

*Artur Stachura*

Uniwersytet Szczeciński

## Diagnozowanie przebiegu uczenia się z wykorzystaniem hipertekstu Diagnoza systemu dynamicznego jako cel badania

W psychologii i pedagogice powszechnie uznaje się założenie, że proces rozwoju człowieka (a dokładniej, wszystkie składające się na niego subprocesy) jest procesem ciągłym, który można opisać jako ciąg zmian ilościowych albo wielkościowych właściwości (E.B. Hurlock, 1985, s. 57-59). Celem badania jest ustalenie właściwości tego procesu, czyli przebiegu i dynamiki zmian. Przedmiotem badania są zmiany własności badanego obiektu, które zachodzą pod wpływem czynników kontrolowanych przez badacza lub na skutek czynników niekontrolowanych, traktowanych jako naturalne zmiany (Z.M. Zimny, 2000, s. 171). Materiał badania – wychowanek – jest pojmowany jako dynamiczny system mający indywidualne własności. Badania tego rodzaju są określane także jako badania dynamiczne (E. Babbie, 2008, s. 123).

Proces uczenia się jest jednym ze składników (subprocesów) ogólnie pojmowanego rozwoju człowieka. Podejście pedagogiczne zwraca szczególną uwagę na aspekt kierowania tym procesem przez wychowawcę lub samego wychowanka. Także i ten proces jest procesem ciągłym i można go traktować jako system – zbiór procesów szczegółowych powiązanych z sobą relacjami. Podobnie jak ogólny proces rozwoju czy, wężziej, wychowania, proces uczenia się ma hierarchiczną strukturę – można w nim wyróżnić ogólniejsze składniki, a dalej bardziej szczegółowe. Ta hierarchiczna struktura może być wyodrębniana ze względu na kryterium treści bądź czasu.

Ze względu na kryterium treści możemy np. w procesie uczenia się wyodrębnić podproces uczenia się czytania, a w nim podprocesy niższego poziomu (bardziej szczegółowe): uczenia się rozpoznawania liter, wiązania liter z głoskami, składania liter w wyrazy i zdania itd.

Ze względu na kryterium czasu przykładem hierarchicznej struktury jest konstrukcja klasycznego szkolnego procesu kształcenia, postrzegana z punktu widzenia działań ucznia, a więc uczenia się. W ramach każdego szczebla edukacji (edukacja przedszkolna, zintegrowana, przedmiotowa w klasach 4-6 szkoły podstawowej, gimnazjalna itd.) rozróżniamy poszczególne lata (rok szkolny) jako oddzielne jednostki, w ramach roku szkolnego dla danego przedmiotu wyróżniamy opisane w programie bloki tematyczne, każdy blok realizowany jest podczas określonej liczby lekcji, każda lekcja składa się z sekwencji czynności. W literaturze dydaktycznej używa się określenia „ogniwa procesu dydaktycznego”, zwłaszcza dla opisu

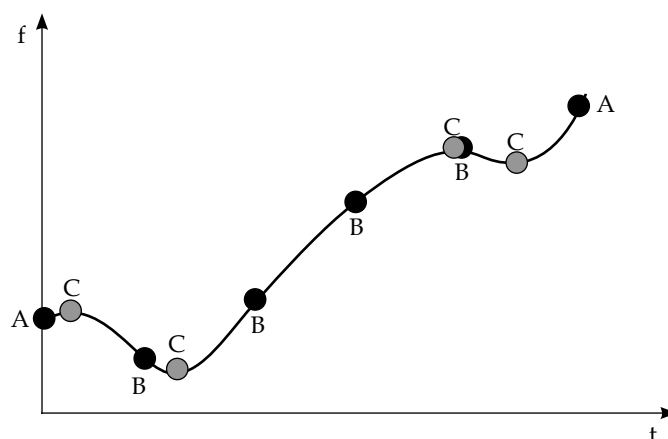
szczegółowych zdarzeń zachodzących w trakcie pojedynczej lekcji (R.M. Gagne, L.J. Briggs, W.W. Wager, 1992, s. 182).

Oczywiście, przedstawiona struktura formalnego systemu szkolnego nie uwzględnia zasady ciągłości rozwoju człowieka, a wręcz przeciwnie, brutalnie dzieli ten ciągły proces na arbitralnie ustalone etapy, które różnią się jakościowo między sobą (zjawisko progów edukacyjnych). Jednak sama struktura jest tu wyraźnie widoczna.

Ten niezgodny z naturą model procesu kształcenia kształtuje u nauczycieli przekonanie, że diagnozowanie procesów uczenia się uczniów może – a nawet powinno – być dokonywane także w ściśle określonych co do treści i czasu zunifikowanych procedurach. Stąd taka popularność etapowych form sprawdzania osiągnięć uczniów, której szczytowym – jak na razie – „osiągnięciem” jest wprowadzenie tzw. egzaminów doniosłych. (Na usprawiedliwienie nauczycieli trzeba tu zaznaczyć, że nie mają żadnego wsparcia w stosowaniu bardziej zgodnych z naturą form diagnozy, a organizacja systemu oświaty masowej opartego na modelu klasowo-lekcyjnym bardzo utrudnia podmiotowe podejście do ucznia.)

Przedstawione podejście do procesów będących przedmiotem diagnozy pedagogicznej, w szczególności uczenia się, wydaje się popularne nie tylko wśród pedagogów-praktyków, ale także wśród badaczy. Większość proponowanych metod i technik badań pedagogicznych daje jako rezultat informację o stanie przedmiotu badania w określonym momencie. Ciągły proces zmian badanych właściwości jest poddany podziałowi na etapy. Na końcu (lub początku) takiego etapu dokonywane jest mierzenie. Najlepiej widać to na przykładzie klasycznej procedury eksperymentalnej. Procedura ta ma służyć badaniu wpływu zmiennej niezależnej (czynnika eksperymentalnego) na zmienną zależną. Jednak pomiar zmiennej zależnej jest dokonywany jedynie na początku i na końcu badania (przed i po zadziałaniu czynnika eksperymentalnego). Informacja zgromadzona w wyniku takiego badania nie pozwala na zbudowanie modelu czy teorii uwzględniającej ciągłość procesu, a jedynie na zerojedynkowe stwierdzenia dotyczące wpływu zmiennej niezależnej na zmienną zależną.

Rys. 1. Hipotetyczny przebieg zmian badanej właściwości ( $f$ ) w czasie i trzy różne możliwości diagnozowania tego przebiegu



Legenda:

A – diagnoza na początku i na końcu procesu, niedająca wglądu w zmiany zachodzące między pomiarami  
 B – diagnoza dyskretna (próbek czasowych), pozwalająca uchwycić zmiany w trakcie procesu  
 C – punkty krytyczne procesu, które mogą być rozpoznane przy odpowiednio dużej częstotliwości próbkowania, większej niż w diagnozie B

Źródło: opracowanie własne.

Wyobraźmy sobie następujący przykład: eksperyment ma określić skuteczność stosowania nowej metody nauczania. Na początku cyklu kształcenia (np. na początku roku szkolnego) dokonujemy pomiaru zmiennej zależnej (np. poziomu wiedzy uczniów). W trakcie roku szkolnego uczniowie w grupach eksperymentalnej i kontrolnej przyswajają sobie treści kształcenia z wykorzystaniem różnych metod (np. klasycznej i eksperymentalnej). Na koniec zostaje zdiagnozowany i porównany poziom przyswojenia wiedzy przez uczniów. Jeżeli stwierdzimy, że poziom wiedzy w pomiarze końcowym jest taki sam w grupie eksperymentalnej i kontrolnej, to zapewne odrzucimy hipotezę o większej skuteczności eksperymentalnej metody nauczania. Ale mogło się zdarzyć takie zjawisko: we wczesnym okresie wprowadzenia nowej metody uczniowie uczyli się bardziej skutecznie, jednak jakaś jej własność sprawiła, że po pewnym czasie skuteczność spadła (np. nowa metoda była zbyt monotonna, aby podtrzymać przez dłuższy czas zainteresowanie uczniów). Mając do dyspozycji jedynie wyniki pomiaru początkowego i końcowego, badacz nie dostrzeże tego zjawiska, a wartościowa być może koncepcja zostanie zapomniana.

Autorzy podręczników do metodologii oczywiście uwzględniają ciągłość badanych procesów i podejmują zagadnienie obserwacji ciągłej. Jednak zwraca się, i słusznie, moim zdaniem, uwagę na trudność stosowania takiego podejścia, zwłaszcza w warunkach naturalnych, gdzie zazwyczaj mamy do czynienia z obserwacją zbiorową (np. oddział klasowy), uczestniczącą (np. nauczyciel na lekcji) i krótkotrwałą (np. pojedyncza lekcja). Jest to spowodowane specyfiką warunków pracy wychowawcy. Jak widać, jest trudność w

- zbieraniu dużej liczby informacji,
- możliwym wpływie obserwatora na badany obiekt, oraz
- względnie krótkim czasie obserwacji.

Pewnym obejściem tych trudności jest zastosowanie pomiaru dyskretnego, ale z częstotliwością na tyle dużą, aby dynamika zmian procesu została dokładnie odwzorowana. Podejście takie stosowane jest powszechnie w fizyce (np. próbkowanie sygnałów), ale także w medycynie i psychologii (w jej dziedzinach bliższych fizjologii). W naukach o wychowaniu nie jest ono zbyt popularne, przypuszczalnie ze względu na wspomniane trudności metodologiczne, ale także małą liczbę modeli (i teorii) uwzględniających aspekt ciągłości zmian rozwojowych.

Tak więc konieczne jest, moim zdaniem, uzbrojenie badaczy zjawisk wychowania oraz pedagogów-praktyków w techniki i narzędzia umożliwiające wierne odzwierciedlenie w wynikach diagnozy nie tylko stanu, ale przebiegu procesu zmian badanych właściwości. W dalszej części opracowania przedstawię propozycję takiej techniki.

### Technika diagnozowania przebiegu uczenia się podczas korzystania z hipertekstowego zasobu treści

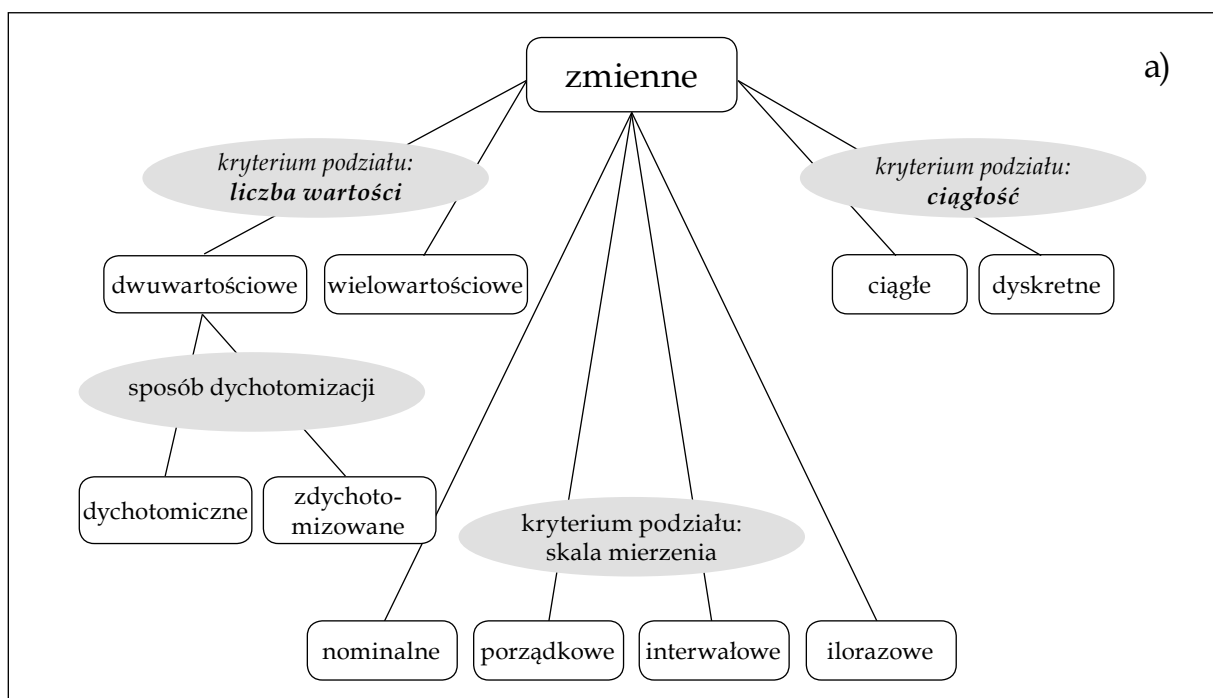
Podstawą proponowanej techniki diagnozy jest idea, że treści kształcenia mogą być podawane uczniowi jako hipertekstowy zasób dostępny z użyciem komputera (T.M. Zimny, A. Stachura, 1997; A. Stachura, 2003). Liczne zastosowania praktyczne potwierdziły efektywność takiego podejścia, zarówno w warunkach zbiorowej edukacji szkolnej, jak i w indywidualnym samokształceniu. Tak więc badanie proponowaną techniką może odbywać się w następujących warunkach.

1. Przygotowany jest zasób treści kształcenia, podzielony na moduły. Każdy moduł jest dostępny oddzielnie, w dowolnym czasie i dowolnym porządku. Struktura zasobu jest podana na początku zajęć.
2. Uczeń otrzymuje dostęp do zasobu zawierającego treści kształcenia. Oznacza to, że uczeń ma komputer z dostępem do tego zasobu (umieszczonego raczej w sieci, choć może też być to serwer lokalny) oraz umiejętności potrzebne do posłużenia się nim. W prezentowanym przykładzie jest to komputer w pracowni komputerowej, przyłączony do Internetu i mający przeglądarkę WWW. Osobami badanymi są studenci kierunku pedagogika na Uniwersytecie Szczecińskim.
3. Program udostępniający zasób (serwer zasobu) rejestruje, który uczeń, kiedy i z jakiego zasobu korzystał. W prezentowanym przykładzie jest to serwer WWW Apache, działający w sieci lokalnej.

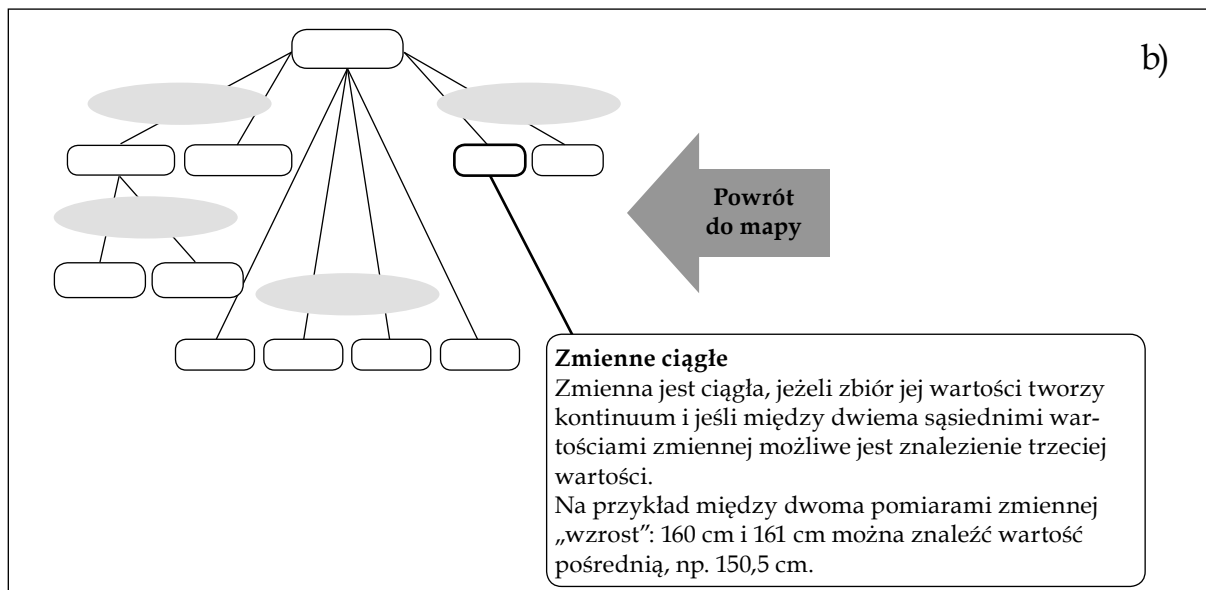
Celem diagnozy jest ustalenie, jaką strategię zapoznawania się z podanym zasobem treści stosują studenci, a dokładniej, jak wygląda sekwencja czynności przeglądania zasobu. Rejestrowaniu podczas badania podlegają dwie zmienne: jaka część zasobu została pobrana przez studenta i kiedy (jak długo z niej korzystał).

W przedstawionym badaniu istotnym aspektem było to, że zasób miał systemową, hierarchiczną i wielowymiarową strukturę. Pomysł takiego badania został zaprezentowany w innym artykule (A. Stachura, 2005). Celem badania było ustalenie, jak studenci dokonają linearyzacji tej struktury w trakcie jej przyswajania (proces przyswajania treści jest z natury linearny, tzn. badany po zapoznaniu się z ogólną strukturą czyta kolejno opisy wybranych przez siebie jej elementów w wybranym przez siebie porządku). Ten porządek został zarejestrowany wraz z czasem poświęconym na każdy element.

Rys. 2a. Struktura zasobu treści wykorzystanego w badaniu (podana jako schemat rozprawdzający do modułów zawierających omówienie treści

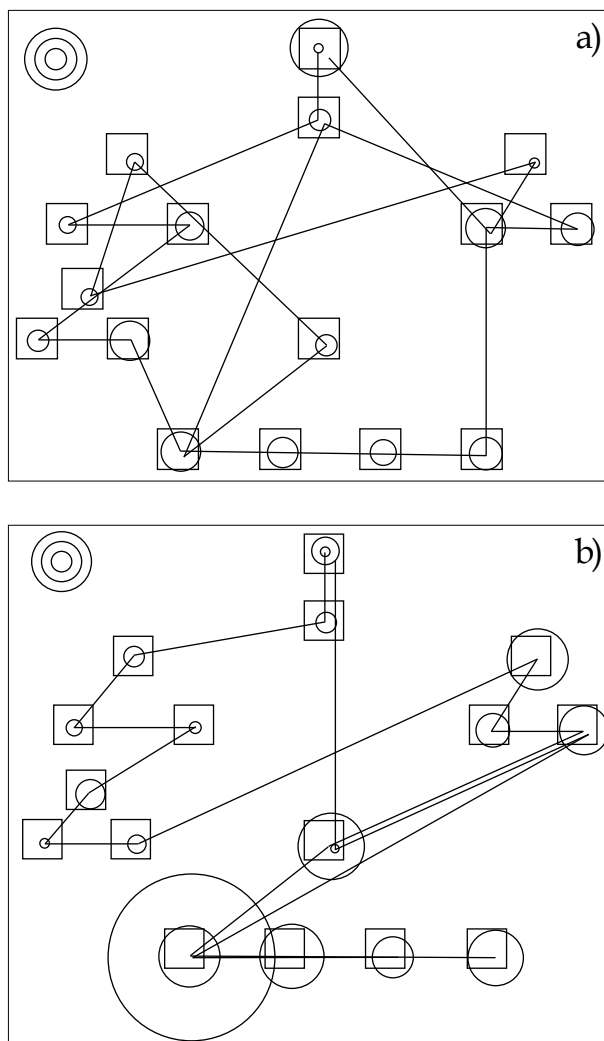


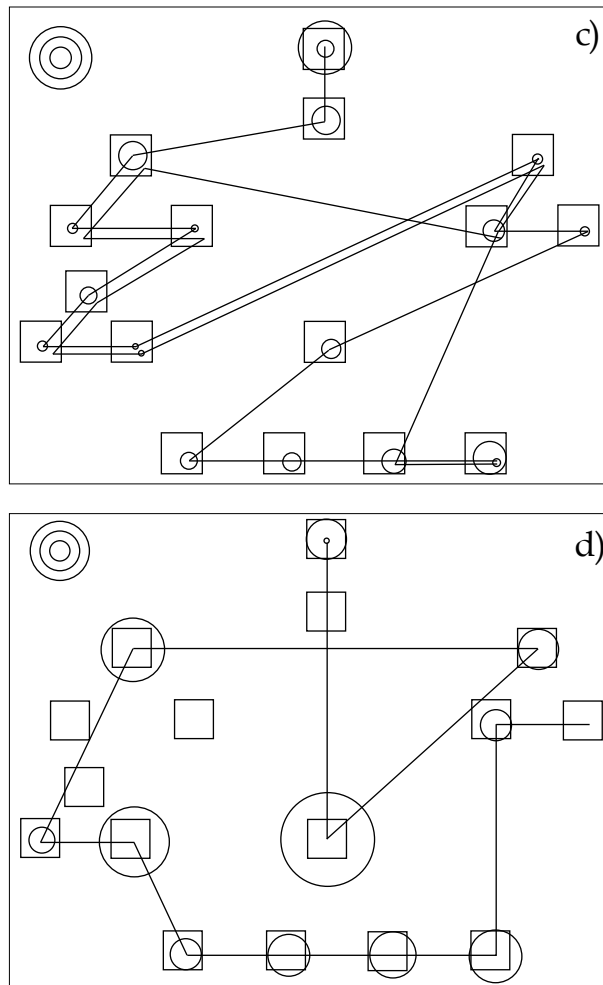
Rys. 2b. Przykład pojedynczego modułu treści z definicją omawianego pojęcia



Źródło: opracowanie własne na podstawie J. Brzeziński (2007, s. 184-187).

Rys. 3. Przykładowe wyniki badania





Każdy diagram prezentuje cykl pracy jednej osoby. Każdy cykl rozpoczyna się od ekranu startowego – najwyższego modułu (mapy zagadnień). Średnica okręgu odpowiada długości okresu przeglądania zasobu. Koncentryczne okręgi w prawym górnym rogu pokazują wzorcowo 10, 20 i 30 sekund. Kwadraty oznaczają poszczególne moduły treści ułożone jak na rys. 2a.

Diagramy:

- chaotyczne przechodzenie między modułami. Brak widocznej strategii;
- konsekwentne wybieranie najpierw kryterium podziału pojęć podrzędnych, a następnie omówień kolejnych pojęć. Niewspółmiernie długi czas pracy z jednym z modułów może wskazywać na rozproszenie uwagi badanego;
- badany, po konsekwentnym zapoznaniu się ze wszystkimi modułami, przejrzał je powtórnie w podobnym porządku (podwójna linia na diagramie);
- badany nie zapoznał się z wszystkimi modułami treści.

Źródło: opracowanie własne.

Po przygotowaniu powyższych warunków zostało przeprowadzone badanie. W trakcie zajęć w pracowni komputerowej studentom został udostępniony zasób treści, który zawierał klasyfikację zmiennych w badaniach empirycznych, opracowany na podstawie podręcznika J. Brzezińskiego (2007, s. 184–189). Studenci zostali poinstruowani o celu ćwiczenia (zapoznaniu się z pojęciem zmiennej i rodzajami zmiennych) i sposobie poruszania się po zasobie. Uczucie się było indywidualne (każdy student przy swoim komputerze, badani nie kontaktowali się z sobą). Studenci, którzy zakończyli pracę z zasobem (w wybranym przez siebie czasie), otrzymywali kolejne zadanie, tak aby nie rozpraszać pozostałych osób.

Treść zasobu ćwiczeniowego była podawana z komputera znajdującego się w sieci lokalnej (dla uniknięcia problemów z opóźnieniami połączenia i innymi zakłóceniami transmisji). Taka konfiguracja zabezpieczyła także przed ewentualnym buforowaniem transferu przez serwer proxy, co zniekształciłoby rejestrowane dane. Program serwera logował w standardowy sposób poczynania użytkowników. Podczas udostępniania zasobu wyłączono możliwość korzystania z pamięci podręcznej przeglądarki, tak więc każde przejście użytkownika do innego modułu treści było rejestrowane.

W logach zostały zebrane dane o:

- 1) numerze IP komputera pobierającego zasób – informacja o tym, która osoba korzystała z zasobu, gdyż studenci przed rozpoczęciem pracy podawali swoje imię i nazwisko;
- 2) pliku pobranym – informacja o tym, który moduł zasobu został pobrany (każdy moduł treści znajdował się w oddzielnym pliku), oraz
- 3) czasie (z dokładnością do jednej sekundy) udostępnienia pliku, co po zestawieniu z czasem pobrania następnego pliku dało informację o długości pracy studenta z danym modulem.

Zapisy logów serwera zostały następnie przetworzone do prostych diagramów, które obrazują działania poszczególnych badanych osób. Zgromadzone dane mogą być także analizowane zbiorczo (zarówno jako zintegrowany opis działań danej osoby, jak i prawidłowości występujące w grupie badanych) za pomocą odpowiednich technik statystycznych.

Przykładowe wyniki badania przedstawia rys. 3. Jakkolwiek nie jest celem niniejszego opracowania prezentowanie wniosków z diagnozy, a jedynie zaproponowanie pewnego podejścia do badania procesu uczenia się, warto zauważyć interesujące zjawiska, które zostały zarejestrowane podczas badania. I tak różne osoby prezentowały różne strategie, zapoznając się z podanym zasobem treści. Interesujące mogłoby być także zestawienie zarejestrowanych działań badanych osób z innymi zmiennymi, które opisują: badane osoby, warunki badania, strukturę i treść zasobu, rezultaty pracy z zasobem itd. Jest to zbiór tematów do dalszego opracowania.

### Podsumowanie: zalety i wady proponowanej techniki badania

Automatyzacja zindywidualizowanego doboru i podawania treści kształcenia oraz automatyczna rejestracja działań na zasobie treści umożliwia jednoczesne badanie wielu uczniów. Jednocześnie koszt jednostkowego pomiaru jest względnie niski, szczególnie w porównaniu z analizą wyników obserwacji ciągłej. Duża liczba pomiarów cząstkowych oraz duża ich dokładność wymaga zastosowania innych technik analizy statystycznej niż konwencjonalnie stosowane, ale otwiera także możliwości rozpoznawania zjawisk, które do tej pory były słabo zbadane ze względu na potrzebę stosowania kosztownej aparatury.

Znaczącym mankamentem przedstawionej techniki jest trudny do jednoznacznego ustalenia związek między zarejestrowaną długością trwania wyświetlania pojedynczego zasobu a rzeczywistym skupieniem uwagi badanego na prezentowanej treści. Istotnie, zarejestrowano pojedyncze przypadki, w których czas wyświetlania jakiegoś modułu był niewspółmiernie duży do ilości treści i czasu przeglądania innych modułów. Przypadki takie były jednak rzadkie. W trakcie obserwacji zachowania studentów podczas pracy zauważono także momenty dekoncentracji, które trwały od kilkunastu do kilkudziesięciu sekund. Kwestia ta wymaga dokładniejszego zbadania i przynajmniej w niektórych badaniach kontrolowania

zachowania badanych osób innymi technikami (np. nagranie kamerą wideo lub rejestracja ruchu gałek ocznych – technika *eye tracking*).

Dużą zaletą proponowanej techniki jest wykorzystanie hipertekstu jako środka podania treści kształcenia. Podawane treści mogą być zróżnicowane co do formy (tekst, grafika, animacja, dźwięk). Istotna wydaje się zwłaszcza możliwość aktywizowania uczniów przez włączanie do zasobu elementów/zadań interaktywnych.

Przygotowanie treści kształcenia w postaci elektronicznej, które wymaga dodatkowego nakładu pracy, jest obecnie coraz łatwiejsze. Dostępne są ogromne zasoby informacji cyfrowej, także multimedialnej, które można wykorzystać do konstruowania obudowy medialnej procesu uczenia się. Powszechność wyposażenia technicznego i dostępność wydajnych połączeń sieciowych daje duże możliwości stosowania przedstawionej techniki, zwłaszcza w kształceniu na odległość.

W ten sam sposób można także bardziej wnikliwie niż dotychczas prowadzić badania testowe. W badaniach tych poza rejestrowaniem rezultatu rozwiązywania zadania można śledzić nie tylko czas wykonywania poszczególnych zadań, ale – co może bardziej wartościowe – proces dochodzenia do rozwiązania, przy takiej konstrukcji zasobu, w której rejestrowany jest wybór określonej ścieżki – strategii rozwiązywania, wskaźnikowany przez sięganie do określonych modułów treści.

## Bibliografia

- Babbie, E. (2008). *Podstawy badań społecznych*. W: Betkiewicz i in. (tłum.). Warszawa.
- Brzeziński, J. (2007). *Metodologia badań psychologicznych*. Warszawa.
- Gagne, R.M., Briggs, L.J., Wager, W.W. (1992). *Zasady projektowania dydaktycznego*. K. Kruszewski (tłum.). Warszawa.
- Hurlock, E.B. (1985). *Rozwój dziecka*. B. Hornowski, K. Lewandowska, B. Rosemann (tłum.). Warszawa.
- Stachura, A. (2003). Wirtualny podręcznik – własności i sposób wykorzystania. W: K. Denek, F. Bereźnicki, J. Świrko-Pilipczuk (red.). *Proces kształcenia i jego uwarunkowania*. Szczecin.
- Stachura, A. (2005). Diagnostowanie procesu uczenia się w kształceniu wspomaganym komputerowo. W: K. Wenta, E. Perzycka (red.). *Diagnoza pedagogiczno-psychologiczna wobec zagrożeń transformacyjnych*. Szczecin.
- Zimny, Z.M. (2000). *Metodologia badań społecznych*. Częstochowa.
- Zimny, T.M., Stachura, A. (1997). Podręcznik do zindywidualizowanego kształcenia matematycznego. Propozycja sposobu realizacji i stosowania. W: T.M. Zimny (red.). *Oświata na wirażu*. Częstochowa – Poznań.

## Streszczenie

W artykule przedstawiono metodę badania procesu uczenia się, rozumianego jako ciągła zmiana psychicznych własności umysłu ucznia. Z uwagi na małe możliwości prowadzenia ciągłej obserwacji w warunkach klasy szkolnej wiele ważnych zjawisk związanych z uczeniem się pozostaje niezbadanych.



Jak wykazano na przykładzie prostej diagnozy, zachowanie ciągłości obserwacji jest możliwe przy wykorzystaniu komputerów. Gdy treści kształcenia są podawane jako interaktywny hipertekstowy zasób i działania studentów związane z korzystaniem z tego zasobu są rejestrowane, badacz może uzyskać ciągły ogląd procesu przyswajania treści.

Proponowana technika wymaga: 1) treści kształcenia, przygotowanych jako hierarchicznie ustrukturyzowany zasób (w postaci dokumentów HTML, podobnie jak strona WWW); 2) sali wyposażonej w komputery (po jednym dla ucznia), w której prowadzona jest lekcja (można także wykorzystać zasób jako część procesu indywidualnego samokształcenia); 3) serwera, dostarczającego treść zasobu uczniom i dokładnie rejestrującego, który uczeń korzystał z której części zasobu w jakim czasie (w omawianym przykładzie użyto serwera HTTP Apache).

Po zarejestrowaniu danych można przeprowadzać rozmaite analizy działań uczniów na lekcji. Przykładowe wyniki zostały zaprezentowane w postaci grafów obrazujących aktywność uczniów.

## Summary

The article presents a method of investigating learning process regarded as continuous change of certain psychological properties of the student's mind. Because of the lack of possibility to conduct continuous observation in the classroom, many of important learning factors remains unknown.

It is possible, as proved by simple diagnostic case, to observe the continuity of view by frequent repeating single observations using computer technology. When learning content is presented as an interactive hypertext and all students' actions connected with that content are logged, the researcher can take continuous view at the process of learning.

The proposed technique requires: 1) learning content, prepared as hierarchically structured resource (a set of HTML documents, just as WWW page); 2) a classroom equipped with computers (one terminal per student), where lesson is conducted (it is also possible to use the resource individually, as a part of self-training); 3) a server facility, serving the content to the students and thoroughly recording: which student requested what part of the resource in what time (in the example presented, the Apache http server was used).

After recording data, it is possible to conduct analyses regarding students' actions during the lesson. Examples of these outcomes are presented in form of graphs, visualising students' activities during the lesson.