworzy model wiedzy operacyjnej menedżera. W wyniku porównania modelu z ontologią oraz wzorcami pracy system będzie w stanie nie tylko zaadaptować interfejs systemu do poziomu wiedzy menedżera, ale też wykazać braki w posiadanej wiedzy oraz zaproponować właściwą metodę analizy ekonomicznej (KorczaK i in., 2015).

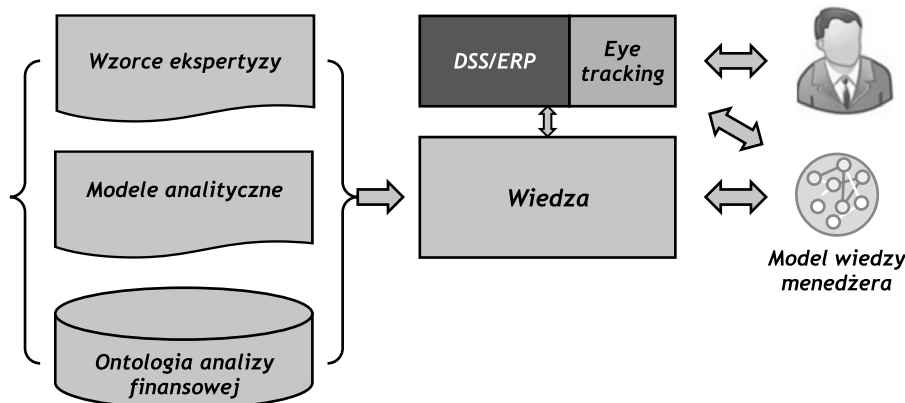
W ramach przeprowadzonych badań pilotażowych nad wyszukiwaniem zależności i asocjacji w interpretacji danych ekonomicznych wykorzystaliśmy rzeczywiste dane i raporty finansowe, logi systemowe eye trackingu oraz ontologie wiedzy ekonomiczno-finansowej.

Interpretacja danych ekonomicznych przy wykorzystaniu eye trackingu

Analiza ruchu gałek ocznych przy czytaniu raportów finansowych jest jednym z nowych obszarów badawczych. Dzięki temu, iż jest to metoda poznawcza pierwszego wrażenia oraz procesów postrzegania jawnych i utajnionych dla naszej świadomości, możemy skupić się na niezależnym wskaźniku skuteczności i efektywności prezentowanych materiałów czy też treści. Do oceny ruchu gałek ocznych wykorzystywane są głównie informacje o:

- fiksacjach, czyli skupieniach wzroku na danym elemencie, zapisywanych punktowo;
- sakadach, które są sekwencjami szybkich ruchów oka pomiędzy kolejnymi fiksacjami.

Na podstawie czasu trwania fiksacji i liczby fiksacji w danym obszarze można wnioskować, jak badany obszar skupia uwagę czytającego; a im krótszy jest czas do pierwszej



Rys. 1. Schemat budowy modelu wiedzy menedżera
Źródło: opracowanie własne

fiksacji, tym wyższa zdolność badanego elementu do skupiania uwagi. Z kolei liczba fiksacji na analizowanym elemencie może świadczyć m.in. o jego ważności i zauważalności w procesie percepcji (Kamińska, 2013).

Eye tracking daje nam możliwość uzyskania różnego typu wyników o sposobie aktywności wzrokowej badanego. Wśród nich można wyróżnić m.in. mapę cieplną oraz odwróconą mapę cieplną, gdzie prezentowany jest sumaryczny wynik skupienia uwagi badanej osoby, dla wyświetlanej treści, czy też ścieżkę skanowania oraz film z badania, odtwarzający sposób analizy materiałów.

Na rysunku 2, z lewej strony, przedstawiono obszary skupienia uwagi badanej osoby na prezentowanej treści. W ten sposób możemy uzyskać informację, która część dokumentu przyciągnęła uwagę badanego w większym stopniu (obszary o większym nasyceniu szarości), a który został przez niego pominięty. W takim przypadku obraz nie jest zamalowany żadnym kolorem. Rysunek pokazuje również sekwencję i głębokość przeszukiwania informacji finansowych.

Zapisany w postaci liczbowej ruch gałek ocznych można analizować i przetwarzać, tworząc różnego rodzaju raporty. Log wykonywanych przez użytkowników operacji dostarcza szczegółowych danych o sposobie postrzegania informacji na ekranie monitora, kolejności postrzegania treści oraz długości czasu skupienia wzorku w danym punkcie. Poddanie tych danych transformacji umożliwi uzyskanie informacji dla konkretnie zdefiniowanego problemu czy dokumentu. Przykładowo, mamy możliwość zdefiniowania obszarów zainteresowania – AOI (ang. Areas of Interest), przedstawionych na rysunku 2 w formie nałożonych na materiał półprzezroczystych warstw. Dzięki tak przygotowanemu materiałowi mamy możliwość generowania różnych zapytań, statystyk i miar;

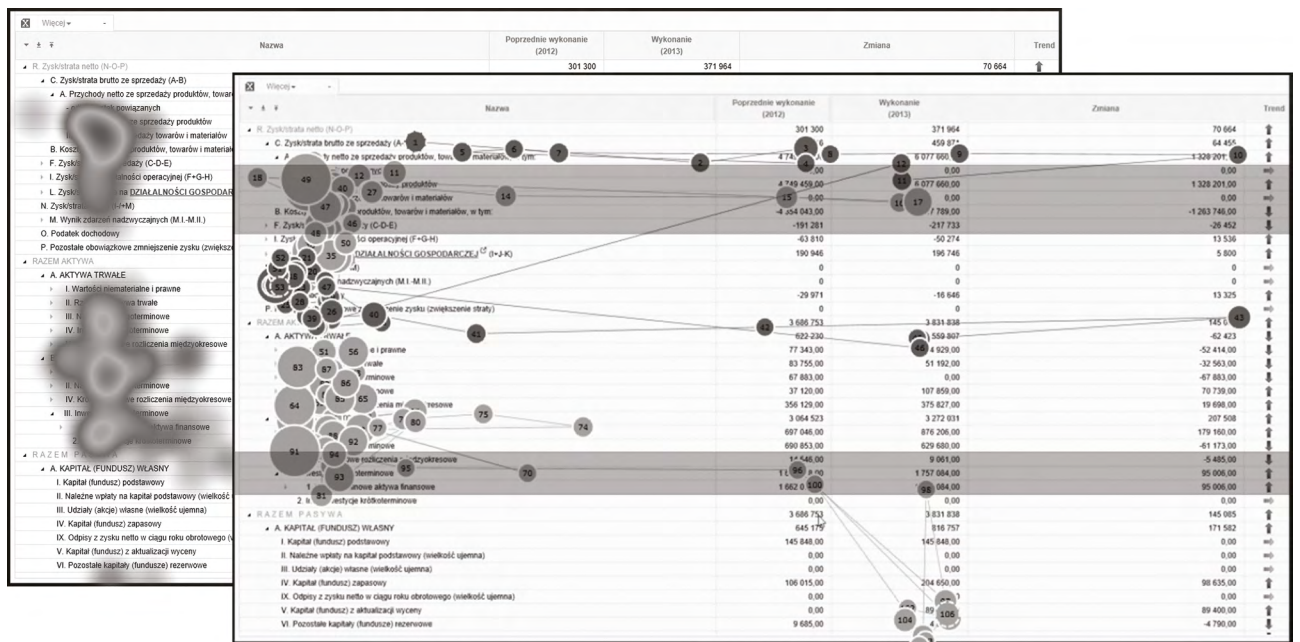
przykładowo w jakiej kolejności i w jakim stopniu poszczególne elementy przyciągały uwagę czytającego. Informacje te w połączeniu ze ścieżką skanowania, zapisaną w postaci surowych danych, umożliwią nam uzyskanie informacji na temat sposobu interpretowania konkretnie zdefiniowanego problemu.

W przeprowadzonym eksperymencie uczestnikom zostały zadane pytania dotyczące sytuacji majątkowej i finansowej badanego przedsiębiorstwa. Wymagało to przygotowania przypadków studyjnych i adekwatnej ontologii, w której określono główne pojęcia i relacje w wiedzy ekonomicznej. Logi operacji wraz z ontologią zostały poddane eksploracji i pozwoliły na uzyskanie dodatkowej, często podświadomej, wiedzy o samym badanym. Przy eksploracji danych posłużono się metodami i algorytmami wykrywania wzorców sekwencji (Masseglia i in., 2005)

Wzorce sekwencji – identyfikacja wiedzy menedżerskiej

Problem odkrywania wzorców sekwencji polega na analizie bazy danych zawierającej informacje o zdarzeniach, które wystąpiły w określonym przedziale czasu, w celu znalezienia zależności pomiędzy występowaniem określonych zdarzeń w czasie. Metody wykrywania wzorców sekwencji znalazły zastosowanie w wielu dziedzinach, jak na przykład w analizie koszyka zakupów, telekomunikacji, medycynie, ubezpieczeniach i bankowości czy stronach WWW.

Wyszukiwanie wzorców sekwencji może być przeprowadzone według różnych algorytmów. W zależności od złożoności obliczeniowej, sposobu działania, a także szybkości znajdowania wzorców i wykorzystywanych



Rys. 2. Przykładowa mapa cieplna oraz ścieżka skanowania uzyskana z przeprowadzonego eksperymentu wraz ze zdefiniowanymi obszarami zainteresowania (AOI)
 Źródło: opracowanie własne

w tym celu zasobów komputera możemy wyróżnić wiele różnych algorytmów. Przykładowy podział algorytmów dostępnych w oprogramowaniu SPMF, służącym do drążenia danych, został zaprezentowany na rysunku 3. Na potrzeby badania najbardziej użyteczne były algorytmy służące do wykrywania częstych wzorców sekwencji.

Przykładowy sposób działania algorytmu omówimy na podstawie podstawowego algorytmu odkrywania wzorców sekwencji (Agrawal, Srikant, 1994). W pierwszej kolejności definiujemy minimalne wsparcie² występowania sekwencji w badanej bazie danych. Dzięki temu algorytm wyszukuje w pierwszej iteracji częste 1-elementowe sekwencje dla zdefiniowanego poziomu występowania. W kolejnych iteracjach do generacji sekwencji kandydujących wykorzystuje odkryte sekwencje z poprzedniej iteracji. Jeśli wsparcie odkrytych sekwencji jest większe lub równe zdefiniowanemu poziomowi występowania, to algorytm ponownie w celu generacji sekwencji kandydujących wykorzystuje wykryte sekwencje z poprzedniej iteracji. Algorytm kończy poszukiwanie w przypadku, gdy nie ma więcej kandydatów lub żadna sekwencja nie jest częsta. Takie rozwiązanie pozwala wyłonić nam częste sekwencje. Zaznaczmy, że w niektórych przypadkach użycie tego konkretnie algorytmu może być problematyczne. Głównymi słabościami i utrudnieniami podstawowego algorytmu w zastosowaniach biznesowych są m.in.:

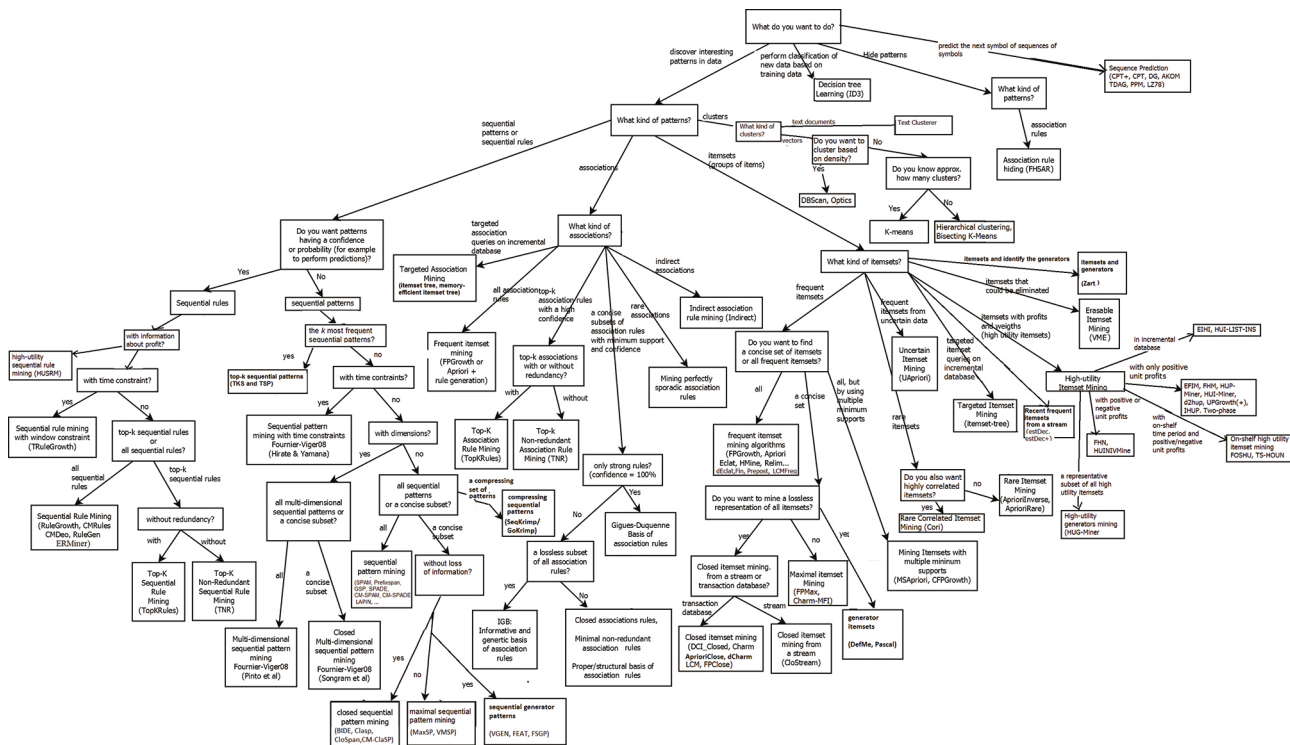
- potencjalnie bardzo duża liczba sekwencji kandydujących – wszystkie możliwe permutacje z powtórzeniami elementów, co prowadzi do wygenerowania bardzo dużych zbiorów sekwencji; przykładowo: 1000 sekwencji 1-elementowych generuje 1 000 000 2-elementowych,

- wielokrotne odczyty bazy danych – aby znaleźć wzorzec sekwencji o długości 20, należy wykonać 20 odczytów bazy danych;
- problemy z wykrywaniem bardzo długich wzorców sekwencji.

Liczne modyfikacje i udoskonalenia algorytmów odkrywania wzorców sekwencji spowodowały eliminację zidentyfikowanych wcześniej problemów, a także poprawienie wydajności oraz skuteczności drążenia danych. W przeprowadzonym badaniu poddanie logu operacji algorytmom SPADE i SPAM, w oprogramowaniu SPMF³, pozwoliło na zidentyfikowanie zależności w sposobie analizy zdefiniowanego problemu dla każdej z badanych osób. Przekształcenie danych we wzorce sekwencji prezentuje tabela 1.

Wstępne wyniki przeprowadzonego eksperymentu są obiecujące, ponieważ wskazują na możliwości wykorzystania ontologii i eye trackingu do wspomaganie analizy finansowej w małych i średnich podmiotach. Opracowanie wzorców analizy najważniejszych mierników pozwoliło na właściwe sparometryzowanie ścieżek decyzyjnych dedykowanych w systemach informatycznych dla menedżerów. Informacje te umożliwiły zbudowanie modelu wiedzy doświadczonego menedżera, jak też początkującego analityka.

Zebrany materiał empiryczny wykazał różnice w sposobie analizy i interpretacji raportów finansowych, wynikające z poziomu wiedzy badanego. Inaczej bowiem analizował raport doświadczony menedżer, a inaczej student czy początkujący analityk. Na tym etapie wśród głównych różnic w interpretacji raportów można wskazać stopień szczegółowości analizy sprawozdań czy też



Rys. 3. Wizualizacja relacji pomiędzy różnymi algorytmami drążenia danych w SPMF

Źródło: <http://www.philippe-fournier-viger.com/spmf/>



Tab. 1. Przekształcenie logu operacji we wzorce sekwencji postrzegania raportów

Nr osoby	Godzina wystąpienia	Godzina wystąpienia (Eye Tracking)	Typ zdarzenia	Długość zdarzenia	Punkt fiksacji X (MCSpX)	Punkt fiksacji Y (MCSpY)
P02	09:49:10.627	1427787312203270	Fixation	267	143	237
P02	09:49:10.644	1427787312219940	Fixation	267	143	237
P02	09:49:10.661	1427787312236610	Fixation	267	143	237
P02	09:49:10.677	1427787312253270	Fixation	267	143	237
P02	09:49:10.694	1427787312269930	Fixation	267	143	237



Nr osoby	Godzina rozpoczęcia	Ilość fiksacji	Fiksacja 1	Fiksacja 2	Fiksacja 3	Fiksacja 4	Fiksacja 5	Fiksacja 6	Fiksacja 7	Fiksacja 8
P02	09:49:10.627	5	R	R	R	R	R			
P02	09:49:12.862	1	R							
P02	09:49:14.112	8	P	P	R	R	R	P	P	R
P02	09:49:17.242	3	R	R	R					
P02	09:49:18.341	4	P	P	P	P				

Źródło: opracowanie własne

zwracanie uwagi na wartości poszczególnych pozycji bilansu oraz rachunku zysków i strat, a także na dynamikę zmian w poszczególnych latach. W każdym z tych przypadków doświadczony menedżer poddawał dogłębną analizę każdą pozycję, zwracając uwagę na szczegóły celem dokładnego zidentyfikowania problemu. Początkujący menedżer weryfikował materiał pobieżnie do momentu zidentyfikowania oczekiwanych, wcześniej założonych pól i wartości, bez analizy pozostałych treści.

Jeden z interesujących problemów, który pojawił się w trakcie pilotowych testów, dotyczy studiów porównawczych wiedzy doświadczonego i niedoświadczonego menedżera. Problematyka ta ma ogromne znaczenie w pracach nad nowymi metodami nauczania i zdobywania umiejętności menedżerskich.

Podsumowanie

Badania przedstawione w artykule były kontynuacją projektu budowy inteligentnego kokpitu dla menedżerów – InKoM, którego głównym celem było ułatwienie analizy i interpretacji sytuacji ekonomicznej przedsiębiorstwa na tle konkurencyjnego rynku oraz wspomaganie w zakresie analizy informacji ekonomicznej i finansowej (Korczak i in., 2012). Powstałe w trakcie projektu rozwiązania zostały wykorzystane w przedstawionej publikacji, w szczególności ontologie ekonomiczno-finansowe.

W dalszych pracach planuje się zbudowanie interfejsu do modelowania profilu wiedzy menedżera z wykorzystaniem eye trackingu. Do opracowania wzorca interfejsu niezbędne będą dalsze pogłębione badania nad rozpoznaniem poziomu wiedzy użytkownika; w naszych eksperymentach doświadczonego menedżera i menedżera początkującego (reprezentowanego przez

studenta). Wstępne testy na pilotowej populacji użytkowników ukazały dwa różne podejścia myślenia analitycznego, mianowicie:

- opartego na teorii i metodach postępowania, tzw. model-based (Kiciński, 2004);
- wynikającego z obserwacji pracy menedżerów, tzw. data-driven (Qiao i in., 2003).

Proponowany schemat wnioskowania będzie podejściem hybrydowym, wiążącym algorytmicznie informacje o poziomie posiadanej wiedzy menedżera wykrytej przy użyciu eye trackera z teorią analizy dokumentów finansowych. Zestawienie tych wszystkich komponentów umożliwi nam określenie, na które informacje prezentowane w dokumencie zarówno studenci, jak i menedżerowie zwracają uwagę.

Połączenie zakresu wiedzy ekonomicznej i sposobu czytania i interpretacji wskaźników ekonomicznych pozwoliło na opracowanie modelu profilu wiedzy menedżera. Umożliwi to w następnym etapie realizację inteligentnego mechanizmu wspomaganie decyzji w zakresie nieoferowanym obecnie przez żaden dostępny system. Przeprowadzone prace w ramach projektu pozwalają na zaimplementowanie uzyskanych rozwiązań do systemów analityczno-decyzyjnych w postaci mechanizmu inteligentnego wspomaganie interpretacji raportów finansowych. Tak przygotowany system, dzięki swojej możliwości adaptacji i innowacyjności, pozwoli na podniesienie wiedzy menedżera, ukierunkuje jego wnioskowanie oraz wskaże ważne informacje odnośnie do sytuacji ekonomicznej firmy. Pozwoli to na wyeliminowanie podstawowych błędów w zarządzaniu, szczególnie w małych i średnich przedsiębiorstwach. Przeprowadzone badania pilotażowe w obszarze sposobu interpretowania raportów finansowych potwierdzają zasadność wprowadzenia

tej innowacji do systemu wspomagania decyzji. Badania pilotażowe miały także za zadanie dostarczenie informacji o możliwościach wykorzystania narzędzia eye trackingu oraz wyciągnięcia wniosków na podstawie uzyskanych wzorców sekwencji postrzegania raportów, w zakresie określenia reguł i procesu wykorzystania wiedzy ekonomiczno-finansowej.

prof. dr hab. Jerzy Korczak
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wydział Zarządzania i Informatyki
 e-mail: jerzy.korczak@ue.wroc.pl

mgr Adrian Kaźmierczak
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wydział Zarządzania i Informatyki
 e-mail: adrian.kazmierczak@ue.wroc.pl

Przypisy

- 1) Ze względu na powszechne używanie terminu eye tracking, który wszedł do obiegu dopiero kilka lat temu, będzie on wykorzystywany w dalszej części artykułu (<http://eyetracking.pl>, 2015).
- 2) minsup – minimalna wartość progowa wystąpienia. Wystąpienia poniżej tej wartości są odrzucane.
- 3) SPMF jest to program zawierający ponad 100 algorytmów do drążenia danych (<http://www.philippe-fournier-viger.com/spmf/index.php>).

Bibliografia

- [1] Agrawal R., Srikant R. (1994), *Fast Algorithms for Mining Association Rules*, VLDB '94, Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases, San Francisco, pp. 487–499.
- [2] Dudycz H. (2013), *Mapa pojęć jako wizualna reprezentacja wiedzy ekonomicznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- [3] Fournier-Viger P., *SPMF – An Open-Source Data Mining Library*, <http://www.philippe-fournier-viger.com/spmf/>, access date: 22.05.2016.
- [4] Geest J.N., Frens M.A. (2002), *Recording Eye Movements with Video-oculography and Scleral Search Coils: A Direct Comparison of Two Methods*, Investigative Ophthalmology & Visual Science, Rotterdam, pp. 185–195.
- [5] Granka L., Joachims T., Gay G. (2004), *Eye-Tracking Analysis of User Behavior in WWW Search*, ACM, New York, pp. 478–479.
- [6] Gruber T. (1995), *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*, Academic Press, Duluth, pp. 907–928.
- [7] Isaacowitz D., Wadlinger M., Heather A., Goren D., Wilson H. (2006), *Selective Preference in Visual Fixation Away from Negative Images in Old Age? An Eye-tracking Study*, Psychology and Aging, Washington, pp. 40–48.
- [8] Kamińska J. (2013), *Okulografia w ocenie ergonomicznej stanowisk pracy – przykłady*, Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, s. 13–15.
- [9] Kiciński J. (2004), *Model Based Diagnostics – Today and Tomorrow*, Polskie Towarzystwo Diagnostyki Technicznej, Gdańsk, pp. 241–248.
- [10] Korczak J., Dudycz H., Dyczkowski M. (2012), *Intelligent Decision Support for SME Managers – Project InKoM*, Wrocław University of Economics, Wrocław, pp. 84–96.
- [11] Korczak J., Dudycz H., Nita B., Oleksyk P., Kaźmierczak A. (2015), *Próba rozszerzenia wiedzy w systemach wspomagania decyzji menedżerskich w małych i średnich przedsiębiorstwach*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice, s. 227–241.
- [12] Krejtz I., Krejtz K., Bielecki M. (2008), *Zastosowania analizy ruchu oczu w badaniach społecznych*, „Psychologia Społeczna”, Tom 3, Nr 1(6), s. 73–86.
- [13] Masegla F., Teisseire M., Poncet P. (2005), *Sequential Pattern Mining: A Survey on Issues and Approaches*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Gwalior, pp. 3–29.
- [14] Morzy T. (2013), *Eksploracja danych. Metody i algorytmy*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [15] Nita B., Korczak J., Dudycz H., Oleksyk P., Kaźmierczak A. (2015), *W kierunku inteligentnych systemów analizy finansowej w zarządzaniu małym i średnim przedsiębiorstwem*, Stowarzyszenie Księgowych w Polsce, Katowice, s. 79–101.
- [16] Pieters R., Wedel M. (2004), *Attention Capture and Transfer in Advertising: Brand, Pictorial and Text-size Effects*, „American Marketing Association”, pp. 36–50.
- [17] Qiao G., Riddick F., McLean C. (2003), *Data Driven Design and Simulations System Based on XML*, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Gaithersburg, pp. 1143–1148.
- [18] Ziuziański P., Furmankiewicz M. (2014), *Projektowanie interaktywnych kokpitów menedżerskich zorientowanych na użytkownika*, Wrocławska Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej „Horyzont”, Katowice, s. 32–38.

Discovery of Analytical Thinking Patterns of Manager Using Eye Tracking

Summary

The article presents a data-driven approach to mine the eye movements logs of SME managers, and to model their economic and financial knowledge. The log data, acquired by the eye-tracker, allows to discover the manner to perceive and analyse financial reports. These findings allow us to design an intelligent interface, supporting the interpretation of economic information of Business Intelligence systems.

Keywords

modelling of managerial knowledge, eye-tracking, sequence patterns, financial ontology