

ПОЗИЦІЮВАННЯ ПРОДУКТУ НА ОСНОВІ САМООРГАНІЗОВАНИХ КАРТ

У статті подано методологію, що ідентифікує місце нового продукту в просторі атрибутів і базується на принципах карт Кохонена. Представлений алгоритм може застосовуватися для багатьох цільових функцій, використовуваних в задачах позиціонування продукту, зокрема, при конкурентному середовищі, коли інші конкуруючі продукти вже присутні на ринку.

В работе представлена методология, которая идентифицирует место нового продукта в пространстве атрибутов и базируется на принципах карт Кохонена. Данный алгоритм может применяться для многих целевых функций, используемых в задачах позиционирования продукта, в частности, в случае конкурентной среды, когда другие конкурирующие продукты уже присутствуют на рынке.

The article presents a methodology that identifies the position of a new product in the attribute space and is based on principles of Kohonen's maps. The presented algorithm can be used for many objective functions, utilized in the product positioning problem, in particular, in competition environment, when other competing products are already present in the market.

Ключові слова: позиціонування продукту, простір атрибутів, алгоритм, самоорганізовані карти Кохонена.

Проблема відбору рівня різних особливостей продукту визначається як проблема позиціонування продукту і є однією з важливих завдань сучасного маркетингу.

Аналітичне дослідження позиціонування продукту бере свій початок від праці А.Шокера і В.Срінівасана [1], які першими представили продукти і споживчу перевагу як точки в спільному просторі атрибутів. У цій структурі атрибути представляють різні особливості продукту, а кожен споживач асоціюється з вектором у просторі атрибутів, який характеризує особливості продукту з точки зору переваг користувача. Такий вектор зветься ідеальною точкою споживача. Мета полягає в розміщенні продукту в просторі атрибутів таким чином, щоб він був «найближчим» до переваг (ідеальних точок) для найбільшої кількості споживачів. А.Шокер і В.Срінівасан [1] моделювали відстань між продуктом й ідеальними точками споживачів як зважену евклідову відстань. Їхня праця надихнула на подальші дослідження, які базувалися на методах багатовимірного масштабування [2-4].

У статті пропонується метод розв'язання задачі позиціонування продукту з використанням штучних нейронних мереж. Така нейронна архітектура відома як самоорганізована карта Кохонена (self-organizing map – SOM) [5] – це набір аналітичних процедур і алгоритмів, які дають змогу перетворити традиційний опис множини об'єктів, заданих у багатовимірному просторі атрибутів, у двовимірну карту. Тобто багатовимірні об'єкти, сукупність яких важко аналізувати, отримують простий і наглядний вигляд на карті, яка зберігає їхні основні властивості.

Серед переваг цього підходу можна виокремити [6]:

❖ виявлення груп об'єктів (кластерів) з однаковими характеристиками за

їхнім розташуванням на карті;

- ❖ перевірку виявлених груп за їхніми властивостями;
- ❖ виявлення неявних зв'язків і закономірностей між атрибутами;
- ❖ оцінку об'єктів у динаміці (в цілому і по кожному кластерові);
- ❖ позиціонування на карту нових об'єктів для визначення їхнього рейтингу;
- ❖ прогнозування значень одних атрибутів через інші;
- ❖ фільтрування об'єктів завдяки унікальним пошуковим критеріям.

Метод є інструментом прийняття рішення, надаючи маркетологам можливість легко ідентифікувати області, де можна позиціонувати нові продукти.

Моделі вибору продукту споживачем можна класифікувати на два типи, а саме: моделі єдиного вибору і моделі множинного вибору (або імовірнісні моделі) [7]. У першому випадку споживачі купують лише продукт, «найближчий» до продукту, якому надається перевага, званого також ідеальною точкою споживача [1].

Карта Кохонена може бути адаптованою для розв'язання проблеми позиціонування нових продуктів у просторі атрибутів, задаючи ідеальні точки споживачів. Нехай існує K споживачів на ринку, а продукти мають Z атрибутів. Тоді визначимо ідеальну точку i -го споживача на момент часу t як

$$x_i(t) = [x_{i1}(t), x_{i2}(t), \dots, x_{iZ}(t)]^T \in R^Z,$$

де $i = 1, 2, \dots, K$. Оскільки аргумент часу в зазначеному визначенні посилається на періоди часу SOM-алгоритму, то можна припустити, що ідеальні точки споживачів на час роботи алгоритму залишаються фіксованими. Тому надалі позначимо ідеальну точку i -го споживача через x_i . Крім того, позначимо через

$$m_j(t) = [m_{j1}(t), m_{j2}(t), \dots, m_{jZ}(t)]^T \in R^Z$$

координати нового продукту j у просторі атрибутів, де $j = 1, 2, \dots, M$. Це означає, що на ринок буде введено M нових продуктів.

Нехай $U_{ij} = (\|x_i - m_j(t)\|)$ є корисністю, отриманою i -им споживачем від j -го продукту. Корисність є функцією деякої норми відстані між ідеальною точкою споживача x_i і продуктом $m_j(t)$. Згідно з принципами економічної теорії, U_{ij} має зростати, коли $\|x_i - m_j(t)\|$ зменшується. Тоді загальна мета полягатиме в розміщенні нових продуктів (нейронів) таким чином, щоб максимізувати повну корисність, отриману всіма споживачами. Еквівалентно, завдання полягає в знаходженні таких координат нових продуктів у просторі атрибутів, котрі мінімізують повну безкорисність, отриману всіма споживачами [8]. Математичне формулювання зазначеної задачі можна записати таким чином:

$$\min_{m_{wi}} \sum_{i=1}^K \min_j \{-U_{ij}[\|x_i - m_j(t)\|]\}, j = 1, 2, \dots, M. \quad (1)$$

Далі наведено алгоритм розв'язання проблеми позиціювання продукту з використанням карт Кохонена.

Крок 1.

1.1. Установити початкові значення $m_j(t)$, $j=1, 2, \dots, M$, тобто $m_j(0)$.

1.2. Установити початковий темп навчання $\alpha(0)$.

1.3. Установити початковий радіус околу $N_j(t)$ j -го нейрона (продукту), тобто $N_j(0)$.

Крок 2. Поки умова зупинки алгоритму хибна, виконувати кроки 3 і 4, інакше зупинити алгоритм.

Крок 3. Для кожної ідеальної точки споживача x_i , де $i=1, 2, \dots, K$, виконати:

3.1. Визначити нейрон-переможець $m_{wi}(t)$ для ідеальної точки споживача x_i , що задовольняє умову:

$$-U[\|x_i - m_{wi}(t)\|] = \min_j \{-U[\|x_i - m_j(t)\|]\}.$$

3.2. Ідентифікувати всі нейрони, які належать околу $N_{wi}(t)$.

3.3. Обновити базові вектори нейрона за формулою:

$$m_j(t) = \begin{cases} m_j(t) + \alpha(t)[x_i - m_j(t)], & \text{якщо } j \in N_{wi}(t), \\ m_j(t), & \text{якщо } j \notin N_{wi}(t). \end{cases}$$

Крок 4.

4.1. Обчислити нове значення темпу навчання $\alpha(t+1)$.

4.2. Зменшити значення радіуса околу.

4.3. Перейти на крок 2.

У кінці роботи алгоритму i -й споживач придбає продукт, найближчий до його ідеальної точки. Цей продукт представлений його нейроном-переможцем m_{wi} , який задовольняє рівність

$$-U[\|x_i - m_{wi}(t)\|] = \min_j \{-U[\|x_i - m_j(t)\|]\}.$$

У структурі ймовірнісного вибору кожен продукт містить деяку вірогідність купівлі споживачем. Нехай $P_{ij} = f[\|x_i - m_j(t)\|]$ - ймовірність того, що i -й споживач придбає j -й продукт. Метою тепер стає мінімізація повної очікуваної безкорисності, яку задають:

$$\min_{m_{wi}} \sum_{i=1}^K \min_j \{-P_{ij} U_{ij}[\|x_i - m_j(t)\|]\}, \quad j = 1, 2, \dots, M. \quad (2)$$

Залежно від природи функції корисності, задана в (2) програма може розв'язувати задачі з різними цільовими функціями. Наприклад, якщо $U_{ij} = p_j$, де p_j - доходи, отримані від продажу одиниці j -го продукту, то згадана програма відповідає максимізації очікуваних доходів, отриманих від продажу нових продуктів. Аналогічно, якщо $U_{ij} = 1$, то рівняння (2) стає програмою максимізації долі на ринку. Алгоритм SOM, котрий репрезентує задачу позиціювання продукту в моделі єдиного вибору, треба адаптувати для

багатовибірною сценарію. Отже, Крок 3 може бути адаптований таким чином:

3.1. Знайти нейрон-переможець $m_{wi}(t)$ для ідеальної точки споживача x_i , для якого має місце співвідношення

$$-P_{ij}U[\|x_i - m_{wi}(t)\|] = \min_j \{-P_{ij}U[\|x_i - m_j(t)\|]\}.$$

3.2. Ідентифікувати всі нейрони, які належать до околу $N_{wi}(t)$.

3.3. Оновити базові вектори нейрона таким чином:

$$m_j(t) = \begin{cases} m_j(t) + \alpha(t)P_{ij}[x_i - m_j(t)], & \text{якщо } j \in N_{wi}(t), \\ m_j(t), & \text{якщо } j \notin N_{wi}(t). \end{cases} \quad (3)$$

Решта кроків алгоритму залишаються без змін. Зазначимо, що в цьому кроці мультिवибірною сценарію нейрон-переможець для кожної ідеальної точки споживача є саме тим, який має мінімальну очікувану безкорисність. Крім того, як впливає з рівняння (3), оновлення нейронів, що належать околу нейрона-переможця, також «зважене» ймовірністю, що i -й споживач купить продукти з околу. Причина налаштування процесу оновлення із врахуванням ймовірності покупки полягає в тому, щоб допомогти SOM-алгоритму переміщати нейрони (продукти), у котрих висока ймовірність бути купленим споживачем, ближче до того споживача і в швидшому темпі, ніж нейрони із нижчою ймовірністю бути купленими тим самим споживачем.

Для випадку, коли конкуренти вже позиціювали свої продукти, до SOM-алгоритму можна легко привнести конкуренцію, підстроюючи той же крок 3 алгоритму. Нехай C^* – множина нейронів, які представляють конкурентні продукти, а M^* – множина нейронів, котрі представляють нові продукти для позиціювання. Також визначимо константу β , що $0 < \beta < 1$. Новий крок 3, який враховує наявність конкуренції, набере вигляду:

3.1. Визначити нейрон-переможець $m_{wi}(t)$ для ідеальної точки споживача x_i , що задовольняє умову

$$-P_{ij}U[\|x_i - m_{wi}(t)\|] = \min_j \{-P_{ij}U[\|x_i - m_j(t)\|]\}.$$

3.2. Якщо нейрон-переможець належить M^* , то перейти на крок 3.4, інакше на крок 3.3.

3.3. Якщо нейрон-переможець належить C^* , тобто продукт належить конкурентові, то виконати:

3.3.1. Якщо $P_{ij} > \gamma$, то перейти на крок 3 алгоритму.

3.3.2. Якщо $\delta < P_{ij} \leq \gamma$, то виконати:

3.3.2.1. Ідентифікувати всі нейрони, що належать околу $N_{wi}(t)$.

3.3.2.2. Оновити базові вектори нейрона таким чином:

$$m_j(t+1) = \begin{cases} m_j(t) + \alpha(t)P_{ij}\beta[x_i - m_j(t)], & \text{якщо } j \in N_{wi}(t) \text{ та } j \notin C^*, \\ m_j(t), & \text{якщо } j \notin N_{wi}(t). \end{cases}$$

3.3.2.3. Перейти на крок 3 алгоритму.

3.3.3. Якщо $P_{ij} < \delta$, то перейти на крок 3.4.

3.4. Виконати:

3.4.1. Ідентифікувати всі нейрони, що належать околу $N_{wi}(t)$.

3.4.2. Оновити базові вектори нейрона таким чином:

$$m_j(t+1) = \begin{cases} m_j(t) + \alpha(t)P_{ij}[x_i - m_j(t)], & \text{якщо } j \in N_{wi}(t) \text{ та } j \notin C^*, \\ m_j(t), & \text{якщо } j \notin N_{wi}(t). \end{cases}$$

3.4.3. Повернутися на крок 3 алгоритму.

Важливим моментом алгоритму є властивість оновлювати позиції нейронів (продуктів) у просторі атрибутів. Якщо нейрон-переможець ідеальної точки споживача представляє новий продукт, то алгоритм оновлює всі нейрони в околі, окрім нейронів, котрі представляють конкуруючі продукти.

З іншого боку, якщо нейрон-переможець представляє продукт конкурента, то алгоритм оцінює ймовірність, що споживач купує продукт, представлений нейроном-переможцем. Досліджено три можливих випадки.

1. Якщо ця ймовірність більша за деяке порогове значення γ , то жодне оновлення нейронів в околі нейрона-переможця не виконується (крок 3.3.1). Логіка цього кроку полягає в тому, що алгоритм не рухає нові продукти ближче до споживачів, які в деякому сенсі «заблоковані» конкуруючим продуктом. Іншими словами, відсутнє жодне зусилля для захоплення споживачів, які, найімовірніше, куплять існуючий продукт, запропонований конкурентом.

2. Якщо ймовірність, що споживач купує продукт, представлений нейроном-переможцем конкурента, лежить між двома пороговими значеннями δ і γ , то оновлення нейронів з околу нейрона-переможця виконується з використанням чинника дисконтування β , де $0 < \beta < 1$. Тут уже здійснено деякі зусилля, щоб посунути ближче нові продукти до цього споживача. Проте, якщо у цього споживача існує висока ймовірність купівлі конкуруючого продукту, то проявлене зусилля знецінюється деяким чинником (крок 3.3.2).

3. Нейрон-переможець все ще представляє продукт конкурента, але ймовірність покупки споживачем цього продукту менша за порогове значення δ , тоді всі нові продукти з околу нейрона-переможця посунуться ближче до ідеальної точки споживача без будь-якого дисконтного чинника (крок 3.3.3).

Алгоритм, представлений вище, можна також пристосувати на випадок, де споживач розглядає лише L найближчих продуктів [2] або розглядає лише продукти усередині деякого зумовленого радіуса. Це також досягається модифікацією кроку 3 алгоритму позиціонування продукту на основі карти Кохонена.

Щоб привести до значущих результатів, адаптований SOM-алгоритм повинен отримати на вході функції корисності, а результатом мати ймовірність, що споживач купить продукт. Часто використовується функція корисності (див., наприклад [8]) в дослідженнях позиціонування продукту має такий

ВИГЛЯД:

$$U_{ij} = -\sum_{n=1}^Z b_{in} [x_{in} - m_{jn}]^2, \quad (4)$$

де b_{in} – вага i -го споживача для n -го атрибута продукту, $n = 1, 2, \dots, Z$. Якщо для функції корисності в рівнянні (4) прийняти $b_{in} = 1$ для кожного n , то програма позиціювання продукту в рівнянні (1) стає простою програмою мінімізації відстані.

Список використаних джерел:

1. Shocker A. D. A Consumer-based Methodology for the Identification of New Product Ideas / Shocker A. D., Shrinivasan V. // Management Science. – 1974. – Vol.20. – P. 921-937.
2. Green P. E. Recent Contributions to Optimal Product Positioning and Buyer Segmentation / Green P. E., Krieger A. M. // European Journal of Operational Research. – 1989. – Vol.41. – P. 127-141.
3. Kaul A. Research for Product Positioning and Design Decisions: An Integrative Review / Kaul A., Rao V. R. // International Journal of Research in Marketing. – 1995. – No.12. – P. 293-320.
4. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты : 3-е изд. / Тойво Кохонен. – М.: БИНОМ, 2008. – 655 с.
5. Kohonen T. The Self-Organizing Map / T. Kohonen // Proceedings of the IEEE. – 1990. – Vol.78. – P. 1464-1480.
6. Пастухов Е. С. Методика оценки изменений в банковской среде на основе технологии самоорганизующихся карт признаков [Электронный ресурс] / Пастухов Е. С., Кутьин В. М. / Материалы семинара «Проблемы организации финансово-аналитической службы в коммерческом банке», Москва, 16 ноября 2000 г. – Режим доступа : <http://www.bankclub.ru/seminar-article.htm>.
7. Corstjens M. L. Formal Choice Models in Marketing / Corstjens M. L., Gautschi D. A. // Marketing Science. – 1983. – No.2. – P. 19-56.
8. Choi S. C. Product Positioning under Price Competition / Choi S. C., Desabro W. S., Harker P. T. // Management Science. – 1990. – No.36. – P. 175-199.