

УДК 339.138

Хасан Алі Аль-Абабнех
кандидат технічних наук,
аспірант кафедри міжнародної економіки
Національного авіаційного університету

МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛАМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

DEFINITION OF ADVERTISING MODEL OF EFFICIENCY USING GENETIC ALGORITHM

АНОТАЦІЯ

Здійснено аналіз факторів, що формують ефективність рекламного процесу. Ці фактори представлені як контрольованими (внутрішніми) процесами, так і процесами автономними, незалежними від рекламодавця і такими, що не піддаються корекції. Визначено статистичні характеристики реклами. У цій роботі запропоновано метод визначення ефективності рекламної комунікації із застосуванням методики моделювання нечітких систем. Деталізовані основні стадії побудови нечіткої нейросистеми, яка в наведеному дослідженні є структурною основою, що відображає основні послідовності розрахунків. Відзначено основні етапи моделювання та представлено опис базової моделі. Особливу увагу приділено етапу адаптації параметрів моделі, розглянуті основні послідовності цього етапу. Описано процес впровадження на цьому етапі генетичного алгоритму і розглянута суть цього алгоритму з точки зору раціональності застосування в цьому зразку моделювання. Наведено пропонувані формули основних розрахунків. Зроблено висновки про результати запропонованого моделювання і про можливість застосування на практиці описаної методики. Розглянуто переваги та недоліки запропонованої методики.

Ключові слова: реклама, ефективність реклами, нечітке моделювання, генетичний алгоритм.

АННОТАЦІЯ

Осуществлен анализ факторов, формирующих эффективность рекламного процесса. Данные факторы представлены как контролируемые (внутренними) процессами, так и процессами автономными, не зависящими от рекламодателя и не поддающиеся коррекции. Определены статистические характеристики рекламы. В данной работе предложен метод определения эффективности рекламной коммуникации с применением методики моделирования нечетких систем. Детализированы основные стадии построения нечеткой нейросистемы, которая в приведенном исследовании является структурной основой, отображающей основные последовательности расчетов. Отмечены основные этапы моделирования и представлено описание базовой модели. Особое внимание уделено этапу адаптации параметров модели, рассмотрены основные последовательности данного этапа. Описан процесс внедрения на данном этапе генетического алгоритма и рассмотрена суть данного алгоритма с точки зрения рациональности применения в данном образце моделирования. Приведены предлагаемые формулы основных расчетов. Сделаны выводы о результатах предложенного моделирования и о возможности применения на практике описанной методики. Рассмотрены преимущества и недостатки предлагаемой методики.

Ключевые слова: реклама, эффективность рекламы, нечеткое моделирование, генетический алгоритм.

ANNOTATION

The analysis of factors shaping the effectiveness of the advertising process. These factors are represented as controlled (internal) processes, and the processes of self-contained, independent from the advertiser, and not amenable to correction. Defined statistical characteristics of advertising. In this paper we propose a method for determining the effectiveness of advertising communi-

cation with the use of fuzzy systems modeling techniques. Detailed main stages of building a fuzzy neural network systems, which in the above study is the structural basis for mapping the basic sequence of calculations. It noted the main stages of modeling and a description of the basic model. Particular attention is paid to the stage adaptation of the model parameters, the basic sequence of steps. The process of implementation at this stage of the genetic algorithm, and the algorithm are discussed from the point of view of rational use in the simulation sample. Results suggested basic formula calculations. Conclusions on the results of the proposed model and the possibility of applying in practice the described technique. The advantages and disadvantages of the proposed methodology.

Keywords: advertising, advertising effectiveness, fuzzy modeling, genetic algorithm.

Постановка проблеми. Питання визначення ефективності реклами досі відкрите, оскільки процес є динамічним та багатофакторним. Загальноприйнятої методики визначення критеріїв та показників результативності рекламної комунікації не існує. В той же час реклама є невід'ємною часткою стратегії збуту. Оцінювання ефекту від рекламної кампанії надає змогу приймати адекватні управлінські рішення, тому застосування найбільш інформативного та достовірного методу визначення ефективності функціонування реклами є необхідним. На тлі цього важливою є розробка альтернативного класичним методу визначення результатів рекламної діяльності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій підтверджує актуальність цього питання щодо методик оцінювання ефекту від реклами. У своїх наукових публікаціях М. Чумаченко, О. Амоша, Ю. Макогон, І. Булеєв, О. Мартякова, В. Новицький, Г. Скудар, В. Панков, О. Новікова, Н. Янковський, Ю. Гохберг і інші торкаються актуальних маркетингових питань й акцентують увагу на вирішенні окремих ринкових проблем за рахунок активізації маркетингового механізму і його інструментарію.

Виділення частин загальної проблеми, що не були вирішені раніше. Більшість процесів та складових маркетингових заходів мають лінгвістичне вираження очікуваних кінцевих показників, що ускладнює інтерпретацію отриманих результатів з поставленими цілями та ускладнює процес прийняття рішення щодо доцільності та ефективності заходу. Проблема була вирішена за допомогою математичного

моделювання нечітких систем, але питання вибору оптимального методу між класичними методами параметральної ідентифікації та альтернативними методами, а саме методами метаевристички, детально не розглядалося.

Мета статті – зробити аналіз можливості і доцільності застосування нечіткого моделювання з елементами метаевристички для оцінювання ефективності рекламного процесу.

Матеріали та методи. При написанні статті були використані методики дослідження, аналізу та синтезу – для визначення сутності та значення елементів планування рекламної кампанії; метод порівняння – для визначення пріоритетного методу оцінки елементів планування; метод математичного моделювання – для підтвердження можливості практичного використання та інформативності отриманих показників.

Результати дослідження. Суть поняття ефективності реклами набагато ширше, ніж просто показник збільшення товарообігу. Поняття ефективності включає процес дослідження і вихід на новий сегмент ринку, підвищення або зниження цін, ребрединг, охоплення нової цільової аудиторії і т. д. В той же час, на показники ефективності рекламного процесу впливає безліч незалежних від рекламодавця і неконтрольованих факторів (зміна курсу валют, особливості національного законодавства, політична ситуація, форс-мажорні обставини та ін.) [1, с. 258].

Тобто, рекламний процес характеризується динамічністю, багатфакторністю, наявністю великою кількістю характеристик процесу і т. д. З огляду на це, пропонується використання для визначення ефективності рекламного процесу нечіткого моделювання, а саме моделювання із застосуванням на етапі адаптації параметрів моделі генетичного алгоритму з імітацією відпаду.

Ідея генетичних алгоритмів була запропонована Дж. Холландом в 70-х роках ХХ ст., а їх інтенсивний розвиток і практична реалізація для чисельних оптимізаційних розрахунків були ініційовані Д. Гольдбергом.

Генетичний алгоритм заснований на принципах природного відбору і успадкування. Перевага методу в паралельній обробці безлічі альтернативних рішень. У пошуку беруть участь як найбільш перспективні так і гірші рішення.

Генетичні алгоритми імітують процеси успадкування властивостей живими організмами і генерують послідовності нових векторів, що містять оптимізовані змінні, при цьому виконуються операції трьох видів: селекція, схрещування і мутація.

Окремі компоненти вектора можуть кодуватися в двійковій системі або натуральними числами. При двоїчному кодуванні застосовується звичайний код, або код Грея. Після відповідного масштабування окремі біти представляють конкретні значення параметрів, що підлягають оптимізації.

Кожному вектору відповідає певне значення цільової функції. Генетичні операції (селекція,

схрещування і мутація) виконуються для відбору таких значень змінних вектора, при яких максимізується величина так званої функції пристосованості (англ. : *fitness function*). Функція пристосованості визначається через цільову функцію шляхом її інвертування (цільова функція мінімізується, а функція пристосованості максимізується).

На початковій стадії виконання генетичного алгоритму ініціюється певна популяція хромосом (векторів). Вона формується випадковим чином, хоча застосовуються також і самонавідні способи (якщо їх можна визначити заздалегідь). Розмір популяції, як правило, пропорційний кількості оптимізованих параметрів. Занадто мала популяція хромосом призводить до замикання в неглибоких локальних мінімумах. Занадто велика їх кількість надмірно подовжує обчислювальну процедуру і також може не привести до точки глобального мінімуму.

При випадковому виборі векторів складових вихідної популяції хромосом, вони статистично незалежні і є початковим зануренням в простір параметрів. Одна частина цих хромосом краще «пристосована до існування» (у них великі значення функції відповідності та менші – цільової функції), а інша частина – гірше. Впорядкування хромосом в популяції, як правило, проводиться в напрямку від кращих до гірших. Хромосоми відбираються (піддаються селекції) для формування чергового покоління за значеннями функції відповідності.

Селекція хромосом для спарювання (необхідного для створення нового покоління) може ґрунтуватися на різних принципах. Одним з найбільш поширених вважається принцип елітарності, відповідно до якого найбільш пристосовані хромосоми зберігаються, а найгірші відбраковуються і замінюються новоствореним потомством, отриманим в результаті схрещування пар батьків. На етапі схрещування підбираються такі пари хромосом, потомство яких може бути включено в популяцію шляхом селекції. Існує безліч способів спарювання, від повністю випадкового (як правило, серед найбільш пристосованих хромосом), через виважено-випадкове спарювання і аж до так званої турнірної системи. В останньому випадку випадковим чином відбирається кілька хромосом, серед яких визначаються найбільш пристосовані (з найменшим значенням цільової функції). З переможців послідовно проведених турнірів формуються пари для схрещування.

При виважено-випадковій системі в процесі відбору враховується інформація про поточне значення функції пристосованості. Відбір може відбуватися за принципом «рулетки», при цьому площа сегмента колеса рулетки, відповідного конкретній хромосомі, пропорційна величині її відносної функції пристосованості.

Процес схрещування заснований на розтині пари хромосом на дві частини з подальшим обміном цих частин в хромосомах батьків.

Місце розтину також вибирається випадковим чином.

Остання генетична операція – це мутація, яка полягає у заміні значень окремих бітів (при двоїчному кодуванні) на протилежні. При кодуванні натуральними десятковими цифрами мутація полягає в заміні значення будь-якого елемента вектора іншим, випадково обраним допустимим значенням.

Мутація забезпечує захист як від надто раннього завершення алгоритму (в разі вирівнювання значень всіх хромосом і цільової функції), так і від представлення до будь-якої конкретної позиції всіх хромосом одного і того ж значення. Однак випадкові мутації призводять до пошкодження вже частково пристосованих векторів. Зазвичай мутації піддається не більше 1-5% біт всієї популяції хромосом. Як і при виконанні більшості генетичних операцій, елемент, що піддається мутації, відбирається випадковим чином.

Дослідженнями доведено, що кожне наступне покоління, сформоване після виконання селекції, схрещування і мутації, має статистично кращі середні показники пристосованості (менші значення цільової функції).

Як остаточне рішення приймається найбільш пристосована хромосома, що має мінімальне значення цільової функції. Генетичний процес завершується, якщо нас задовольняє рішення в момент генерації, або при виконанні максимально допустимої кількості ітерацій.

При реалізації генетичного процесу відстежується, як правило, не тільки мінімальне значення цільової функції, а й середнє значення по всій популяції хромосом, а також їх варіації. Рішення про зупинку алгоритму може застосовуватися і в разі відсутності прогресу мінімізації, що визначається по змінах названих характеристик.

Побудова моделі оцінювання ефективності функціонування реклами включає в себе:

- формування нечітких правил, на основі яких конструюється модель;
- створення структури моделі;
- розробку процедури оцінювання за моделлю;
- вибір критерію якості для навчання моделі;
- адаптація параметрів моделі.

Використовувані при побудові моделі нечіткої нейромережі нечіткі правила мають вигляд: ПРАВИЛО k : ЯКЩО умова k ТО висновок k (F^k), де k – номер правила,

F^k – коефіцієнт визначеності, коефіцієнт впевненості або ваговий коефіцієнт нечіткого правила (приймає значення з інтервалу $[0,1]$), $k \in \overline{1, r}$.

Як базова модель запропонована модель чотиришарової нечіткої нейронної мережі, структура якої формується за наступним принципом:

- вхідний (нульовий) шар містить нейрони, які відповідають факторам впливу на ефек-

тивність функціонування реклами, кількість нейронів $N^{(0)} = n$;

- перший шар реалізує фазифікацію (процедуру визначення ступеня істинності підумови нечітких правил);

- другий шар реалізує агрегування підумови (визначення ступеня істинності умови цього правила за ступенями істинності складових його підумови);

- третій шар реалізує активізацію правил (визначення ступеня істинності укладення цього правила за ступенем істинності його умови і його вагового коефіцієнту);

- четвертий (вихідний) шар реалізує агрегування висновків (об'єднання ступеня істинності однакових висновків для отримання ступеня істинності підсумкового висновку).

Процедура оцінювання за моделлю проходить наступними етапами:

- фазифікація;
- агрегування підумови;
- активізація висновків;
- агрегування висновків.

Вибір критерію якості для навчання моделі визначається на основі мінімуму середньоквадратичної помилки (різниці виходу за моделлю і реального виходу).

Адаптацію параметрів моделі пропонує провести на основі генетичного алгоритму, який включає в себе наступні блоки:

- уявлення особин і створення вихідної популяції;
- завдання фітнес-функції;
- оператор репродукції (селекції);
- оператор кросинговеру (кросовера, рекомбінації);
- оператор мутації;
- оператор редукції;
- умова зупинки.

Генетичний алгоритм заснований на принципах природного відбору та успадкування. Перевага методу в паралельній обробці безлічі альтернативних рішень. У пошуку беруть участь як найбільш перспективні, так і гірші рішення [2, с. 20].

На етапі представлення особин і створення вихідної популяції в якості хромосоми, яка містить значення параметрів функцій приналежності і являє s -ю особину популяції з речовими генами, виступає згенерований випадковим чином вектор:

$$h_s = (h_{s1}, \dots, h_{sK}), \quad s \in \overline{1, Q}, \quad (1)$$

$$h_{sk} = lh_k + (rh_k - lh_k) \text{rand}(), \quad k \in \overline{1, K},$$

де Q – потужність популяції, lh_k, rh_k – ліва і права межа значень k -го гена хромосоми,

K – кількість генів хромосоми, $K=3N^{(1)}$.

В якості фітнес-функції (показника якості) пропонує використовувати критерій мінімуму середньоквадратичної помилки:

$$F = \frac{1}{P} \frac{1}{N^{(4)}} \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{N^{(4)}} (y_{pj} - d_{pj})^2 \rightarrow \min_{a_i^v, b_i^v, c_i^v}, \quad (2)$$

де P – кількість тестових реалізацій,
 $y_p = (y_{p1}, \dots, y_{pN(4)})$ – оцінка ефективності функціонування, отримана по моделі,
 $d_p = (d_{p1}, \dots, d_{pN(4)})$ – реальна оцінка ефективності функціонування.

В якості оператора репродукції, який дозволяє відібрати кращі особини, тобто значення параметрів функцій приналежності, які задовольняють (2), використовуємо комбінацію пропорційного відбору, в однаковій мірі можливого (однорідного) відбору і імітації відпалу. Це дозволяє визначити ймовірність вибору s -й особини (певних чисельних значень параметрів функцій приналежності) у вигляді:

$$P(\bar{h}_s) = \frac{1}{Q} \exp(-1/g(t)) + \frac{F(\bar{h}_s)}{\sum_{q=1}^Q F(\bar{h}_q)} (1 - \exp(-1/g(t))), \quad s \in \bar{1}, \bar{Q}, \quad (3)$$

$$g(t) = \beta g(t-1), \quad 0 < \beta < 1, \quad g(0) = T_0, \quad T_0 > 0,$$

де t – номер ітерації,

β та T_0 – параметри, що розраховуються експериментально.

Таким чином, на ранніх стадіях роботи генетичного алгоритму використовуємо рівноймовірний відбір, що забезпечує дослідження всього простору пошуку, а на заключних стадіях використовуємо пропорційний відбір, що забезпечує збереження кращих особин і робить пошук спрямованим.

В якості оператора кросинговеру, який схрещує дві хромосоми з безлічі відібраних оператором репродукції, тобто комбінує певні чисельні значення параметрів функцій приналежності, використовуємо однорідний кросинговер. Для вибору схрещуваних хромосом використовуємо комбінацію аутбридинга, інбридингу і імітації відпалу.

Після кросинговеру для забезпечення різноманітності хромосом, тобто значень параметрів функцій приналежності, які задовольняють (2), використовуємо оператор мутації. Випадково вибирається хромосома. Потім випадково вибирається ген хромосоми, до якого додається крок мутації Δ .

Визначення ймовірності неоднорідної мутації базується на імітації відпалу та має вигляд:

$$P_m = P_{0m} \exp(-1/g(t)), \quad (4)$$

$$g(t) = \beta g(t-1), \quad 0 < \beta < 1, \quad g(0) = T_0, \quad T_0 > 0,$$

де P_{0m} – початкова ймовірність мутації, що вираховується експериментально.

Таким чином, на ранніх стадіях роботи генетичного алгоритму з високою ймовірністю відбувається мутація з великим кроком, що забезпечує дослідження всього простору пошуку, а на заключних стадіях ймовірність мутації і її крок наближаються до нуля, що забезпечує збереження кращих особин і робить пошук спрямованим.

В якості оператора редукції, який дозволяє вибрати особини, тобто значення параметрів функцій приналежності, з безлічі, отриманого об'єднанням попередньої популяції з результатами кросинговеру і мутації, використовуємо комбінацію рівноймовірної схеми, селекційної схеми і імітації відпалу.

В якості умови зупинки використовуємо:

– перевищення максимальної кількості ітерацій;

– перевищення числа поколінь, протягом яких не покращується результат.

Результатом роботи генетичного алгоритму є хромосома (значення параметрів функцій приналежності) з максимальним значенням фітнес-функції.

Висновки. Таким чином, на ранніх стадіях роботи генетичного алгоритму працює рівноймовірна схема, що забезпечує дослідження всього простору пошуку, а на заключних стадіях працює селекційна схема, що забезпечує збереження кращих особин і робить пошук спрямованим.

Перевагою алгоритму відпалу є успішне проходження локальних мінімумів і простота в реалізації, недоліками – великі часові витрати при не завжди точних результатах.

Ідентифікація нечітких систем відіграє принципову роль у теорії управління, оскільки така система може бути побудована або на основі спостережуваних даних, або на основі знань експерта, або на спільному використанні і знань і даних.

Запропонована модель витримує тестові випробування та пропонується мною до використання при проведенні аналізу ефективності функціонування реклами.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Дорошев В.И. Введение в теорию маркетинга. Москва – 2000. – 258 с.
2. Ходашинський І.А. Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы // Проблемы управления. – 2009. – № 4. – С. 15–23.
3. Смельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория і практика еволюційного моделювання. – М: Фізматлит, 2003. – 432 с.
4. Пантелеев А.В. Метаевристичні алгоритми пошуку глобального екстремуму. – М: МАІ – Принт, 2009. – 159 С. – 12.
5. Ходашинський І.А. Оцінювання величин нечіткої арифметики // Автометрія. – 2004. – № 3. – С. 21-31.
6. Росситер Дж., Персі Л. Реклама і просування. – СПб.: Питер, 2001.
7. Сендіджа Ч. Реклама: теорія і практика. / Пер. з англ. – М.: Сирин, 2001.
8. Смирнов Е.А. Управление якістю реклами. – М.: РВП-холдинг, 2001.