

Andrzej P. Urbański*,
Jerzy R. Nawrocki**

ALGORYTMY SPRAWIEDLIWEJ KWALIFIKACJI UCZNIÓW I STUDENTÓW W SZKOŁACH ŚREDNICH I WYŻSZYCH

Zastosowanie programów komputerowych do przeprowadzania wszelkiego rodzaju kwalifikacji kandydatów w procesach edukacyjnych stało się zupełnie naturalną konsekwencją powiększania się problemów i komplikowania procedur kwalifikacji. W artykule najpierw przedstawiono inspirację dla podjęcia niniejszej pracy, a następnie sformułowania, algorytmiczne rozwiązania i wreszcie doświadczenia implementacyjne kolejnych problemów związanych z organizacją podziału na specjalizacje w uczelni wyższej, przeprowadzeniem naboru do szkół ponadgimnazjalnych oraz przydzieleniem do określonej grupy laboratoryjnej w ramach zajęć w uczelni wyższej..

Computer programs applications in candidates qualifications in education processes becomes a strictly natural consequence of problems growing and qualification procedures complexity. In this paper first we show inspiration of this work, and next formulation, algorithmic solutions and implementation experiences connected to: organizing division to specializations in University education, organizing qualifications of new students to higher schools, and organizing assignments of students to laboratory groups.

Wstęp

Systemy Electronic Commerce, którym powierzamy nasze środki finansowe niekoniecznie są tymi, które zasłużyły na nasze największe zaufanie. Znacznie większym poziomem zaufania obdarzamy te, które pomagają decydować o całym dalszym życiu czy karierze młodych ludzi.

* Instytut Informatyki, Wydział Informatyki i Zarządzania, Politechnika Poznańska, ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań, e-mail: Andrzej.Urbanski@cs.put.poznan.pl, tel./SMS +48 602 125 075

** Instytut Informatyki, Wydział Informatyki i Zarządzania, Politechnika Poznańska...

W niniejszym artykule zajmujemy się takimi systemami, które przeprowadzają różnego rodzaju kwalifikacje związane z edukacją w oparciu o wyrażone przez zainteresowanych preferencje oraz dotychczasowe wyniki nauczania, co zapewnia tytułową „sprawiedliwość” rozstrzygnięć. Konieczność powierzenia tych zadań systemom komputerowym wyniknęła przede wszystkim z przesłanek praktycznych, gdyż algorytmiczne rozstrzygnięcia zapadają wystarczająco szybko do coraz bardziej rosnącej liczby zainteresowanych i związanych z nimi oraz przydzielanymi zasobami danych oraz coraz większych wymagań czasowych.

Co prawda, skoncentrujemy się na samej istocie rozstrzygania problemów kwalifikacji jednak wszystkie przedstawione problemy najlepiej jest rozwiązywać w oparciu o rozproszone terminale integrowane przy użyciu sieci rozległej.

Najpierw zostanie przedstawiona inspiracja dla podjęcia niniejszej pracy, a następnie sformułowania, algorytmiczne rozwiązania i wreszcie doświadczenia wdrożeniowe kolejnych problemów związanych z organizacją podziału na specjalizacje w uczelni wyższej, przeprowadzeniem naboru do szkół ponadgimnazjalnych oraz przydziałem do określonej grupy laboratoryjnej w ramach zajęć w uczelni wyższej. Rozważania pracy kończy podsumowanie.

Inspiracja pracy

Kierunek Informatyka w Politechnice Poznańskiej został uruchomiony w 1976 roku, a większa liczba specjalności została otwarta w połowie lat osiemdziesiątych. Od początku istnienia problemu wyboru specjalności przestrzegano dwóch zasad: każda ze specjalności nie może przyjąć większej liczby studentów niż określono w regulaminie oraz swoboda wyboru specjalności należy do studentów z najwyższą średnią ocen najpierw. Obecnie na jednym roku informatyki studiuje ok. 120 studentów, którzy mogą wybierać spośród 5-ciu specjalizacji. Choć teoretycznie jest możliwe przeprowadzenie kwalifikacji bez użycia algorytmu komputerowego to jednak byłaby to bardzo pracochłonna i nużąca praca. Na potrzeby tej pracy problem ten nazwalismy „Kwalifikacją prostą”.

Nabór do szkół średnich przechodził w Polsce różne fazy rozwoju. Był czas naboru na podstawie egzaminów wstępnych w poszukiwanej szkole i był też czas zgłaszania się kandydatów do najwyżej jednej szkoły naraz. Obecna reforma szkolnictwa przesunęła egzaminy na czas uczęszczania do gimnazjum i proces naboru sprowadziła do konkursu wcześniej uzyskanych wyników, ale z uwzględnieniem indywidualnej oceny tych wyników przez różne szkoły. Umożliwiono jednak, zapewne wzorem uczelni wyższych, jednoczesne zgłaszanie się do wielu szkół. W pierwszym roku obowiązywania nowych zasad (2002) spowodowało to chaotyczny charakter naboru (porównaj [1-22]). Okazało się

bowiem, że z możliwości kandydowania do wielu szkół naraz skorzystali również czołowi uczniowie, którzy na wiele dni blokowali miejsca w kilku szkołach i uniemożliwili przyjęcie w pierwszej fazie, nawet uczniom wybijającym się ponad przeciętność. Wymóg złożenia oryginału świadectwa w ciągu kilku dni od pojawienia się na liście przyjętych powodował, że stopniowo odblokowywały się wolne miejsca nawet w tych najlepszych szkołach i w końcu w większości wygrali ci, którzy zachowali mocne nerwy i odczekali na przyjęcie do wybranej szkoły zamiast nerwowo szukać szkoły, w której wcześniej odblokowały się wolne miejsca. Wielu krytyków tej sytuacji, która znalazła swe odbicie w licznych publikacjach prasowych (odwołujemy się tylko do publikacji w jednej gazecie [1-22]), upatrywało winę w zbyt dużym stopniu swobody jaką dano młodzieży. Sugestii tej uległo również Ministerstwo Edukacji Narodowej i Sportu, które na kolejny rok (2003) ustaliło limit jednoczesnego składania dokumentów do co najwyżej trzech szkół naraz. Na potrzeby tej pracy problem ten nazwalismy „Kwalifikacją z wieloma ośrodkami oceniającymi”.

Zajęcia na kierunku informatyka w Politechnice Poznańskiej charakteryzuje wyjątkowo duża liczba zajęć laboratoryjnych. Dodatnią stroną tej okoliczności jest bardzo dobre przygotowanie studentów do przyszłej pracy zawodowej, zwłaszcza w przemyśle. Jednak ma to również co najmniej dwie ujemne strony. Koszt kształcenia przypadający na studenta jest wysoki, co w obecnej sytuacji jest niekorzystne dla finansów jednostek zajmujących się kształceniem. Ponadto, podziały na grupy laboratoryjne powodują, że plany studentów tego samego roku mogą się znacząco różnić od najbardziej dogodnego, do najmniej, co powoduje wzrost presji na nierówne podziały grup laboratoryjnych. Na początkowych zajęciach prowadzący stosują więc drakońską zasadę wpuszczania tylko pierwszej grupy osób, dla których wystarczy stanowisk laboratoryjnych. Nie jest to niestety ani optymalne ani sprawiedliwe rozwiązanie i powoduje niepotrzebne spięcia pomiędzy studentami, a czasem też z prowadzącym. Na potrzeby tej pracy problem ten nazwalismy „Kwalifikacją jednoczesną z odrzucaniem słabych wyborów”.

Kwalifikacja prosta

Sformułowanie problemu

Dany jest zbiór n kwalifikowanych kandydatów: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ oraz funkcja oceny każdej z tych osób: $e : C \longrightarrow \mathbb{R}$.

Dany jest też zbiór wyborów (np. specjalizacji) $S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ razem z funkcją opisującą maksymalną wielkość każdej specjalizacji $x: S \rightarrow \mathbb{N}$ oraz funkcja przypisująca określonej osobie i pozycji określony wybór $p: C \times \mathbb{N} \rightarrow S$ - tzw. preferencja. W ten sposób można precyzyjnie określić co dana osoba preferuje, tj. który wybór stawia na pierwszym miejscu (dla osoby x to $p(x, 1)$), a które mają być podjęte jeśli ten pierwszy nie może być zrealizowany (bo osoba ma słabsze wyniki, a jest duża konkurencja), są to kolejne wybory $p(x, 2)$, $p(x, 3)$, ... itd tworzące razem preferencje kandydata.

Wynik opisuje funkcja $q: C \rightarrow S \cup \{\emptyset\}$, która już jednoznacznie przypisuje kandydatom specjalizacje, albo jeśli nie ma możliwości przydziału, element oznaczający taki brak - $\emptyset$. Warunki jakie musi spełniać wynik:

- 1) Liczba kandydatów na specjalizacji nie może przekraczać maksymalnej: $\forall_{i \in \langle 1, m \rangle} \left(\left| \{C_j \in C \mid q(C_j) = S_i\} \right| \leq x(S_i) \right)$
- 2) Jeśli pewna preferencja kandydata została odrzucona to na tej specjalizacji nie może być kandydata o niższej ocenie:

$$\forall_{i \in \langle 1, n \rangle} \exists_{j, k \in \langle 1, m \rangle} \forall_{l \in \langle 1, n \rangle} \exists_{l_1, l_2 \in \mathbb{N}} \left(\begin{array}{l} q(C_i) = S_j \wedge \\ p(C_i, l_1) = S_k \wedge \\ p(C_i, l_2) = S_j \wedge \\ l_1 < l_2 \wedge \\ q(C_l) = S_k \end{array} \right) \Rightarrow e(C_l) \geq e(C_i)$$

Proponowany algorytm

Utwórzmy pomocniczą funkcję: $a: S \rightarrow \mathbb{N}$, która będzie zliczała kandydatów przypisanych jednemu wyborowi.

Krok 1. Wyzeruj liczniki: $\forall_{i \in \langle 1, m \rangle} (a(S_i) := 0)$;

Krok 2. Posortuj elementy C malejąco wg funkcji $e(C_i)$;

Krok 3. Przeglądaj kolejno posortowane elementy. Biorąc element C_i ustal $j := 1$;

Krok 4. Jeśli $p(C_i, j)$ nie jest określone to przejdź do kroku 6;

Krok 5. Jeśli $a(p(C_i, j)) \leq x(p(C_i, j))$ to $a(p(C_i, j)) := x(p(C_i, j)) + 1$ a inaczej $j := j + 1$ i powrót do Kroku 4;

Krok 6. Jeśli C_i nie jest ostatnio przeglądany elementem to Krok 3;

Krok 7. Zakończ

Doświadczenia wdrożeniowe

System zaprogramowano kilka lat temu w niecodziennym języku programowania AWK w wersji jednostanowiskowej. System jest eksploatowany bezpośrednio przez studentów kierunku informatyka, którzy sami dokonują podziału dbając o jego sprawiedliwość. Wywieszane listy ze studentami przyjętymi na specjalizację pozwalają łatwo każdemu skontrolować prawidłowość jego przydziału.

System „prosi się” o rozbudowę do wersji wielostanowiskowej w Internecie, co pozwoliłoby na praktycznie samoczynne wykonywanie operacji podziału i natychmiastowe publikowanie wyników w Internecie. Planuje się taką realizację w formie pracy magisterskiej.

Kwalifikacja z wieloma ośrodkami oceniającymi

Sformułowanie problemu

Dany jest zbiór n kwalifikowanych kandydatów: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$. Dany jest też zbiór wyborów (np. szkół) $S = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ razem z funkcją opisującą maksymalną wielkość każdej szkoły $x: S \rightarrow \mathbb{N}$ oraz funkcja przypisująca określonej osobie i pozycji określony wybór $p: C \times \mathbb{N} \rightarrow S$. Ponadto dana jest funkcja oceny każdej z tych osób potencjalnie przez każdą ze szkół: $e: C \times S \rightarrow \mathbb{N}$ (co czyni ten problem nieco bardziej wyrafinowanym niż poprzedni).

Wynik opisuje funkcja $q: C \rightarrow S \cup \{\emptyset\}$, która już jednoznacznie przypisuje kandydatom szkoły albo jeśli nie ma możliwości przydziału element oznaczający taki brak. Warunki jakie musi spełniać wynik:

- 1) Liczba kandydatów w szkole nie może przekraczać maksymalnej:

$$\bigvee_{i \in \langle 1, m \rangle} \left(\left| \{C_j \in C \mid q(C_j) = S_i\} \right| \leq x(S_i) \right)$$

- 2) Jeśli pewna preferencja kandydata została odrzucona to w tej szkole nie może być kandydata o niższej ocenie:

$$\forall_{i \in \langle 1, n \rangle} \exists_{j, k \in \langle 1, m \rangle} \forall_{l \in \langle 1, n \rangle} \exists_{l_1, l_2 \in \mathbb{R}} \left(\begin{array}{l} q(C_i) = S_j \wedge \\ p(C_i, l_1) = S_k \wedge \\ p(C_i, l_2) = S_j \wedge \\ l_1 < l_2 \wedge \\ q(C_l) = S_k \end{array} \right) \Rightarrow e(C_l, S_k) \geq e(C_i, S_k)$$

Proponowany algorytm

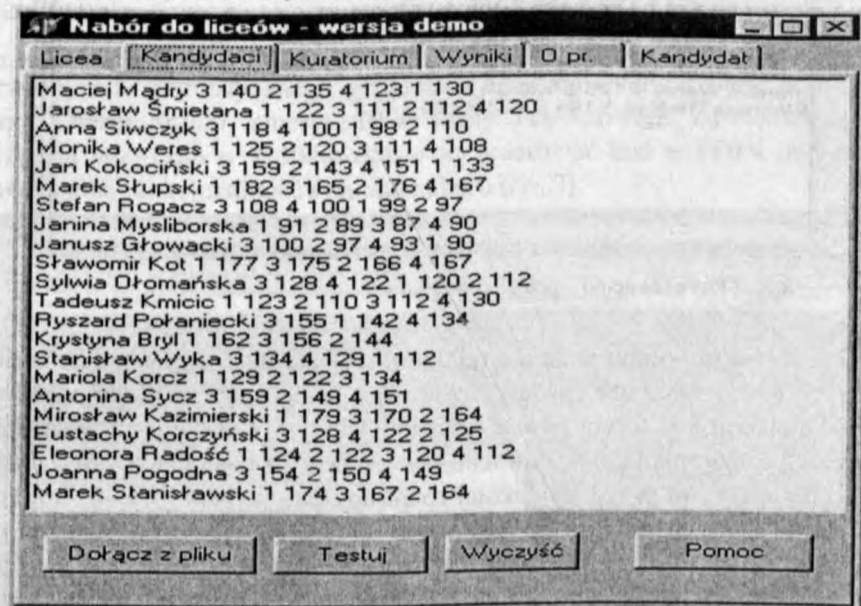
- Krok 1. Odpowiednio do szkół wymienionych w preferencjach tworzy się listy trójek $\langle$ Kandydat, Szkoła, Ocena $\rangle$ przypisanych każdej ze szkół i porządkuje od najlepszej oceny do najgorszej;
- Krok 2. Wprowadza się listę uczniów P przyjętych do choćby jednej ze szkół o początkowej wartości odpowiadającej wszystkim uczniom, którzy już na samym początku znaleźli się na takim miejscu w choćby jednej ze szkół, które premiowane jest przyjęciem;
- Krok 3. Pobieramy z P kolejny nie przejrany jeszcze element $\langle c_1, s_1, o_1 \rangle$;
- Krok 4. Jeśli $p(c_1, l_1) = s_1$ to usuwamy kandydata c_1 z list wszystkich szkół s_2 takich, że $p(c_1, l_2) = s_2$ dla pewnego $l_2 > l_1$;
- Krok 5. We wszystkich tych szkołach s_2 z poprzedniego punktu, gdzie nastąpiło usunięcie elementu z pozycji listy premiowanej przyjęciem nowy element, który pojawił się w wyniku przesunięcia na pozycji premiowanej przyjęciem dołączamy do P ;
- Krok 6. Jeśli w P pozostaje jeszcze choćby jeden nieprzejrany element to przechodzimy do kroku 3.

Doświadczenia wdrożeniowe

Pierwsza wersja programu, poza autorami artykułu, wiąże się jeszcze z panem Andrzejem Zydorem, który w rozmowie z dnia trzeciego września 2002 zwrócił uwagę jednego z autorów na możliwość rozwiązywania problemów niedawnego naboru do szkół ponadgimnazjalnych z użyciem systemu komputerowego przez Internet. Tego też dnia powstała pierwsza wersja demonstracyjna, programu jednak było to w istocie tylko rozwiązanie z poprzedniej sekcji tj.

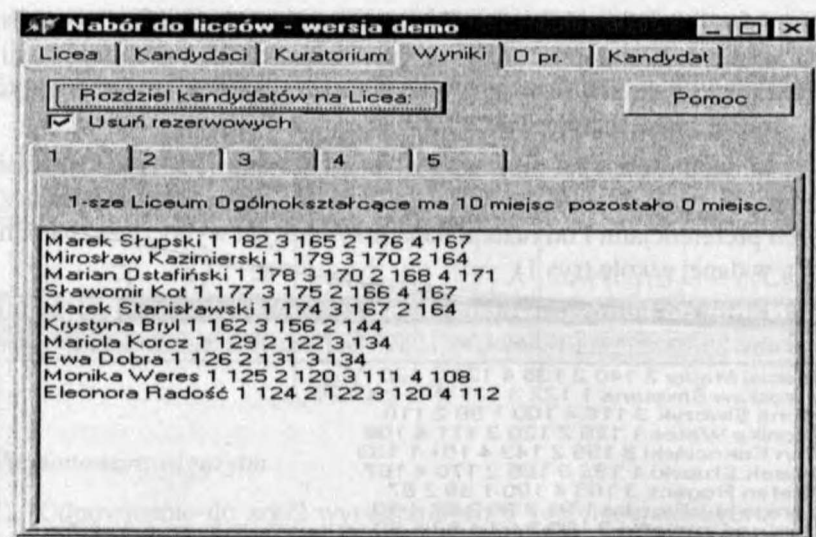
z jednym ośrodkiem oceniającym. Dopiero rozmowa pomiędzy późniejszymi autorami tego artykułu doprowadziła do powstania (ok.23 września) wersji programu adekwatnej do stworzonego w wyniku rozporządzeń ministerialnych na 2002 rok modelu matematycznego.

Wersja demonstracyjna programu została napisana w Delphi i składała się z procedur przetwarzania pliku z definicjami szkół i pliku z definicjami uczniów wraz z ich preferencjami i od razu podaną przy każdym wyborze liczbą punktów uzyskaną w danej szkole (rys.1).



Rys. 1 Pierwsza wersja demonstracyjna programu naboru do szkół średnich

Program jako demo zaraz po uruchomieniu zawiera pewne wersje obydwu plików prezentowane w odpowiednich oknach. Można je jednak zmienić testując jak algorytm reaguje na różne dane. Po przejściu do zakładki „Wyniki” kliknięcie w przycisk „Rozdziel kandydatów na licea” powoduje dokonanie przydziału i utworzenie odpowiednich podzakładek dla każdej szkoły po jednej plus zakładka na nigdzie nie przyjętych (rys.2).



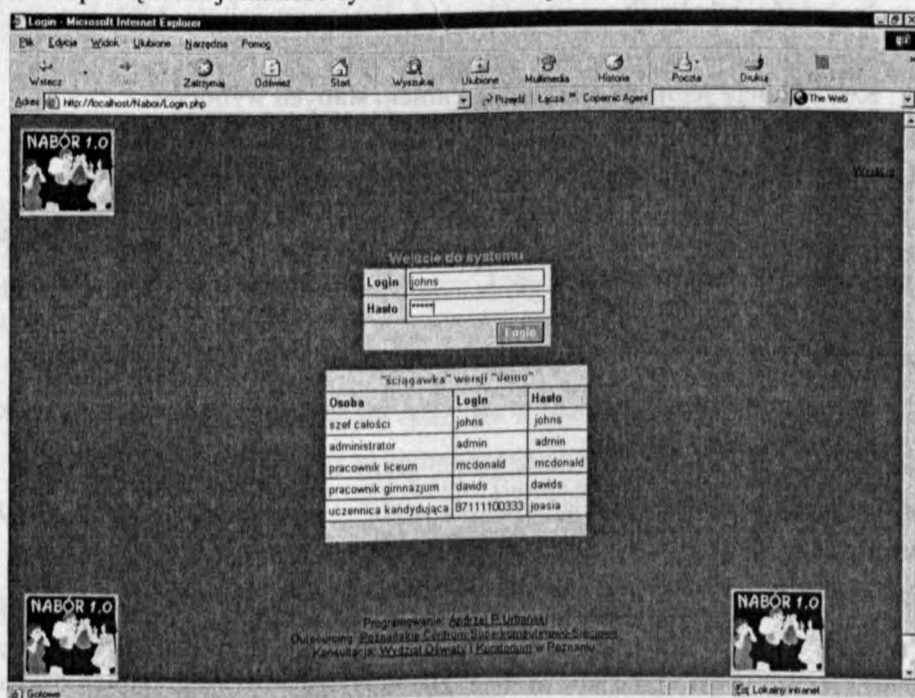
Rys. 2 Pierwsze demo – przegląd wyników

Ta wersja programu stała się punktem wyjścia do rozmów z poznańskim wicedyrektorem wydziału oświaty urzędu miejskiego panem Piotrem Mrozem i wielkopolskim kuratorem oświaty panem Alojzym Koszlajdą prowadzonych od dnia 2 października 2002. Powstało jeszcze demo z bazą danych SQLowych, gdzie cały algorytm przydziału został rozpisany na operacje SQLowe na generowanej losowo bazie danych. Pozwoliło to wyciągnąć nieco praktycznych wniosków co do skuteczności algorytmu przydziału przy różnej długości preferencji. W ten sposób okazało się na przykład, że skrócenie listy preferencji do trzech szkół, jak to zaproponowało Ministerstwo Edukacji i Sportu na kwalifikacje w roku 2003, spowoduje ... zmniejszenie skuteczności operacji przydziału, gdyż w wielu szkołach pozostaną wolne miejsca, a jednocześnie wielu uczniów nie znajdzie dla siebie miejsc w żadnej z wybranych szkół.

Autorzy poszli zupełnie inną drogą rozumowania. Uznali, że cały problem leży nie w samej ilości wyborów ale w ich jednoczesności i nierozróżnialności. W ten sposób jeśli uczeń próbuje się dostać jednocześnie do kilku szkół to nie wiemy, którą by wybrał gdyby jednocześnie zaoferowano mu miejsce w kilku z nich. Wystarczy jednak zmienić charakter deklaracji ucznia na taki, w którym przedstawia on uporządkowaną listę szkół, którymi jest zainteresowany w taki sposób, że najchętniej chciałby się uczyć w szkole, która jest pierwsza na jego liście, a jeśli to byłoby niemożliwe to wybrałby kolejną itd. aż do końca listy. Przetworzenie takich list przez komisje egzaminacyjne w szkołach nie jest niemożliwe, ale wymagałoby ścisłej ich współpracy oraz długiej czysto biurokra-

tycznej pracy. Znacznie szybciej ten problem potrafi rozwiązać odpowiedni system komputerowy. Eksperymenty pokazały, że zakładając obecność odpowiednich danych w komputerze zgodne z zasadami naboru do szkół ponadgimnazjalnych, przydzielenie uczniów do odpowiednich szkół okręgu poznańskiego zamknie się w czasie pojedynczych minut na zupełnie zwyczajnym komputerze (ok. 10 000 kandydatów do 92 szkół), a rozwiązanie problemu w skali całego kraju też jest możliwe w czasie z górnym ograniczeniem godziny pod warunkiem użycia odpowiednio wyposażonego profesjonalnego serwera (ok. 600 000 kandydatów).

Z kolei przystąpiono do utworzenia wstępnej wersji całej reszty systemu korzystając z automatycznego generatora aplikacji internetowych pod nazwą „Code Charge Studio” amerykańskiej firmy Yes Software. Zastosowanie tego narzędzia pozwoliło w krótkim czasie wygenerować kod w PHP4 obejmujący prawie pełną funkcjonalność systemu naboru (rys.3).



Rys. 3 Wstępna implementacja dostępu do systemu przez Internet

Taka wersja systemu została przez autorów przedstawiona w dniu 21 października 2002 panu Maciejowi Strońskiemu kierującemu Poznańskim Centrum Superkomputerowo-Sieciowym z propozycją współpracy przede wszystkim

w kwestiach bezpieczeństwa systemu. Okazało się jednak, że względy bezpieczeństwa danych osobowych przemówiły za zupełnie innym rozwiązaniem całej architektury systemu naboru, które zaproponowało i rozwija Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe. Specjaliści od zabezpieczeń doszli bowiem do wniosku, że poziom bezpieczeństwa komputerów szkolnych włączonych do Internetu jest tak niski, że dobrze wykwalifikowany „hacker” mógłby się włamywać za jej pośrednictwem i to niezależnie od zabezpieczeń i szyfrowania na samej drodze łączącej szkołę z centrum obliczeniowym. Dlatego zdecydowano się na cofnięcie do wcześniejszych historycznie rozwiązań z bezpośrednimi połączeniami telefonicznymi i przesyłaniem danych w krótkich sesjach. Takie podejście wymagało zupełnie nowego rozwiązania programowego, które zostało przygotowane przy współpracy z pracownikami Wydziału Oświaty, Kuratorium i zainteresowanych szkół w Poznaniu. Kompletnie rozwiązanie bazuje na zaproponowanym tutaj algorytmie i pomimo swojej specyfiki jest przenaszalne do innych okręgów szkolnych.

Kwalifikacja jednoczesna z odrzucaniem słabych wyborów

Sformułowanie problemu

Dany jest zbiór n kwalifikowanych kandydatów: $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ oraz funkcja oceny każdej z tych osób: $e : C \longrightarrow \mathbb{R}$.

Dany jest też wektor zbiorów wyborów (np. zestaw przedmiotów z podzbiorami konkretnych grup laboratoryjnych)

$$S = \left\langle \{S_1^1, S_2^1, \dots, S_{m_1}^1\}, \{S_1^2, S_2^2, \dots, S_{m_2}^2\}, \dots, \{S_1^m, S_2^m, \dots, S_{m_m}^m\} \right\rangle \text{ razem z funk-}$$

cją opisującą maksymalną wielkość każdej grupy laboratoryjnej $x : S \longrightarrow \mathbb{R}$, funkcją opisującą minimalną jej wielkość $v : S \longrightarrow \mathbb{R}$ oraz funkcja przypisująca preferencje $p : C \times \mathbb{R} \longrightarrow S^m$.

Wynik opisuje funkcja $q : C \longrightarrow S^m \cup \{\emptyset\}$, która już jednoznacznie przypisuje kandydatom grupy laboratoryjne albo jeśli nie ma możliwości przydziału element oznaczający taki brak. Wygodniej będzie używać funkcji dwuarargumentowej $q : C \times \mathbb{R} \longrightarrow S \cup \{\emptyset\}$, której dodatkowym argumentem jest numer przedmiotu laboratoryjnego. Warunki jakie musi spełniać wynik:

- 1) Liczba kandydatów grupy laboratoryjnej nie może przekraczać maksymalnej: $\forall_{i \in \langle 1, m \rangle} \forall_k \left(\left| \{C_j \in C \mid q(C_j, i) = S_k^i\} \right| \leq x(S_k^i) \right)$
- 2) Liczba kandydatów grupy laboratoryjnej nie może być mniejsza od minimalnej: $\forall_{i \in \langle 1, m \rangle} \forall_k \left(\left| \{C_j \in C \mid q(C_j, i) = S_k^i\} \right| \geq x(S_k^i) \right)$
- 3) Jeśli pewna preferencja kandydata została odrzucona to w tej grupie laboratoryjnej nie może być kandydata o niższej ocenie:

$$\forall_{i \in \langle 1, n \rangle} \exists_{j, k \in \langle 1, m \rangle} \forall_{l \in \langle 1, n \rangle} \exists_{l_1, l_2 \in \mathbb{R}} \left(\begin{array}{l} q(C_i) = S_j \wedge \\ p(C_i, l_1) = S_k \wedge \\ p(C_i, l_2) = S_j \wedge \\ l_1 < l_2 \wedge \\ q(C_l) = S_k \end{array} \Rightarrow e(C_l) \geq e(C_i) \right)$$

Proponowany algorytm

Utwórzmy pomocniczą funkcję: $a : S \rightarrow \mathbb{R}$, która będzie zliczała kandydatów przypisanych jednemu wyborowi.

Krok 1. Wyzeruj liczniki: $\forall_{i \in \langle 1, m \rangle} \forall_{j \in \langle 1, m_i \rangle} (a(S_j^i) := 0);$

Krok 2. Posortuj elementy C malejąco wg funkcji $e(C_i)$;

Krok 3. Przeglądaj kolejno posortowane elementy rozpoczynając od kandydata o najlepszej ocenie. Biorąc element C_i ustal $j := 1$;

Krok 4. Jeśli $p(C_i, j)$ nie jest określone to przejdź do kroku 6;

Krok 5. Jeśli $a(p(C_i, j)) \leq x(p(C_i, j))$ to $a(p(C_i, j)) := x(p(C_i, j)) + 1$ a inaczej $j := j + 1$ i powrót do Kroku 4;

Krok 6. Jeśli C_i nie jest ostatnim przeglądany elementem to Krok 3;

Krok 7. Sprawdź czy warunek

$$\forall_{i \in \langle 1, m \rangle} \forall_k \left(\left| \{C_j \in C \mid q(C_j, i) = S_k^i\} \right| \geq v(S_k^i) \right) \text{ jest spełniony. Jeśli tak to}$$

zakończ.

Krok 8. Jeśli istnieją takie i , że warunek nie jest spełniony, to wyszukaj takie S_i , dla którego największe C_j takie, że $q(C_j)=S_i$ ma najmniejszą wartość $e(C_j)$. Należy wycofać wszystkie działania algorytmu, aż do przydzielenia C_j do S_i włącznie i usuwając S_i ze zbioru możliwych do wybrania ponowić działanie algorytmu.

Doświadczenia wdrożeniowe

Planuje się realizację przedstawionego algorytmu w ramach portalu nowego Wydziału Informatyki i Zarządzania Politechniki Poznańskiej (www.fcm.put.poznan.pl), który już zawiera wiele rozwiązań podnoszących komfort kształcenia.

Podsumowanie

Sprawiedliwa kwalifikacja w procesach edukacyjnych jest ważnym elementem częściowej konsumpcji przez kwalifikowanych kandydatów odpowiednich do osiągniętych wyników korzyści z chęci i zdolności uczenia się. Zastosowanie preferencji daje lepszym w dotychczasowej nauce szerszy wybór dalszych możliwości kształcenia lub lepsze dopasowanie zajęć (bliższa szkoła, miejsce zajęć na specjalizacji lub lepszy rozkład zajęć), co powinno owocować dalszym windowaniem w górę poziomu kształcenia.

Zastosowanie programów komputerowych do przeprowadzania wszelkiego rodzaju kwalifikacji stało się zupełnie naturalną konsekwencją powiększania się problemów i komplikowania procedur kwalifikacji.

Przedstawione w artykule trzy problemy kwalifikacji w edukacji stanowią zapewne najbardziej praktyczne jej przykłady. Praktyka szkolna i akademicka podsuwa też dalsze mniej lub bardziej przydatne w dniu dzisiejszym problemy do rozwiązania, które stały się przedmiotem dalszych studiów prowadzonych przez autorów w ramach ich prac badawczych.

Źródła

Źródła wyszukane w internetowym archiwum „Gazety Wyborczej” dotyczące naboru do szkół ponadgimnazjalnych w 2002 roku i planów na 2003 rok:

1. A. Aleksandrowicz, *Chaos w liceach*, Gazeta w Białymstoku nr 116, 2002/05/20
2. J. Bujakiewicz, *Licea zasypane podaniami*, Gazeta w Bydgoszczy nr 126, 2002/06/01-2002/06/02
3. P. Burda, *W wydziale oświaty szok*, Gazeta w Kielcach nr 117, 2002/05/21
4. A. Czajkowska, M. Zoellner, *Egzaminy ze składania*, Gazeta Wyborcza Wrocław nr 143, 2002/06/21
5. A. Czajkowska, M. Wolniak, *Punktomania trwa*, Gazeta Wyborcza Wrocław nr 155, 2002/07/05
6. R. Czeladko, *Wilczy apetyt na licea*, Gazeta w Częstochowie nr 158, 2002/07/09
7. M. Kozubal, *Składka, gdzie kto może*, Gazeta Stołeczna nr 148, 2002/06/27;
8. M. Kozubal, *Nad czy pod kreską*, Gazeta Stołeczna nr 149, 2002/06/28
9. M. Kozubal, *Kandydaci pielgrzymują*, Gazeta Stołeczna nr 150, 2002/06/29-2002/06/30
10. A. Kulczycka, D. Stępień, Z. Jakubowska, *Do trzech razy sztuka*, Gazeta w Rzeszowie nr 22, 2003/01/27
11. A. Kulczycka, G. Broda, T. Bajda, *Trzy możliwości to mniejszy bałagan*, Gazeta w Rzeszowie nr 35, 2003/02/11
12. J. Legierska, *Ogólniaki zapelnione*, Gazeta Zachodnia nr 152, 2002/07/02
13. J. Legierska, *Załap się na miejsce*, Gazeta Zachodnia nr 156, 2002/07/06-2002/07/07
14. M. Nowakowski, *Pęd do wiedzy*, Gazeta Wyborcza Olsztyn nr 150, 2002/06/29-2002/06/30
15. Not, Czaj, *Stos podań*, Gazeta Zachodnia nr 113, 2002/05/16
16. K. Skawska, *Nabór trwa*, Gazeta w Opolu nr 102, 2002/05/02-2002/05/03
17. *Szturm na licea JB*, Gazeta w Bydgoszczy nr 123, 2002/05/28
18. *Połowanie na szkołę SAW*, Gazeta Zachodnia nr 144, 2002/06/22-2002/06/23
19. *Zostałem przyjęty, czy czekam na ławce rezerwowych?*, Gazeta Zachodnia nr 149, 2002/06/28;
20. *Spokojnie, to tylko zamieszanie MAN*, Gazeta Wyborcza Olsztyn nr 152, 2002/07/02;
21. *Nabór do szkół trwa*, Gazeta w Rzeszowie nr 156, 2002/07/06-2002/07/07
22. *CZAT / Bałagan w liceach*, Gazeta Stołeczna nr 158, 2002/07/09