

Rozdział 19

System ekspertowy diagnostyczny oparty o test z Wisconsin WCST

Streszczenie. W rozdziale przedstawiono zagadnienia związane z projektowaniem i architekturą systemu ekspertowego opartego o Test Sortowania Kart z Wisconsin WCST. W pracy zaprojektowano skrypty związane z rejestracją i autoryzacją użytkowników, system wprowadzania i zapisu wiedzy w bazie wiedzy oraz generator plików XML archiwizujący informacje diagnostyczne.

1 Wstęp

Wiedza dotycząca podstaw teoretycznych oraz szerokiego spektrum zastosowań systemów eksperckich jest ogromna. W odniesieniu do szeroko rozumianej medycyny, należy wyraźnie stwierdzić, iż żaden szanujący się Wydział Medyczny Uniwersytetu nie może prowadzić procesu dydaktycznego, a tym bardziej badań bez wsparcia tych procesów systemami eksperckimi dziedzinowymi. Część tych systemów jest oparta o tzw. Wiedzę regałową, z kolei inne systemy z racji swej specyfiki budowane są z wykorzystaniem metod i narzędzi sztucznej inteligencji. Można z całą pewnością stwierdzić, iż w Europie mamy obecnie ponad 40 tego rodzaju systemów, w tym systemów z zakresu szeroko pojętej psychologii, czy psychiatrii. Do klasy systemów medycznych można między innymi zaliczyć takie systemy, jak: POEMS, VIE-PNN, NEOGANESH, VentEx, SETH, Becton Dickinson Laboratory System, Coulter FACULY, Dose Checker, GermAlert, Germwatcher, Hepaxpert I,II, Liporap, PEIRS, Puff, SahmAlert, Pro. M. D.-CSF-DIAGNOSTYKA: Cancer, me? (edukacyjny), ADE (Adverse Event Drug), Apache III, MSO, Perfex (imaging); diagnostyczne: DXplain, Epileptologists Assistant (epilepsja), Jeremiah (stomatologia). Należy podkreślić również doświadczenia autorów w budowie systemu ekspertowego, klasy systemu diagnostycznego, opartego na zespole opartego o zespół amnestyczny Korsakowa na potrzeby jednego z oddziałów szpitala psychiatrycznego. System oparty jest o bazę regałową i zbudowany na platformie VISUAL PROLOG.

Jednym z ważniejszych procesów poznawczych człowieka, w zdecydowanym stopniu warunkującym przebieg innych czynności psychicznych, jest pamięć. Umożliwia ona nie tylko przyswajanie nowych wiadomości, czy też przypominanie faktów nierozzerwalnie związanych z przeszłością, ale także automatyczne wykonywanie wyuczonych czynności.

Sławomir Wiak, Maria Dems, Jarosław Graczyk
Politechnika Łódzka, Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych, ul. Stefanowskiego 18/22,
90-924 Łódź, Polska
email:{mdems, wiakslaw}@p.lodz.pl

S. Wiak, M. Dems, J. Graczyk

Neuropsychologiczne badania osób z uszkodzeniami mózgu w znacznym stopniu przyczyniają się do uzyskania szeregu informacji na temat fenomenu pamięci. Badania te prezentują różnorodne zaburzenia pamięci w zależności od miejsca oraz stopnia uszkodzenia mózgu. Wyniki tych obserwacji umożliwiają między innymi określenie związku pomiędzy uszkodzeniem określonych struktur mózgu a zaburzeniami określonego rodzaju pamięci, czy też określonej funkcji pamięci.

Standardowym narzędziem stosowanym w diagnozie neuropsychologicznej do pomiaru funkcji wykonawczych osób badanych jest Test Sortowania Kart z Wisconsin (*ang. Wisconsin Card Sorting Test - WCST*). Polega on przede wszystkim na przyporządkowywaniu do wzorca odpowiednich kart odpowiedzi, zawierających figury geometryczne różniące się od siebie kształtem, barwą oraz liczbą zaprezentowanych elementów. Każda taka karta odpowiedzi może pasować do karty wzorcowej ze względu na jeden, dwa lub trzy wymienione wyżej parametry. W przypadku poprawnego rozpoznania kryterium reakcji, osobie badanej pozwala się na poprawne ułożenie kilku kolejnych kart odpowiedzi, po czym bez jakiegokolwiek komentarza bądź wskazówki następuje zmiana zasady rozkładania kart.

Rozwiązywanie testu WCST wymaga więc od badanego utrzymania w pamięci bezpośredniej informacji na temat aktualnie przyjętego kryterium, potencjalnie możliwych wyborów oraz wykonania planu rozwiązania zadania. Otrzymane wyniki umożliwiają m.in. wykrycie tzw. perseweracji, stanowiącej istotny wskaźnik dysfunkcji czołowej oraz szereg innych wskaźników opisujących stan psychiczny osoby badanej.

Podstawowym założeniem wynikającym z zaproponowanego tematu badawczego jest wsparcie od strony technicznej społeczności psychologów wykonujących skomplikowane obliczenia podczas przeprowadzania testu kart z Wisconsin. Projektowany system ekspertowy stanowi narzędzie diagnostyczne, umożliwiające uzyskanie na podstawie wyników, niezbędnych wskaźników, pozwalających na rozpoznanie występujących w pamięci badanego określonych dysfunkcji. Ponieważ interpretacja otrzymywanych wskaźników WCST jest kwestią niezwykle złożoną, tak więc zaprezentowana aplikacja ogranicza się jedynie do wygenerowania odpowiednich rozwiązań w postaci standaryzowanych i procentowych danych liczbowych. Otrzymane wyniki będą przedstawiane w sposób tabelaryzowany, nie mniej jednak zawierający wszystkie niezbędne informacje dotyczące badanej osoby.

Dzięki uprzejmości pana prof. dr hab. med. Antoniego Florkowskiego z Kliniki Psychiatrii Dorosłych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi udostępniono materiały niezbędne do zaprojektowania i wykonania opisywanego systemu ekspertowego.

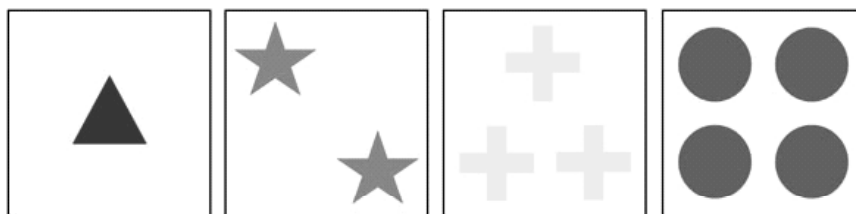
Głównym celem przedstawionej pracy jest zaprojektowanie i wykonanie systemu ekspertowego opartego o Test Sortowania Kart z Wisconsin WCST.

Cele szczegółowe:

- zaprojektowanie i zrealizowanie bazy danych umożliwiającej przechowywanie informacji dotyczących zarówno użytkowników, jak również osób badanych;
- zaprojektowanie i wprowadzenie niezbędnej do funkcjonowania systemu ekspertowego bazy wiedzy;
- zaprojektowanie i wykonanie skryptów odpowiedzialnych za proces rejestracji i autoryzacji użytkowników;
- zaprojektowanie i wykonanie systemu wprowadzania wyników i obliczania wskaźników przeprowadzanych testów WCST;
- zaprojektowanie i wykonanie generatora plików XML archiwizujących zgromadzone informacje diagnostyczne.

2 Test Sortowania Kart z Wisconsin – WCST (Wisconsin Card Sorting Test)

Test Sortowania Kart z Wisconsin – WCST (Wisconsin Card Sorting Test) to klasyczny test stosowany w diagnostyce neuropsychologicznej przeznaczony do badania osób dorosłych. W Polsce znormalizowano go dla populacji osób w wieku 21 – 79 lat. WCST zyskał na świecie ogromną popularność jako narzędzie stosowane w diagnostyce neuropsychologicznej. Informacje z badań amerykańskich sugerują możliwość wykorzystywania testu w diagnozowaniu funkcji wykonawczych u osób z uszkodzeniem mózgu, choć nakazują jednocześnie ostrożność w interpretowaniu wyników” [7]. Osobie badanej prezentuje się cztery karty wzorcowe, na których znajduje się jeden czerwony trójkąt, dwie zielone gwiazdki, trzy żółte krzyże oraz cztery niebieskie koła – rys. 1.



Rys. 1. Cztery wzorcowe karty wykorzystywane w teście WCST

Następnie osobie tej przedstawia się dwie talie identycznych kart (po 64 karty w każdej talii), które musi rozłożyć wg trzech możliwych kryteriów: koloru (barwy), kształtu i liczby elementów. Po każdorazowym rozłożeniu karty badający informuje osobę badaną czy dobrze, czy też źle ułożył daną kartę. W przypadku poprawnego rozpoznania kryterium reakcji osobie badanej pozwala się na poprawne ułożenie kilku kart, po czym następuje zmiana zasady rozkładania kart, bez uprzedniej informacji o zmianie kryterium. Zmiana kryterium następuje po dziesięciu kolejnych poprawnych odpowiedziach badanego. Zakończenie badania następuje po poprawnym ułożeniu sześciu kategorii (dwa razy po trzy kategorie: barwa, kształt, liczba elementów, barwa, kształt, liczba elementów) lub po wykorzystaniu wszystkich 128 kart” [7]. Każdą odpowiedź podawaną przez badanego można ocenić z punktu widzenia trzech odrębnych aspektów. Odpowiedź może być:

- poprawna – niepoprawna,
- jednoznaczna – niejednoznaczna,
- perseweracyjna – nieperseweracyjna.

Poprawna – niepoprawna

Odpowiedź, która jest zgodna z aktualnym kryterium sortowania, uważana jest za poprawną, natomiast odpowiedź nie pasująca do niego, czyli błędna, oceniana jest jako niepoprawna. Po każdej odpowiedzi badanego badający udziela informacji zwrotnej mówiącej, czy odpowiedź jest poprawna, czy niepoprawna, w zależności od tego czy jest zgodna z aktualnym kryterium sortowania. Zadania, w których badany udzielił poprawnej odpowiedzi, badający numeruje w trakcie przeprowadzania badania.

S. Wiak, M. Dems, J. Graczyk

Jednoznaczna – niejednoznaczna

Odpowiedź, która pasuje do karty wzorcowej ze względu na jedną i tylko jedną cechę, określa się jako odpowiedź jednoznaczna. Gdy karta odpowiedzi pasuje do karty wzorcowej ze względu na jedną i tylko jedną właściwość wzorca, to kryterium dopasowania, które zastosował badany, jest oczywiste i jednoznaczne dla badającego. Na przykład, jeśli karta odpowiedzi, na której są trzy czerwone koła, zostaje dopasowana do karty wzorcowej, na której znajduje się jeden czerwony trójkąt, to jest oczywiste, że dopasowano ją ze względu na Barwę. Bardzo często zdarza się, że karta odpowiedzi pasuje do karty wzorcowej ze względu na więcej niż jeden wymiar bodźca. Przykładem może być sytuacja, gdy karta odpowiedzi, na której są trzy czerwone trójkąty zostaje dopasowana do karty wzorcowej z jednym czerwonym trójkątem. W takiej sytuacji dla badającego jest niejasne (czyli niejednoznaczne) czy badany dopasowuje ją ze względu na Barwę, czy Kształt. Odpowiedź, która pasuje do karty wzorcowej pod względem dwóch lub więcej cech, uważa się więc za odpowiedź niejednoznaczna.

Wymiar jednoznaczna – niejednoznaczna jest niezależny od tego, czy odpowiedź jest poprawna, czy też błędna. Rejestrując w trakcie badania, i to dla każdego zadania, wszystkie cechy, które są takie same na kartach odpowiedzi i na kartach wzorcowych, po zakończeniu badania testem można dokładnie określić, które odpowiedzi są jednoznaczne, a które nie.

Perseweracyjna – nieperseweracyjna

Jeśli udzielając odpowiedzi badany uparczywie uwzględnia cechę wzorca aktualnie niewłaściwą, to o takiej odpowiedzi mówi się, że „perseweruje do” danego kryterium i określa się ją jako perseweracyjną. Badani mogą persewerować do Barwy, Kształtu lub Liczby. Odpowiedzi ocenia się jako perseweracyjne bez względu na to czy są poprawne, czy niepoprawne. Odpowiedzi, które nie pasują do persewerowanego kryterium, określa się jako nieperseweracyjne.

Rodzaje wskaźników i ich obliczanie

Do postawienia odpowiedniej diagnozy wynikającej z przeprowadzonego testu WCST niezbędne jest zastosowanie tzw. wskaźników obliczanych na podstawie otrzymanych rozwiązań. Obliczenia te wykonywane za pośrednictwem wypełnionych arkuszy zapisów tuż po zakończeniu wykonywania testu, a ich wyniki porównywane są następnie z odpowiednimi normami zależnymi od wieku badanej osoby.

- 1) Liczba Przeprowadzonych Prób (LPP) – wskaźnik niezbędny do obliczenia innych wskaźników (Procent Błędów PB, Procent Odpowiedzi Perseweracyjnych POP, Procent Błędów Perseweracyjnych PBP, Procent Błędów Nieperseweracyjnych PBN, Procent Odpowiedzi Pojęciowych PODP). Oznacza liczbę prób przeprowadzonych w toku całego badania, sam nie podlega interpretacji.
- 2) Liczba Poprawnych Ogółem (LPO) – liczba poprawnych odpowiedzi. Również nie podlega interpretacji.
- 3) Liczba Błędów Ogółem (LBO) – liczba błędnych odpowiedzi.
- 4) Procent Błędów (PB) – procent błędów obliczany od Liczby Przeprowadzonych Prób ($LBO/LPP \cdot 100$). Ten wskaźnik ma zastosowanie w pracach badawczych, w których trzeba kontrolować liczbę przeprowadzonych prób. Nie zaleca się wykorzystywania go do celów klinicznej interpretacji WCST, ponieważ jest to wynik skorygowany, uwzględniający miarę ogólnego sukcesu w teście (tzn. liczbę prób potrzebnych do ukończenia WCST).

- 5) Odpowiedzi Perseweracyjne (OP) – liczba prób oznaczonych po zakończeniu testu jako perseweracyjne.
- 6) Procent Odpowiedzi Perseweracyjnych (POP) – procent obliczany od Liczby Przeprowadzonych Prób ($OP/LPP \cdot 100$). Podobnie jak Procent Błędów również ma zastosowanie w pracach badawczych, ale nie zaleca się wykorzystywania go do celów klinicznej interpretacji.
- 7) Błędy perseweracyjne (BP) - liczba Błędów Ogółem i jednocześnie Odpowiedzi Perseweracyjnych.
- 8) Procent Błędów Perseweracyjnych (PBP) – procent Błędów Perseweracyjnych obliczany od Liczby Przeprowadzonych Prób ($BP/LPP \cdot 100$). Odzwierciedla „gęstość”, czyli koncentrację BP.
- 9) Błędy Nieperseweracyjne (BN) – liczba błędnych prób z wykluczeniem tych, które oznaczone zostały jako perseweracyjne.
- 10) Procent Błędów Nieperseweracyjnych (PBN) – procent Błędów Nieperseweracyjnych obliczany od Liczby Przeprowadzonych Prób ($BN/LPP \cdot 100$). Również wykorzystywany w pracach badawczych.
- 11) Odpowiedzi Pojęciowe (ODP) – z odpowiedziami pojęciowymi mamy do czynienia wtedy, gdy kolejno występują poprawne odpowiedzi w seriach po trzy lub więcej z kolei. Określa się je jako odpowiedzi pojęciowe, ponieważ można przyjąć, że po to, aby dokonać trzech lub więcej kolejnych poprawnych dopasowań, niezbędny jest pewien wgląd w strategię poprawnego sortowania.
- 12) Procent Odpowiedzi Pojęciowych (PODP) – procent Odpowiedzi Pojęciowych obliczony od Liczby Przeprowadzonych Prób ($ODP/LPP \cdot 100$). Przypuszczalnie odzwierciedla wgląd w zasady poprawnego sortowania.
- 13) Liczba Zliczonych Kategorii (LZK) – jest to liczba kategorii (czyli sekwencja 10 kolejnych poprawnych wyborów pasujących do kryterium sortowania), które badany pomyślnie wykonał w trakcie badania testem. Wyniki mogą wahać się od 0 (minimum) do 6 (maksimum).
- 14) Próby Przeprowadzone do Momentu Zaliczenia Pierwszej Kategorii (PPMZ) – liczba prób przeprowadzonych do momentu zaliczenia pierwszej kategorii stanowi wskaźnik początkowej konceptualizacji, przed wymaganą zmianą nastawienia. Rzadko zdarza się, aby badany wykorzystał wszystkie 128 kart i nie zaliczył pierwszej kategorii. W tych rzadkich przypadkach, w których badany nie kończy pierwszej kategorii, wynik surowy Prób Przeprowadzonych do Momentu Zaliczenia Pierwszej Kategorii wynosi 129.
- 15) Porażka w Utrzymaniu Nastawienia (PUN) – występuje wtedy, gdy badany dokonuje po kolei pięciu lub więcej poprawnych sortowań, a następnie robi błąd, zanim pomyślnie zaliczy daną kategorię. Nie traktuje się jako porażki w utrzymaniu nastawienia sytuacji, w której pod koniec badania testowego badany poprawnie dopasował pięć lub więcej kart i po prostu skończyły mu się karty po wykonaniu 128 prób.
- 16) Uczenie się Uczenia (UU) – ten wskaźnik odzwierciedla przeciętną zmianę w skuteczności, z jaką badany tworzy pojęcia, przechodząc przez kolejne kategorie (etapy) w WCST. W celu obliczenia tego wskaźnika należy wykonać kolejno 4 kroki:
 - a) Pierwszy krok polega na stwierdzeniu, czy możliwe jest obliczenie wyniku w zakresie Uczenia się Uczenia. Aby to zrobić, należy ustalić liczbę kategorii, które zostały zaliczone lub podjęte. Uważa się, że kategoria została podjęta, jeśli przeprowadzono co najmniej 10 prób w jej ramach.

Wynik Uczenia się Uczenia można obliczać tylko dla tych badanych, którzy ukończyli trzy lub więcej kategorii lub którzy ukończyli dwie kategorie i podjęli

S. Wiak, M. Dems, J. Graczyk

trzecią. Jeśli liczba kategorii zaliczonych lub podjętych jest mniejsza niż trzy to wyniku Uczenia się Uczenia nie można obliczyć.

- b) Dla każdej ukończonej lub podjętej kategorii należy policzyć procent błędów. Aby to zrobić, należy najpierw policzyć próby przeprowadzone w ramach każdej kategorii (i dla każdej kategorii wpisać liczbę prób).

Następnie trzeba policzyć błędy popełnione w obrębie każdej kategorii i wreszcie dla każdej kategorii należy obliczyć procent błędów, dzieląc liczbę błędów popełnionych w ramach danej kategorii przez liczbę prób składających się na tę kategorię i mnożąc otrzymany rezultat przez 100. Otrzymany wynik zaokrąglamy do części setnych.

- c) Dla każdej kolejnej pary sąsiadujących kategorii, czyli dla kolejnych etapów, należy obliczyć różnicę w procencie błędów.

Aby to zrobić, należy od procentu błędów dla kategorii 1 (Barwa) odjąć procent błędów dla kategorii 2 (Kształt); następnie od procentu błędów dla kategorii 2 (Kształt) należy odjąć procent błędów dla kategorii 3 (Liczba). Proces należy przeprowadzić dla wszystkich zaliczonych kategorii.

- d) W końcu, wyniki, którymi są różnice w procencie błędów, należy zsumować, podzielić tę sumę przez liczbę zsumowanych wyników i zaokrąglić otrzymany wynik do części setnych.

Dodatni wynik Uczenia się Uczenia wskazuje na poprawę skuteczności w kolejnych etapach (kategoriach), przypuszczalnie dzięki uczeniu się.

- e) Większość badanych uzyskuje wynik ujemny, ponieważ do obliczeń włączona jest różnica w procencie błędów między kategorią 1 a kategorią 2. Włączenie tej pierwszej różnicy sprawia, że niełatwo jest uzyskać dodatni wynik w Uczeniu się Uczenia ze względu na trudność w dokonaniu pierwszej zmiany nastawienia.

Tabela 1. Tabela do obliczania wyniku Uczenia się Uczenia

Tabela do Obliczania Wyniku Uczenia się Uczenia z przykładowymi wynikami				
Numer kategorii	Liczba prób	Błędy	Procent błędów	Różnica procentu błędów
1	12	2	16,67	
2	19	7	36,84	-20,17
3	21	8	38,10	-1,26
4	24	11	45,83	-7,73
5	35	11	31,43	14,40
6	17	10	58,82	-27,39
Przeciętna różnica				-8,43

Źródło: Heaton R.K., Chelune G.J., Talley J.L., Kay G.G., Curtiss G.; *Test sortowania kart z Wisconsin (WCST)*; Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego; Warszawa 2002; str. 43

Ocena i interpretacja wyników

Dla oceny wyniku należy odwołać się do norm. Mogą to być normy dla grupy wieku odpowiadającej wiekowi osoby badanej (występuje tutaj osiem przedziałów wiekowych m.in. 21-30 lat, 31-40 lat, 41-50 lat, 51-54 lat, 55-64 lat, 65-69 lat, 70-74 lat i 75-79 lat) lub normy dla osób w wieku pełnej aktywności zawodowej (jeden przedział wiekowy, a mianowicie 21-54 lata). Odnosząc wynik osoby badanej do norm odpowiadających jej wiekowi, możemy uzyskać odpowiedź na pytanie, jak wypada ona na tle ogólnej populacji swoich rówieśników. Zwykle przyjmuje się że wyniki leżące w granicach jednego odchylenia standardowego od średniej są przeciętne. Normy dla osób w wieku pełnej aktywności zawodowej odzwierciedlają poziom wykonania w populacji osób w wieku 21-54 lata.

Jest to wiek, w którym 80% populacji jest aktywne zawodowo. Odnosząc wyniki osoby badanej do norm możemy ocenić, jak wypada ona na tle osób aktywnych zawodowo. Taka ocena może być ważna, gdy rozważamy możliwość podjęcia pracy zawodowej przez osobę badaną, a więc gdy chcemy odpowiedzieć na pytanie czy poziom zdolności rozumowania abstrakcyjnego odpowiada takiemu, jaki charakteryzuje osoby pracujące. Interpretować można dziesięć różnych wyników (wskaźników), dla których opracowano normy. Warto jednak pamiętać, że najniższą rzetelnością i trafnością charakteryzuje się Porażka w Utrzymaniu Nastawienia. Natomiast najlepszą miarą funkcjonowania intelektualnego okazały się Liczba Błędów Ogółem, Procent Odpowiedzi Pojęciowych i Liczba Zaliczonych Kategorii. Te trzy wskaźniki (wraz z Odpowiedziami Perseweracyjnymi i Błędami Perseweracyjnymi) można traktować jako miarę funkcji wykonawczych” [7].

3 Charakterystyka wykonanej aplikacji

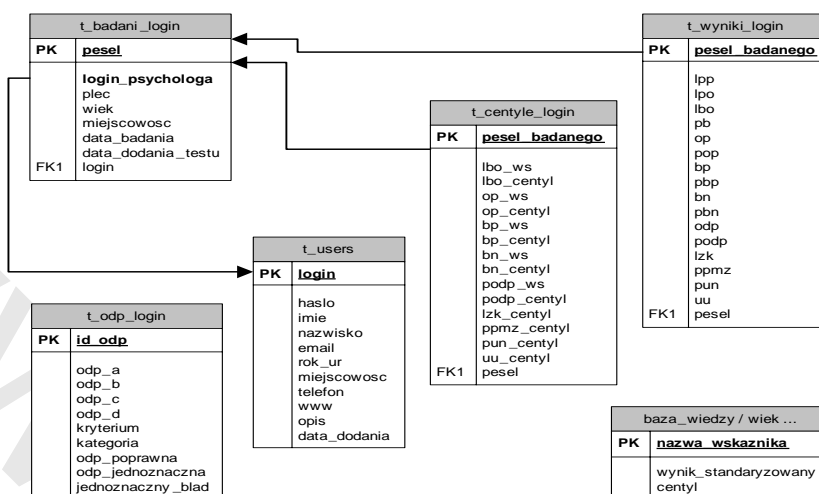
Środowisko programistyczne

Prezentowany system ekspertowy został wykonany w środowisku PHP, przeznaczonym przede wszystkim do tworzenia aplikacji internetowych. Do tak stworzonego środowiska należy jeszcze dodać serwer bazy danych stanowiący zarówno źródło pozyskiwania wiedzy dla systemu ekspertowego, jak również kontener do zapisywania danych wykorzystywanych m.in. w procesie rejestracji. Ze względu na szerokie możliwości systemu oraz bardzo dobrą wydajność w tworzonej aplikacji zastosowany zostanie serwer PostgreSQL [13], [14]. Oprócz przedstawionych powyżej technologii, do budowy ogólnej struktury strony internetowej wykorzystano jeden z najpopularniejszych systemów szablonów - Smarty. Takie rozwiązanie umożliwia przede wszystkim odseparowanie treści i logiki serwisu WWW od skonstruowanej warstwy prezentacyjnej, zwiększając w ten sposób czytelność napisanego kodu [1], [2], [3], [4], [5], [6], [8], [9], [10], [11], [12], [15].

Schemat bazy danych

Zaprojektowana baza danych jest bazą dosyć charakterystyczną, ponieważ ilość tabel w niej występujących ściśle zależy od ilości zarejestrowanych w bazie użytkowników. Takie rozwiązanie było niezbędne ze względu na dość rozbudowany algorytm obliczania wskaźników testu WCST.

S. Wiak, M. Dems, J. Graczyk



Rys. 2. Schemat bazy danych stworzonej aplikacji

Tabele te można zatem przedstawić w następujący sposób: *t_badani_login*, *t_odp_login*, *t_wyniki_login* oraz *t_centyle_login*, gdzie słowo *login* oznacza nic innego jak niepowtarzalną nazwę danego użytkownika. Oprócz tabel przedstawionych powyżej występuje również tabela przechowująca dane wszystkich użytkowników (*t_users*) oraz tabele z tzw. bazy wiedzy zawierające normy wskaźników dla badanych z poszczególnych grup wiekowych.

Zarówno menu górne, jak również menu boczne tworzone jest w sposób dynamiczny zależny od ustawionej zmiennej sesyjnej. Sekcja body także wyświetlana jest w sposób dynamiczny, jednakże w tym wypadku całkowicie zależny od rodzaju akcji wykonanej przez użytkownika systemu.

Wisconsin Card Sorting Test
Test Sortowania Kart z Wisconsin

Strona Startowa | Formularz rejestracyjny

LOGOWANIE

Login:

Hasło:

Podstawowe dane użytkownika

☐ Pole login musi zawierać od 4 do 20 znaków !!!
☐ Pole hasło musi zawierać od 6 do 20 znaków !!!
☐ Imię i nazwisko rejestrującej się osoby musi zostać podane !!!
☐ Email kontaktowy z rejestrującą się osobą musi zostać podany !!!

Login:
 Hasło:
 Potwierdzenie hasła:
 Imię:
 Nazwisko:
 E-mail:
 Rok urodzenia:
 Miestowosc:
 Telefon:
 WWW:
 Opis:

Rys. 3. Strona zawierająca formularz rejestracyjny

Dynamicznie generowana zawartość okna aplikacji, przedstawionego na rysunku następnym, zawiera między innymi formularz pozwalający na wprowadzanie odpowiedzi uzyskanych od badanego. Formularz ten składa się z sześciu pól, z których początkowe informuje o numerze uzupełnianego zaznaczenia, cztery środkowe stanowią tzw. *checkbox*-y służące

do wprowadzania kolejnych odpowiedzi, które następnie zatwierdzane są znajdującym się w ostatnim polu przyciskiem.

Lp.:	BARWA	KSZTAŁT	LICZBA	INNE	KAT.
1	-	✓	✓	-	BARWA
2	-	✓	-	-	BARWA
3	✓	✓	-	-	BARWA
4	✓	✓	✓	-	BARWA
5	-	✓	-	-	BARWA
6	-	-	-	✓	BARWA
7	✓	-	-	-	BARWA
8	✓	✓	-	-	BARWA

Rys. 4. Strona z głównym formularzem testu oraz przykładowymi odpowiedziami

Wszystkie aktualne kryteria sortowania (\$kategoria) ponumerowane są cyframi od 1 do 6, kolejno oznaczającymi: BARWA, KSZTAŁT, LICZBA, BARWA, KSZTAŁT, LICZBA. W momencie, gdy zmienna \$kategoria przyjmie wartość równą liczbie 6, oznaczającą wystąpienie po raz drugi kryterium LICZBA, z bazy danych sczytywanych jest dziesięć ostatnich rekordów występujących w kolumnie odp_poprawna. Wartości występujące we wszystkich tych rekordach porównywane zostają następnie z wartością „t” oznaczającą logiczną prawdę (true). Jeśli odp_poprawna przyjmuje wartość true to zmienna \$good zostaje zwiększona o 1, w przeciwnym wypadku zmiennej tej przypisywana jest wartość 0.

W kolejnej linii sprawdzana jest wartość prezentowana przez zmienną \$good. Jeżeli osiągnęła ona wartość 10 (oznaczającą dziesięć kolejnych poprawnych odpowiedzi w kategorii szóstej) to zmiennej \$end przypisywana jest logiczna wartość true oznaczająca koniec wykonywania testu. W przeciwnym wypadku wartość ta ustawiana jest na logiczny fałsz (false). Ostatnia linia przedstawionego kodu niszczy obiekt typu resource oraz zwalnia pamięć, jaką ten obiekt zajmował.

Podczas tworzenia algorytmu wykorzystywanego później przy obliczaniu wskaźników przeprowadzanego testu WCST, największe trudności pojawiły się przy rozwiązywaniu problemu dotyczącego perseweracji. Poniższy fragment kodu przedstawia algorytm umożliwiający obliczenie wskaźnika perseweracji w pierwszej kategorii.

Listing 4.3

```

01 if ($data[$i]->kategoria == 1){ // przypadek pierwszy
02     $zm = 0;
03     if($data[$i]->jedn_blad != "-" && $j_b_z == false){
04         $pers_kryt = $data[$i]->jedn_blad;
05         $pers = "f";
06         $j_b_z = true;
07         $zm = 1;
08     }
09     if ($data[$i]->jedn_blad == $pers_kryt && $zm == 0){

```

S. Wiak, M. Dems, J. Graczyk

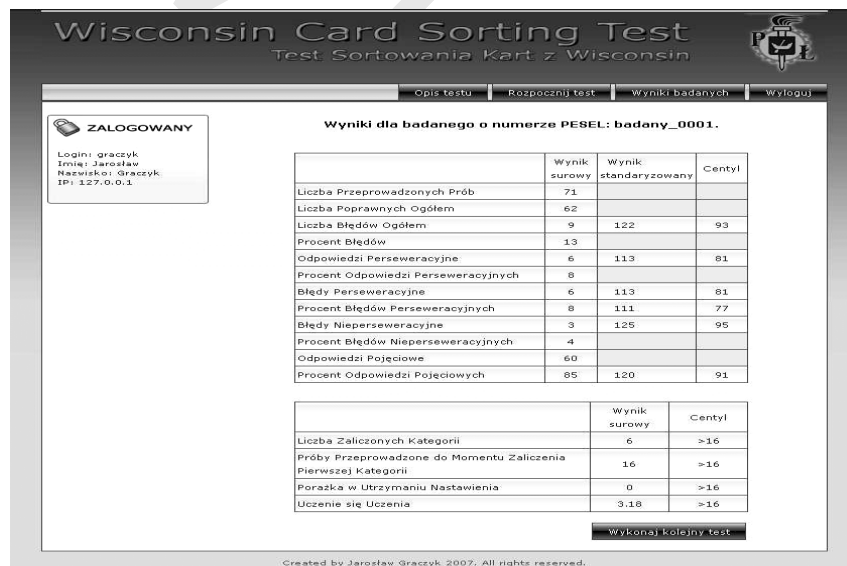
```

10      $pers = "t";
11      if ($data[$i]->odp_popr == "f") $blad_pers = "t";
12      }
13      else {
14          $pers = "f";
15          $blad_pers = "f";
16      }
17 }

```

Algorytm ten oparty jest na tablicy wielowymiarowej, do której poprzez zapytanie SQL i instrukcję `pg_fetch_array()` wprowadzono wszystkie uzyskane informacje z tabeli `t_odp_login`. Po zakończeniu wprowadzania do formularza całego arkusza odpowiedzi badanego, następuje podsumowanie przeprowadzonych operacji. Wyświetlona zostaje cała tabela z uzupełnionymi uprzednio wartościami i przyciskiem umożliwiającym pokazanie otrzymanych wyników testu (rys. 5).

Na rys. 6 zaprezentowano stronę archiwum, umożliwiającą wyświetlenie informacji dotyczących wszystkich przeprowadzonych przez danego użytkownika testów psychologicznych. Strona ta pozwala również na wygenerowanie pliku XML zawierającego te same dane, które aktualnie wyświetlane są w przeglądarce internetowej.



Rys. 5. Strona zawierająca tabele z otrzymanymi wskaźnikami

The screenshot shows the 'Wisconsin Card Sorting Test' interface. At the top, there's a navigation bar with 'Opis testu', 'Rozpocznij test', 'Wyniki badanych', and 'Wyloguj'. Below this, a 'ZALOGOWANY' box shows user details: Login: graczyk, Imię: Jarosław, Nazwisko: Graczyk, IP: 127.0.0.1. To the right, a 'Zaloguj' button is visible. Below the login box, there's a 'wybierz' dropdown and a 'Zaloguj' button. The main content area displays test results for 'badany_0001', a female, 25 years old, from Łódź, tested on 2007-07-07 and 2007-09-07. Two tables are shown: one for overall test results and another for category-specific results. At the bottom right, there's a 'Generuj plik XML' button.

	Wynik surowy	Wynik standaryzowany	Centyl
Liczba Przeprowadzonych Prób	71		
Liczba Poprawnych Ogółem	62		
Liczba Błędów Ogółem	9	122	93
Procent Błędów	13		
Odpowiedzi Perseweracyjne	6	113	81
Procent Odpowiedzi Perseweracyjnych	8		
Błędy Perseweracyjne	6	113	81
Procent Błędów Perseweracyjnych	8	111	77
Błędy Nieperseweracyjne	3	125	95
Procent Błędów Nieperseweracyjnych	4		
Odpowiedzi Pojęciowe	60		
Procent Odpowiedzi Pojęciowych	85	120	91

	Wynik surowy	Centyl
Liczba Zaliczonych Kategorii	6	>16
Próby Przeprowadzone do Momentu Zaliczenia Pierwszej Kategorii	16	>16
Porażka w Utrzymaniu Nastawienia	0	>16
Uczenie się Ucznia	3.18	>16

Rys. 6. Strona archiwum, wyświetlająca wyniki wcześniej przeprowadzonych testów

4 Podsumowanie

System ekspertowy zaproponowany przez autorów realizuje w pełni wszystkie założone cele. Zbudowana aplikacja umożliwia między innymi wprowadzanie, obliczanie, przechowywanie oraz archiwizowanie przez psychologów indywidualnie uzyskanych wyników z przeprowadzanych badań diagnostycznych. Autorzy niniejszej pracy główny wysiłek skierowali na oprogramowanie systemu wspomagającego pracę lekarza, przyjmując za standardowe metody pozyskiwania i zapisu wiedzy w klasycznych systemach opartych o wiedzę regałową.

Podczas projektowania opisywanego systemu ekspertowego zostały wzięte pod uwagę wszystkie wytyczne zaprezentowane w rozdziale 2. Stworzone zostały skomplikowane algorytmy umożliwiające obliczanie takich wskaźników jak „odpowiedzi perseweracyjne”, „odpowiedzi pojęciowe”, „porażka w utrzymaniu nastawienia”, czy też „uczenie się ucznia”. Uzyskiwane w ten sposób wskaźniki zapisywane są następnie do bazy danych, jako wyniki surowe, przeznaczone do pozyskiwania wyników standaryzowanych oraz procentowych danych liczbowych (centyli).

Literatura

1. Andrew Rachel, „CSS. Antologia. 101 wskazówek i trików”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
2. Bargieł Daniel, „PHP5. Kompendium webmastera”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
3. Bergmann Sebastian, „PHP5. Profesjonalne tworzenie oprogramowania”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.

S. Wiak, M. Dems, J. Graczyk

4. Coggeshall John, „PHP5. Księga eksperta”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
5. Gutmans Andi, Bakken Stig Saether, Rethans Derick; „PHP5. Tajniki programowania”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
6. Hayder H., Maia J. P., Gheorge L., „Smarty. Szablony w aplikacjach PHP”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007.
7. Heaton R.K., Chelune G.J., Talley J.L., Kay G.G., Curtiss G., „Test sortowania kart z Wisconsin (WCST)”, Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego, Warszawa 2002.
8. Hotzner Steven, „XML: Vademecum profesjonalisty”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2001.
9. Jońca Rafał, „PHP5, Apache i MySQL. Od podstaw”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
10. Lecky-Thompson Edward, Eide-Goodman Heow, Nowicki Steven D., Cove Alec, „PHP5. Zaawansowane programowanie”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
11. Lerdorf Rasmus, Tatroe Kevin, MacIntyre Peter, „PHP5. Programowanie”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2007.
12. Pfaffenberger Bryan, Schafer Steven M., White Chuck, Karow Bill, „HTML, XHTML i CSS. Biblia”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.
13. Podręcznik instalacji motoru baz danych PostgreSQL na platformie Windows XP opracowany przez PC Guard Sp. Akcyjna.
14. Polska strona projektu PostgreSQL (<http://www.postgresql.org.pl>).
15. Sklar David, „PHP5. Wprowadzenie”, Wydawnictwo Helion, Gliwice 2006.