

УДК 004.8

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.86.1.15

САМОВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ДИЗАЙНУ САЙТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

Фастовець В. І.¹, Шуляков В. М.¹

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. У статті наведено дослідження застосування генетичного алгоритму до веб-сайтів, розглянуті перспективи самостійного покращення сайтами деяких елементів свого дизайну. Розроблено генетичний алгоритм, що дозволить схрещувати обрані об'єкти веб-сторінок. Проаналізовані практичні інструменти визначення фенотипу об'єкта, що дозволить еволюціонувати дизайну сайту до більш конверсійного рівня.

Ключові слова: генетичний алгоритм, сайт, схрещування, дизайн, конверсія, об'єкт.

Вступ

У наш час обчислювальні пристрої і різні інформаційні технології широко використовуються для вирішення завдань різного спектра – від теоретичних до практичних. І хоча спектр завдань, для яких можливо знайти точне аналітичне або графічне рішення досить високий, не менше насичений і спектр завдань, для яких неможливо знайти точне рішення, завдань, для яких взагалі відсутнє загальне рішення, а також для яких достатньо вибрати рішення з деяким ступенем придатності.

Аналіз публікацій

Цю нішу зайняли еволюційні алгоритми пошуку [1–4]. Вони переважно не мають під собою математичного обґрунтування, але, використовуючи їх, можна отримати позитивний результат під час вирішення конкретного кола завдань.

Еволюційні алгоритми – напрямок в штучному інтелекті (розділ еволюційного моделювання), який використовує і моделює процеси природного відбору [5–7]. До них належать:

– генетичні алгоритми – евристичний алгоритм пошуку, який використовується для вирішення завдань оптимізації та моделювання шляхом випадкового підбирання, комбінування і варіації параметрів які необхідно знайти;

– генетичне програмування – автоматичне створення або зміна програм за допомогою генетичних алгоритмів;

– еволюційне програмування – цей термін є аналогічним терміну генетичне програмування, але структура програми постійна, змінюються тільки числові значення;

– еволюційні стратегії – майже теж саме, що і на генетичні алгоритми, але для наступного покоління передаються тільки позитивні мутації;

– нейроеволюція – є аналогом терміну генетичне програмування, але геноми є штучними нейронними мережами, в яких відбувається еволюція ваг за заданою топологією мереж або, крім еволюції ваг, також відбувається еволюція топології.

Генетичні алгоритми – це еволюційні алгоритми, призначені для вирішення завдань оптимізації. Вони засновані на пошуку кращих рішень за допомогою наслідування і посилення корисних властивостей багатьох об'єктів з певної області в процесі імітації їх еволюції. Під час вирішення реальних завдань вони можуть бути сформульовані як пошук оптимального значення, тобто складної функції, що залежить від деяких вхідних параметрів.

У деяких випадках потрібно знайти ті значення параметрів, за яких досягається найкраще точне значення функції. В інших випадках точний оптимум не потрібен, тоді рішенням може вважатися будь-яке значення, яке краще за деяку задану величини. У цьому випадку генетичні алгоритми часто є найбільш прийнятним методом для пошуку «гарних» значень. Сила генетичного алгоритму в його здатності маніпулювати одночасно багатьма параметрами. Вперше такий алгоритм, названий репродуктивним планом, був запропонований 1975 року Джоном Холландом (Мічиганський університет). Він покладений в основу практично всіх варіантів генетичних алгоритмів.

На сьогодні генетичні алгоритми застосовуються для вирішення таких завдань:

– оптимізація функцій;

- оптимізація запитів у базах даних;
- задачі компонування;
- різноманітні задачі на графах;
- задачі комівояжера;
- складання розкладів;
- теорія наближень;
- знаходження паросполучень;
- ігрові стратегії;
- налагодження та навчання штучної

нейронної мережі.

Генетичний алгоритм – це алгоритм, який базується на таких біологічних принципах:

- природний відбір;
- схрещування особин;
- мутація.

У генетичних алгоритмах використовуються такі поняття:

особина – це об'єкт, що володіє певними властивостями, які виділяють або однозначно ідентифікують його серед інших представників популяції;

ген – мінімальна одиниця успадкованої інформації, яка визначає одну певну властивість об'єкта;

алель – значення гена;

геном (хромосома) – набір усіх генів одного об'єкта;

генотип – закодоване рішення;

локус (місце розташування) – позиція гена в геномі (хромосомі).

Популяція – це набір об'єктів, який характеризується кількістю об'єктів, що в ньому знаходяться, і поколінням.

Покоління – порядковий номер популяції. Якщо після схрещування об'єктів першого покоління з'явилися нові, то їх набір є популяцією іншого другого покоління тощо.

Схрещування – це головна генетична операція. Вона є процесом створення нових об'єктів з двох або більше батьківських об'єктів. Під час схрещування об'єкти-нащадки успадковують властивості від об'єктів-батьків. Властивості кожного об'єкта визначаються його генами, успадкованими від батьків.

Фітнес-функція – цільова функція. Її визначення є найголовнішим кроком під час складання генетичного алгоритму. Вибір некоректної фітнес-функції призведе до неправильного результату. У цьому випадку неможливо знайти якусь загальну фітнес-функцію, яка була б правильною для всіх ситуацій. Тому зазвичай для кожного завдання підбирається або створюється власна фітнес-функція, яку буде неможливо застосовувати в інших умовах. Якщо у разі вико-

ристання фітнес-функції досягнута необхідна точність, алгоритм завершує свою роботу, тобто повторює всі кроки для отримання нового покоління і повторного використання фітнес-функції.

Природний відбір – процес відбору найбільш пристосованих об'єктів. «Виживуть» об'єкти, які більше за інші відповідають цільовій функції.

Мутація – випадкова зміна генома об'єкта. Мутації застосовуються для поліпшення і запобігання виродженню популяції (граничний стан, коли будь-яке схрещування створює нове покоління, яке нічим не відрізняється від попереднього). Це операція, яка здійснює випадкові зміни в різних хромосомах. Найпростіший варіант мутації полягає в випадковому зміні одного або більше генів. У генетичних алгоритмах мутація відіграє важливу роль для відновлення генів, що випали з популяції під час операції вибору, але вони можуть бути випробувані в нових комбінаціях або під час формування генів, які не були представлені в вихідній популяції.

Фенотип – розкодоване рішення.

Визначення мети й завдань

Основною метою нашої роботи є дослідження генетичного алгоритму для вдосконалення дизайну сайту інтернет-магазину. Сайт зможе самовдосконалюватися або еволюціонувати до професійного або більш конв'єрсійного рівня дизайну.

Застосування генетичного алгоритму до веб-сайтів

У роботі ми будемо досліджувати застосування генетичного алгоритму (рис. 1) до веб-сайтів, щоб дозволити їм самостійно покращувати деякі елементи свого дизайну. Щоб визначити, який з видів дизайну краще, в цільовій функції необхідно максимізувати конверсію. Під конверсією розуміється відсоток всіх користувачів, які відвідали сторінку та натиснули кнопку "Купити" або натиснули на рекламу. Також конверсія повинна враховувати час, який користувач знаходиться на веб-сторінці, та повторні відвідування веб-сайту.

Нехай спрощено веб-сайт, реалізований з таких блоків: назва, текст-опис, зображення, кнопка «Купити» та рекламне оголошення. Кожен з цих блоків містить геном, що характеризує такі властивості цього об'єкта: позиціонування, висота та ширина, колір, тінь,

розмір шрифту, відступи, ефекти наведення тощо.

Створимо популяцію веб-сторінок з різними властивостями (перше покоління). Користувачам будемо демонструвати випадково вибрані веб-сторінки, одночасно зберігаючи дані про конверсії.



Рис. 1. Генетичний алгоритм схрещування популяцій

У процесі природного відбору застосування цільової функції дозволить вибрати найбільш пристосовані веб-сторінки, які її максимізують, та позбавитись від тих, на яких користувачі перебувають менше часу, тобто менше натискають на рекламу і кнопку «Купити».

У генетичних алгоритмах за передачу ознак батьків нащадкам відповідає операція схрещування (її також називають кросовер або кросинговер). Цей оператор визначає передачу ознак від батьків нащадкам. Діє він таким чином:

- з популяції обираються дві особини, які будуть батьками;
- визначається точка розриву (за яким-небудь алгоритмом або ж випадко);
- нащадок визначається як конкатенація частини першого і другого з батьків.

Під час схрещування найбільш пристосованих до нього об'єктів будемо змішувати гени батьків. Наприклад, від двох об'єктів

беремо кнопку, від одного з батьків обираємо колір (зелений з дрібним шрифтом), від іншого (жовтий колір з великим шрифтом). Отже, може з'явитися кнопка-нащадок зеленого кольору з великим шрифтом або жовтого кольору з дрібним шрифтом.

Розглянемо більш докладно успадкування кольорів під час схрещування. Нехай колір нащадка визначається як середнє кольорів батьків. Наприклад, якщо кольором одного з батьків є $rgb(0,0,0)$, а іншого $rgb(255,255,255)$, то у нащадків буде колір $rgb(127,127,127)$. Тут тріада rgb – це три складові кольору red (червоний), $green$ (зелений) і $blue$ (синій).

Для кодування таких ознак можна використовувати найпростіший варіант – бітове значення цієї ознаки. Тоді будемо використовувати ген певної довжини, достатньої для подання всіх можливих значень такої ознаки.

Основний недолік такого кодування полягає в тому, що сусідні числа відрізняються в значеннях кількох бітів. Наприклад, числа 7 і 8 в бітовому поданні різняться в 4-х позиціях. Це ускладнює функціонування генетичного алгоритму і збільшує час, необхідний для його збіжності. Використовуємо код Грея, в якому сусідні числа відрізняються на один біт (табл. 1).

Таблиця 1 – Код Грея

Десятковий код	Двійковий код				Код Грея
	2^3	2^2	2^1	2^0	
0	0	0	0	0	0 0 0 0
1	0	0	0	1	0 0 0 1
2	0	0	1	0	0 0 1 1
3	0	0	1	1	0 0 1 0
4	0	1	0	0	0 1 1 0
5	0	1	0	1	0 1 1 1
6	0	1	1	0	0 1 0 1
7	0	1	1	1	0 1 0 0
8	1	0	0	0	1 1 0 0
9	1	0	0	1	1 1 0 1
10	1	0	1	0	1 1 1 1
11	1	0	1	1	1 1 1 0
12	1	1	0	0	1 0 1 0
13	1	1	0	1	1 0 1 1
14	1	1	1	0	1 0 0 1
15	1	1	1	1	1 0 0 0

У реалізації генетичного алгоритму хромосома є бітовим рядком фіксованої довжини. Довжина генів усередині хромосоми мо-

же бути однаковою або різною. Найчастіше застосовують гени однакової довжини. Нехай у об'єкта є 7 ознак, кожен закодований геном, довжиною в 4 елементи. Тоді довжина хромосоми $7 * 4 = 28$ біт.

Для певного відсотка об'єктів необхідно здійснювати мутації генів, щоб у новій популяції могли виникнути об'єкти з властивостями, відсутніми в батьківській популяції. Наприклад, у нас може з'явитися кнопка синього кольору, навіть якщо в популяції не було жодної кнопки такого кольору.

У генетичних алгоритмах мутація має велике значення з двох причин:

- гени, що випали з популяції під час операції вибору, можуть бути відновлені і перевірені в нових комбінаціях;
- можуть бути сформовані гени, які не були представлені в вихідній популяції.

Інтенсивність мутацій визначається їх коефіцієнтом, що є часткою генів, які піддаються мутації на цій ітерації, в розрахуванні на їх загальне число. Якщо значення цього коефіцієнта занадто мале, це призводить до того, що багато генів, які могли б бути корисними, ніколи не будуть розглянуті. Але занадто велике значення коефіцієнта мутацій призведе до того, що нащадки перестануть бути схожими на батьків, а алгоритм втрапить можливість навчатися, зберігаючи спадкові ознаки.

Під час програмування мутацій необхідно додати випадкову зміну кольору. Кольором отриманих нащадків може бути, наприклад, rgb (125,127,130).

Отримаємо спрощений генетичний алгоритм:

1) створюємо N веб-сторінок першої популяції. Для кожної веб-сторінки задаємо геном, що визначає її властивості;

2) різним користувачам будемо показувати випадково вибрані веб-сторінки, зберігаючи дані про конверсі;

3) здійснюємо природний відбір: відбираємо більш пристосовані веб-сторінки, що максимізують фітнес-функцію, інші не розглядаємо;

4) схрещуємо відібрані веб-сторінки, отримуючи нове покоління. Дуже важливим є вибір або розроблення алгоритму схрещування. Для схрещування кольору об'єкта запроваджуємо таке правило: нехай нащадки отримують 2 гена від першого батька і 1 ген від другого. Якщо перший з батьків має геном rgb (115,5,183), а другий – rgb (148,210,155), то можуть утворитися нащад-

ки з геномами rgb (115,5,155), rgb (115,210,183) тощ;

5) здійснюємо мутацію деяких веб-сторінок поточного покоління;

б) повертаємось до пункту 3 і повторюємо цикл до тих пір, поки фітнес-функція не досягне максимального значення.

Якщо результат нас не влаштовує, ці кроки повторюються до тих пір, поки результат нас не почне задовольняти або не буде виконана одна з нижче перерахованих умов, а саме:

- кількість поколінь (циклів) досягне заздалегідь обраного максимуму;
- вичерпано час на мутацію.

Тепер, щоб визначити фенотип об'єкта (тобто значення ознак, що його описують), нам необхідно тільки знати значення генів, що відповідають цим ознакам, тобто генотип об'єкта.

Висновки

Таким чином, застосування генетичного алгоритму призведе до того, що наша веб-сторінка через деякий час за умови великої кількості користувачів зможе самовдосконалюватись або еволюціонувати до професійного або більш конверсійного рівня дизайну.

Література

1. Вороновский Г. К. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. Харьков, 1997. 112 с.
2. MartiNez-Torres M. R., Toral S.L., Palacios B., Barrero F. An evolutionary factor analysis computation for mining website structures. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 2012. №14. P. 11623-11633.
3. Moataz A. Ahmed, Fakhreldin Ali, Multiple-path testing for cross site scripting using genetic algorithms. *Journal of Systems Architecture: the EUROMICRO Journal*, 2016. №64. P. 50-62.
4. Vijay Kumar, Kumar Dilip, Multi-criteria website optimisation using NSGA-II. *International Journal of Business Information Systems*, 2016. №21. P. 418-438.
5. Yan-Kwang Chen, Fei-Rung Chiu, Hung-Chang Liao, Chien-Hua Yeh. Joint optimization of inventory control and product placement on e-commerce websites using genetic algorithms. *Electronic Commerce Research*, 2016. №16. P. 479-502.
6. Ivory M. Y., Megraw, R. Evolution of web site design patterns. *ACM Transactions on Information Systems*, 2005. №23. P. 463-497.
7. Lavie T., Tractinsky N. Assessing Dimensions of Perceived Visual Aesthetics of Web Sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2004. №60. P. 269-298.

References

1. Voronovskiy G. K. Geneticheskiye algoritmy, iskusstvennyye neyronnyye seti i problemy virtual'noy real'nosti [Genetic algorithms, artificial neural networks and virtual reality problems], Kharkov, 1997. 112 p. [in Russian]
2. MartiNez-Torres M. R., Toral S. L., Palacios B., Barrero F. An evolutionary factor analysis computation for mining website structures. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 2012. №14, pp. 11623-11633.
3. Moataz A. Ahmed, Fakhreldin Ali, Multiple-path testing for cross site scripting using genetic algorithms. *Journal of Systems Architecture: the EUROMICRO Journal*, 2016. №64. pp. 50-62.
4. Vijay Kumar, Kumar Dilip, Multi-criteria website optimisation using NSGA-II. *International Journal of Business Information Systems*, 2016. №21, pp. 418-438.
5. Yan-Kwang Chen, Fei-Rung Chiu, Hung-Chang Liao, Chien-Hua Yeh. Joint optimization of inventory control and product placement on e-commerce websites using genetic algorithms. *Electronic Commerce Research*, 2016. №16, pp. 479-502.
6. Ivory M. Y., Megraw, R. Evolution of web site design patterns. *ACM Transactions on Information Systems*, 2005. №23, pp. 463-497.
7. Lavie T., Tractinsky N. Assessing Dimensions of Perceived Visual Aesthetics of Web Sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2004. №60, pp. 269-298.

Фастовець Валентина Іванівна¹, к.т.н., доц., тел. +380632840672, tinafast2013@gmail.com

Шуляков Владислав Миколайович¹, асистент, тел. +380931857595, jason07@ukr.net,

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Самосовершенствование элементов дизайна сайта с помощью генетического алгоритма

Аннотация. В статье приведено исследование применения генетического алгоритма к веб-сайтам, рассмотрены перспективы самостоятельного улучшения сайтами некоторых элементов своего дизайна. Разработан генетический алгоритм, что позволит скрещивать выбранные объекты веб-страниц. Проанализированы практические инструменты определения фенотипа объекта, что позволит эволюционировать дизайну сайта до более конверсионного уровня.

Ключевые слова: генетический алгоритм, сайт, скрещивание, дизайн, конверсия, объект.

Фастовець Валентина Іванівна¹, к.т.н., доц., тел. +380632840672, tinafast2013@gmail.com

Шуляков Владислав Николаевич¹, асистент, тел. +380931857595, jason07@ukr.net,

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, г. Харків, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Self-modernization of website design elements using a genetic algorithm

Abstract: Problem. Nowadays, computing devices and various information technologies are widely used to solve tasks of a wide variety from theoretical to practical. Now it becomes important to solve tasks for which it is impossible to find the exact solution, tasks for which there is no general solution in principle, as well as epy tasks for which it is sufficient to choose a solution with some degree of application. **Goal.** To explore the application of the genetic algorithm to websites to allow them to modernize some of their design elements on their own. To determine which designs are better, it is necessary to maximize conversion in the goal function of the genetic algorithm. **Methodology.** A sample of a website that is implemented from the following blocks: headline, text description, image, buy button, and ad, is considered. Each of these blocks will have a genome that characterizes the following properties of this object: positioning, height and width, color, shadow, font size, hover effects, and more. **Results.** The article presented the study of the application of the genetic algorithm to websites, and the perspectives for independent improvement of some elements and its design by sites were considered. **Originality.** A genetic algorithm has been developed that will allow you to mix selected objects of web pages. **Practical value.** Practical tools for determining the phenotype of an object were analyzed, and this will allow the site design to evolve to a more conversion level.

Keywords: genetic algorithm, site, mixing, design, conversion, object.

Fastovec Valentyna Ivanivna¹, assistant professor, cand. eng. sc., tel. +380632840672, tinafast2013@gmail.com,

Shuliakov Vladislav Mikolayovytch¹, assistant lecturer, tel. +380931857595, jason07@ukr.net,

¹Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.