
Metoda przebudowy interfejsu serwisu internetowego oparta na historii użytkownika

Dmitrij Żatuchin

Politechnika Wrocławska
Wyb. Wyspiańskiego 27.
50-370 Wrocław
Dmitrij.Zatuchin@pwr.wroc.pl

Abstrakt

Opracowanie interfejsu zgodnie z oczekiwaniami użytkowników od zawsze było wyzwaniem dla projektantów. Jeśli istnieje interfejs, który nie został zaprojektowany zgodnie z normami ISO, standardami projektowymi i, co najważniejsze, wymaganiami i potrzebami użytkowników - to jak należy go badać i zmieniać? Jakie metody powinny zostać wykorzystane do oceny interfejsu strony internetowej celem jego poprawy zgodnie z posiadanym stanem wiedzy o profilach użytkowników? W jaki sposób dostosować go w warunkach dynamicznych na potrzeby użytkowników? Ponieważ jednym z celów inżynierii oprogramowania jest budowa takich systemów, które użytkownicy będą nazywać "użytecznymi" i korzystać z nich z zadowoleniem, inżynieria użyteczności stosuje metody monitorowania użytkowników i zbierania danych podczas pracy z interfejsem WWW i stanowi podstawę danych do eksperymentu polegającym na adaptacji interfejsów webowych w warunkach dynamicznych. Wykorzystanie tych danych do reprezentacji interfejsu w postaci grafu oraz zestawienie go z profilem użytkownika pozwala adaptować interfejs strony WWW, przebudowując go

w oparciu o historię użytkownika. W tym artykule zostanie to przybliżone.

Słowa kluczowe

Architektura informacji, budowa interfejsu, badanie użyteczności, adaptacja interfejsu, historia odwiedzin

Wprowadzenie

Tradycyjne metody gromadzenia danych na temat użytkowników oprogramowania, takie jak ankiety i badania, nie sprawdzają się w 100%, przyczyniając się tylko w niewielkim stopniu do zrozumienia użytkowników strony internetowej. Wielkość potencjalnego zbioru użytkowników jest za duża i zróżnicowana i ludzie zwykle odwiedzają stronę internetową zanim rzeczywiście staną się "regularnymi" użytkownikami.

Aktualnie najczęstszym i niestety w praktyce jedynym typem adaptacji interfejsu strony internetowej do profili użytkowników jest uzupełnianie o elementy sprzedaży krzyżowej (ang. cross selling [2]), czyli dostosowanie strony opisującej jeden produkt do historii odwiedzanych wcześniej innych relewantnych produktów, związanych z zakupem przez poprzednich klientów wraz z oglądanym produktem. To jednak nie jest adaptacją interfejsu do użytkownika, tylko inkluzja mechanizmów marketingowych napędzających sprzedaż. Amazon.com, Komputronik.pl, Ebay.com i wielu innych stosują podobne mechanizmy „rekomendacji”, które są skupione wokół zwiększenia sprzedaży przy wykorzystaniu historii użytkownika konsumentckiego, a nie spełnieniu realnych potrzeb użytkownika odnośnie oglądanego interfejsu.

Przyjętą praktyką w większości komercyjnych witryn internetowych jest wymaganie podania informacji o sobie, swoich zainteresowaniach i opiniach odnośnie strony. Kolekcje tak zebranych profili zarejestrowanych użytkowników są następnie klasteryzowane celem określenia cech demograficznych w populacji użytkowników. Takie klastry są następnie wykorzystane jako podstawa dla metod filtrowania kolaboratywnego, dzięki czemu nowi użytkownicy są klasyfikowane zgodnie z ich profilem demograficznym i treściami, które zostały zaklasyfikowane przez innych jako te najbardziej odpowiedni lub o wysokiej jakości.

Alternatywnym podejściem, uzupełniającym i mającym potencjał zastąpić proces odpytywania użytkowników o ich odczucia i preferencje co do struktury strony, jest zbieranie danych z ich wizyt i ich dalsza analiza by zrozumieć dokładnie czego widzowie oczekują od strony internetowej, tak aby dostosować witrynę do dostarczania oczekiwanych treści w prostszy i bardziej dostępny sposób. Różne badania empiryczne, zorientowane na użytkownika, oraz metody analityczne [3] mogą być wykorzystane do oceny jakości w celu otrzymania zaleceń dla dalszej poprawy czy zmiany interfejsu. Wykorzystując podejście analityczne, zautomatyzowane co do zbierania danych z wizyt użytkownika, należy wywnioskować najpierw jak użytkownicy używają interfejsu strony internetowej i następnie porównać z założeniami projektantów stron WWW. Jeżeli wartość takiej funkcji porównania przekroczy określoną granicę, to taki interfejs powinien być dostosowany do znalezionej schematu wykorzystania. Zastosowanie metod monitorowania i logowania danych użytkownika podczas interakcji z interfejsu WWW może być rozwiązaniem problemu

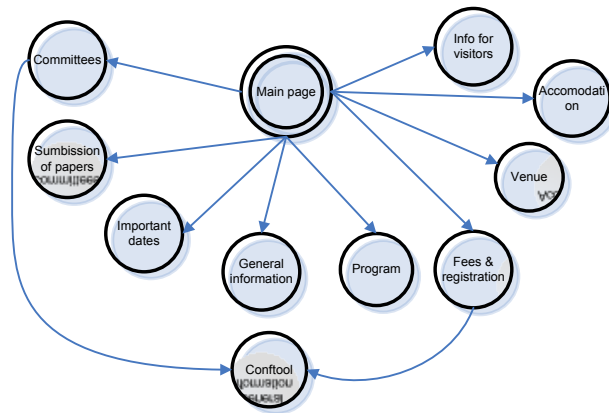
adaptacji interfejsów webowych w warunkach dynamicznych.

Dalej zaproponuję metodę dostosowania struktury informacji strony internetowej do sposobu użytkownika jej przez użytkownika przedstawiając także sam model interfejsu oparty o teorię grafów.

Model interfejsu

Struktura strony jako graf

Sam pomysł użycia grafów do modelowania architektury strony internetowej jest szeroko wykorzystywany zarówno przez praktyków jak i naukowców, m.in. Sergey Brin i Larry Page użyli tego konceptu w algorytmie Google PageRank [4], a Yang ilustruje koncepcyjną strukturę modelu strony [5]. Na Rys.1. przedstawiony jest graf części publicznej strony konferencji ICSS. Węzły i krawędzie reprezentują istniejące podstrony i bezpośrednie połączenia między nimi.



Rysunek 2. Struktura strony konferencji.

Stosując teorię grafów definiuję ten model następująco:

$$GI_l = (URL_l, EGI_l) \text{ o } N \text{ węzłach i } M \text{ krawędziach} \quad (1)$$

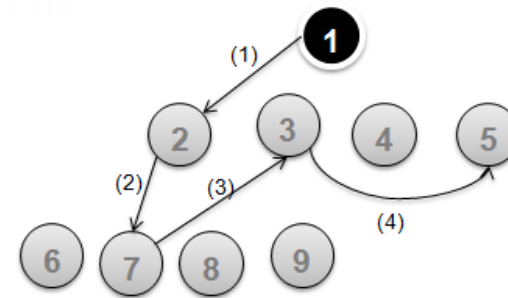
gdzie URL_l oznacza zbiór podstron osiągalnych poprzez adres URI, w zasięgu strony l , zaś EGI_l jest zbiorem połączeń pomiędzy podstronami wraz z korzeniem – stroną główną i jest zdefiniowany jak niżej:

$$EGI_l = \{ \langle url_{li}, url_{lj} \rangle \mid i, j \in \{1..|URL_l|\} \} \quad (2)$$

gdzie url_{li} jest podstroną ze zbioru URL_l . Wykonanie, czy też użycie strony jest oznaczane na grafie wykonania:

$$GR_{lk} = (VGR_{lk}, EGR_{lk}) \quad (3)$$

gdzie VGR_{lk} jest zbiorem odwiedzonych podstron przez użytkowników z wykonanym pomiarem wag w chwili k , zaś EGR_{lk} – wykorzystane połączenia podczas odwiedzin.



Rysunek 3. Przykład użycia na grafie.

Każdy węzeł i krawędź ma zestaw atrybutów. Dla węzła są to:

- liczba wizyt,
- czas trwania wizyty,
- adresy wejścia, z których użytkownicy przyszli
- adresy wyjścia, w których użytkownicy przerwali wizytę,
- rodzaj zawartości (treść, reklama, sprzedaż), czas ładowania.

Dla krawędzi są to:

- liczba przejść,
- rodzaj przejścia (bezpośrednie lub tranzytowe),
- czas komutacji.

Atrybuty te są przechowywane jako wagi dla węzłów i krawędzi oraz jako kolory.

Obiekty w grafie interfejsu

Na podstawie już znanej struktury grafy proponuję wyodrębnienie następujących obiektów:

1. Zbiór połączeń $C(GI_i)$. Połączenie $C_n(i, j)$ jest zbiorem par węzłów, między którymi istnieją połączenia realizowane przez conajmniej jedną ścieżkę.
2. Zbiór ścieżek $P(GI_i)$. Ścieżka $P_n(i, j) = \{EGI_i \mid URL_i \rightarrow \dots \rightarrow URL_j\}$ jest to zbiór takich krawędzi, które znajdują pomiędzy parą węzłów – początkowej i końcowej.

Cechy elementów grafu i obiektów

Na potrzeby niniejszej publikacji zostanie przedstawiony opisowo jedynie część z cech zdefiniowanych wyżej obiektów.

1. $Pop(URL_{ik})$ – popularność wierzchołka, czyli podstrony. Oznacza faktyczną liczbę odwiedzin wierzchołka z uwzględnieniem czasu pobytu.
2. $Pop(EGI_k(i, j))$ – popularność krawędzi, czyli odnośnika. Liczba kliknięć w dany odnośnik na stronie, który kieruje użytkownika z URL_i na URL_j .
3. $Time(URL_{ik})$ – informuje o średnim czasie obecności użytkowników na wierzchołku do chwili k .
4. $Acc(URL_{ik}, URL_{jk})$ – osiągalność odnośnika URL_j z URL_i w chwili k .
To znaczy im dalej lub głębiej znajduje się podstrona, tym trudniej jest ona dostępna.
5. $T_k = \{T(i, j) \mid i \neq j, i, j \in [1, N]\}$ – możliwy udział krawędzi $EGI(i, j)$ w ścieżkach. Uwzględnia względny udział danej krawędzi we wszystkich ścieżkach dla wszystkich połączeń.
6. $CD(URL_{ik})$ – połączeniowość odnośnika URL_i w chwili k . Jest to suma po T dla wszystkich ścieżek wychodzących z tego odnośnika i uwzględnia wpływ danego odnośnika na strukturę interfejsu, czyli jego ważność.

Sformułowanie problemu

Należy zaproponować taki interfejs aplikacji, który pozwoli użytkownikom łatwiej poruszać się po jego strukturze, tym samym zapewniając im wyższy poziom satysfakcji z użycia, dzięki czemu żądania użytkowników będą obsługiwane w krótszym czasie i mniejszym kosztem.

Odpowiednia struktura interfejsu jest bezpośrednim następstwem rozmieszczenia podstron (wierzchołków) w strukturze strony oraz odnośników pomiędzy nimi (krawędzi).

Formalnie jest to problem optymalizacji, w którym należy znaleźć taki graf GI , gdzie:

$$\min \mathcal{E}_{GI} = \max \sum_{i=1}^N (CD_i \times Acc_i) \quad (4)$$

czyli poszukiwany jest graf o największym stopniu połączeniowości (CD) oraz największej osiągalności podstron (Acc). Ten drugi element jest wprost zależny od odległości pomiędzy poszczególnymi podstronami i jest inspirowany pracami Perkowitza nad układem odnośników na pojedynczej stronie [6].

Jest to problem NP-trudny, w związku z czym sugerowane rozwiązania bazują na heurystykach, uwzględniających cechy obiektów.

Propozycja metody przebudowy interfejsu

Odnosząc się do sformułowanego problemu, proponuję podzielić zadanie na oszacowanie każdego ze składników problemu optymalizacji.

Przyjmując strategię generalizacji żądań użytkowników, po kilku użyciach od momentu zerowego, w chwili k , należy zweryfikować, czy pierwotny układ interfejsu odzwierciedla faktyczne użycia węzłów i istniejących między nimi przejść. Jeżeli zostaną odnalezione wierzchołki wyróżniające się lub zbędne, należy je wypromować lub usunąć ze struktury interfejsu.

Strategia promocji

Celem promocji strony jest zwiększenie jej osiągalności, tym samym odwiedzalności. Proponuję, aby strategia zmiany pozycji strony w architekturze interfejsu bazowała na jej popularności – jeżeli jest duża, zaś osiągalność mała, taką stronę należy uzupełnić o krawędzie połączeniowe z wyższych w strukturze stron. Z doświadczenia i obserwacji statystyk wnioskuję, że $Acc_k(URL_i, URL_j)$ maleje wykładniczo. Zatem osiągalność zostanie zdefiniowana jako:

- $Acc_k(URL_i, URL_j) = \frac{1}{d(URL_i, URL_j)^2}$, gdzie d – funkcja odległości odnośnika
- $d(URL_i, URL_j) = \overline{\arg \min |P(URL_i, URL_j)|}$ - najkrótsza długość ścieżki pomiędzy odnośnikami.

Wskaźnikiem promocji dla każdego odnośnika Pro będzie liczba $\frac{Pop}{Acc}$.

Algorytm postępowania

1. Dla każdego węzła URL_i oblicz Pop i Acc .
2. Oblicz Pro oraz średnie \overline{Pro} wraz z odchyleniem standardowym.
3. Jeżeli $Pro(URL_i) > \overline{Pro} + \sigma_n$ wtedy wykonaj promocję $Promote(URL_i)$.
4. Powtarzaj obserwację cyklicznie, co okres k (np. 1 miesiąc).
5. Jeżeli parametry Acc oraz Pro nie poprawiły się, dodaj połączenie z korzeniem strony, poprzez dodanie do zbioru krawędzi $E(1, URL_i)$.

Promocja może zostać wykonana na wiele sposobów, gdzie jednym z nich może być dodanie krawędzi $E(\text{parent}(URL_i), URL_i)$, czyli połączenia z ojcem węzła, który zakwalifikował się do promocji.

W podobny sposób stosuje się strategię karania.

Wykrywanie węzłów tranzytowych

Obserwacja własności *Pop* i *Acc* pomaga odszukać węzły pośredniczące inaczej tranzytowe w grafie. Polega to na:

1. Wyszukaniu węzłów z wysoką wartością *Pop*.
2. Sprawdzeniu, czy węzeł ma jedno połączenie w głąb lub szeregowo.
3. Sprawdzeniu, czy czas *Time* odwiedziny tego węzła jest krótki (<10 s).

Jeżeli powyższe warunki są spełnione, taki węzeł tranzytowy URL_j należy zlikwidować. Odnosnik wchodzący URL_i i wychodzący URL_k z takiego węzła muszą zostać połączone bezpośrednio poprzez dodanie do grafu krawędzi $E(URL_i, URL_k)$, zaś krawędź URL_j jest usuwana.

Przykład

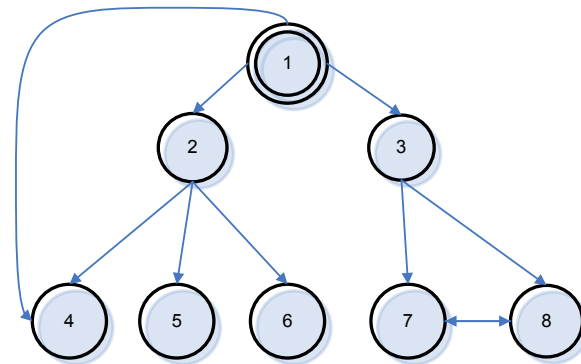
Na poniższym poglądowym przykładzie (rys. 3) przedstawiam sposób postępowania zgodnie z omówioną metodą. Ważne jest poczynić następujące założenia:

- Graf nie zawiera pętli własnych.
- Przycisk powrotu czy cofania nie jest przełożony na krawędź.

- Logo, jako stały odnośnik w interfejsie do strony głównej nie jest brane pod uwagę.
- Niebezpośrednie połączenia zwrotne (np. 5->3) nie są liczone do liczby połączeń.

Dane:

- $URL_0 = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$, $N=8$ (węzły)



Rysunek 4. Graf przykładowego interfejsu.

- $EGI_0 = \{E(1,2); E(1,3); E(1,4); E(2,4); E(2,5); E(2,6); E(3,7); E(3,8); E(7,8); E(8,7)\} \cup \{E(2,6); E(3,7); E(3,8); E(7,8); E(8,7)\}$
- $C_0 = \{C(1), C(2), C(3), C(7), C(8)\}$
 $C(1) = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$, $C(2) = \{4, 5, 6\}$
 $C(3) = \{7, 8\}$, $C(7) = \{8\}$, $C(8) = \{7\}$
- $P_0 = \{P(1,2), P(1,3), P(1,4), P(1,5), P(1,6), P(1,7), P(1,8), P(2,4), P(2,5), P(2,6), P(3,7), P(3,8), P(7,8), P(8,7)\}$
 $P(1,2) = \{\{1,2\}\}$, $P(1,3) = \{\{1,3\}\}$,
 $P(1,4) = \{\{1,4\}, \{1,2,4\}\}$, $P(1,5) = \{\{1,2,5\}\}$

$$P(1,6)=\{\{1,2,6\}\}, P(1,7)=\{\{1,3,7\}, \{1,3,8,7\}\}, P(1,8)=\{\{1,3,8\}, \{1,3,7,8\}\}$$

$$P(2,4)=\{\{2,4\}\}, P(2,5)=\{\{2,5\}\}, \\ P(2,6)=\{\{2,6\}\}, P(3,7)=\{\{3,7\}, \{3,8,7\}\} \\ P(3,8)=\{\{3,8\}, \{3,7,8\}\}, P(7,8)=\{\{7,8\}\} \\ P(8,7)=\{\{8,7\}\}$$

Jako miarę odległości przyjęto $d(URL_i, URL_j) = \frac{\sum P(URL_i, URL_j)}{|P(URL_i, URL_j)|}$

Dla chwili $k = 10$ obliczono, że:

- $Pop_{10}(URL_1)=70, Pop_{10}(URL_2)=12, Pop_{10}(URL_3)=35, Pop_{10}(URL_4)=21, Pop_{10}(URL_5)=8, Pop_{10}(URL_6)=4, Pop_{10}(URL_7)=27, Pop_{10}(URL_8)=20$
- $Acc_{10}(URL_1)=0, Acc_{10}(URL_2)=1, Acc_{10}(URL_3)=1+(1/2)^2=1,25, Acc_{10}(URL_4)=0,25, Acc_{10}(URL_5)=0,25, Acc_{10}(URL_6)=0,25, Acc_{10}(URL_7)=0,361, Acc_{10}(URL_8)=0,36$

Mając takie dane zadaję pytanie, czy zmieniać strukturę strony, przeliczając wskaźniki promocji:

- $Pro_{10}(URL_2)=12, Pro_{10}(URL_3)=35, Pro_{10}(URL_4)=16,8, Pro_{10}(URL_5)=32, Pro_{10}(URL_6)=16, Pro_{10}(URL_7)=74,77, Pro_{10}(URL_8)=55,38$
- Średnie $Pro_{10}(URL)=34,56$
- $\sigma_n=21,46$ – odchylenie standardowe

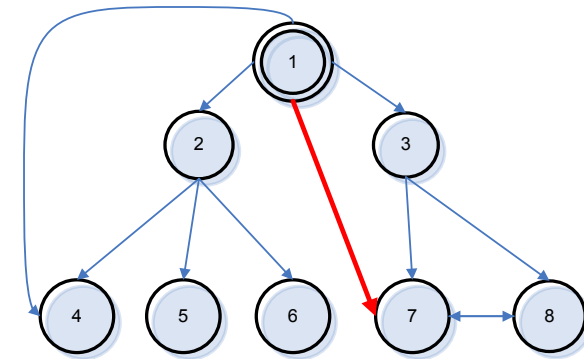
Postępując zgodnie z algorytmem:

1. Warunek większości od Pro_{10} spełniony jest dla URL_7

2. URL_7 ma 1 połączenie z węzłem z tego samego poziomu URL_8 , jest w hierarchii z węzłem URL_3 , stąd sprawdzamy połączenie o poziom wyżej.
3. Brak połączenia z URL_1 .

W związku z tym dodawana jest krawędź $EGI(URL_1, URL_7)$. Na rysunku 4 jest zmodyfikowany graf zgodnie ze strategią promocji.

Ponieważ w problemie uwzględniona jest połączeniowość dla każdego węzła, należy obliczyć dla stanu pierwotnego oraz w chwili $k + 1$ wskaźnik CD , aby stwierdzić, czy nie nastąpiło po zmianie grafu pomniejszenie wartości tego składnika.



Rysunek 5. Zmodyfikowany graf interfejsu.

Jeżeli wynik będzie taki sam lub lepszy, to znaczy, że zmianę można bezpiecznie wprowadzać.

Podsumowanie

Metoda zmiany interfejsu na podstawie danych o użytkowaniu poszczególnych podstron i odnośników jest metodą adaptującą interfejs do użytkownika. W taki sposób jest możliwość dostarczania kilku wersji

interfejsów dla różnych klastrów użytkowników. Zawsze należy weryfikować w kolejnych chwilach czy użytkownicy otrzymali interfejs bliższy żądaniom z ich strony czy nie. Niestety, nie zawsze dodanie lub usunięcie krawędzi i odnośnika spowoduje zmniejszenie kosztu użytkownika interfejsu, gdyż może się wtedy zmniejszyć wartość połączeniowości między odnośnikami skutkując rozproszenie odwiedzin na inne węzły. Żeby zapobiec temu należy rozwiązywać zadanie optymalizacji dwukierunkowo, poszukując optimum dwóch wartości – połączeniowości i osiągalności podstron zgodnie z historią użytkownika. Aktualnie kontynuowane są badania nad algorytmem przebudowy interfejsu oraz zbierane są dane o użytkowaniu przy użyciu Google Analytics i logów akcji użytkowników dla kilku portali internetowych.

Podziękowania

Badania, których wyniki są przedstawione w tym artykule, były częściowo sfinansowane przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka projekt nr POIG.01.03.01-00-008/08.

Literatura

- [1] Fu X., Budzik J., Hammond KJ., Mining navigation history for recommendation. Proceedings of the Intelligent User Interfaces Conference, ACM Press: New York (2000), 106–112.
- [2] Cross Selling, <http://en.wikipedia.org/wiki/Cross-selling>
- [3] Sobiecki J., Żatuchin D.: Knowledge and data processing in a process of website quality evaluation, New Challenges in Computational Collective

Intelligence, in: Studies in Computational Intelligence, Editors: Ngoc Thanh Nguyen, Radosław Katarzyniak, Adam Janiak, Springer, Berlin, vol. 244 (2009), pp. 51–61.

[4] Brin S., Page L., The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine, Proceedings of the Seventh International World Wide Web Conference, in: Computer Networks and ISDN Systems, Elsevier, vol. 30 (1998), 107-117.

[5] Yang S., An ontological website models-supported search agent for web services, Expert Systems with Applications, Elsevier, vol. 35, Issue 4 (2008), 2056-2073.

[6] Perkowski M., Etzioni O., Adaptive Sites: Automatically Learning from User Access Patterns, Department of Computer Science, University of Washington (1997)