

**ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ЗНАЙДЕНИХ АСОЦІАТИВНИХ
ЗАЛЕЖНОСТЕЙ В КОРЗИНІ СПОЖИВАЧА ПРИ ФОРМУВАННІ
МАРКЕТИНГОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ**

У статті розглянуто методи пошуку асоціативних правил в споживчій корзині користувача, також запропоновано використання та модифіковано FPG-алгоритм пошуку залежностей при прийнятті рішень в маркетинговій діяльності. За допомогою цього алгоритму збільшено швидкість пошуку та підвищено інформативність знайдених асоціативних правил.

Ключові слова: маркетингова діяльність, асоціативні правила, FPG-алгоритм, прийняття рішень.

TAMARA SAVCHUK, NATALIA PRYIMAK
Vinnytsia National Technical University, Ukraine

**DECISION MAKING BASED ON FOUNDED ASSOCIATIVE DEPENDENCIES IN THE CONSUMER BASKET
DURING THE FORMATION OF ORGANISATION'S MARKETING ACTIVITIES**

The article reviews the methods of search associative rules in the consumer's basket, also was suggested the using and modified FPG-algorithm of searching dependencies in decision-making in marketing activities. Using this algorithm the speed of finding was increased and was improved the informative of founded association rules.

Keywords: marketing activity, association rules, FPG-algorithm, decision making.

Вступ

Однією із підсистем управління [1] є маркетинг, який здійснює активний вплив на діяльність підприємства з метою поліпшення його показників, сприяє підвищенню ефективності торговельної діяльності, а за умови правильного вибору змісту й високої якості маркетингової діяльності, може послабити негативний, або, навпаки, посилити позитивний вплив навколишнього середовища на підприємство. Тому забезпечення високої ефективності управління маркетинговими технологіями є складовою частиною підвищення економічної ефективності діяльності торговельного підприємства, що є дуже важливим в сучасній економічній ситуації.

Актуальність дослідження процесів підтримки прийняття рішень у маркетинговій діяльності [2] пов'язана з тим, що на даний момент на ринку товарів зосереджена велика кількість інформації, яку людина-експерт не в змозі сприйняти та обробити. Тому виникає необхідність в дослідженнях та автоматизованих засобах [3], що допоможуть полегшити даний процес.

Метою роботи є підвищення ефективності процесу прийняття рішень в маркетинговій діяльності. Ефективність полягає у збільшенні швидкодії пошуку та підвищенні інформативності знайдених асоціативних правил в корзині споживача, на основі яких приймаються рішення в маркетинговій діяльності.

Постановка задачі

Застосування методів та засобів штучного інтелекту для розв'язання прикладних маркетингових задач забезпечує не лише автоматизацію виробничого процесу, а й покращує основні показники ефективності роботи відповідного підприємства, що є суттєвою умовою під час процесу лібералізації ринку маркетингу.

Прийняті у маркетинговій діяльності рішення, базуються на виявлених асоціативних правилах, що дозволять визначити залежності у корзині покупця та сформувані рекомендації щодо подальшої маркетингової діяльності підприємства, тому сформуємо задачу пошуку асоціативних правил у маркетинговій діяльності.

Основна частина

Нехай дано базу даних, у якій зберігаються транзакції покупців. Кожна транзакція – це набір товарів чи послуг, придбаних одним покупцем за один візит.

Нехай множина товарів чи послуг I описується виразом:

$$I = \{i_1, i_2, \dots, i_k, \dots, i_n\}, \quad (1)$$

де i_k – це k -ий товар чи k -а послуга, $k = \overline{1, n}$,

n – потужність множини I .

Нехай множина транзакцій D , визначається як:

$$D = \{T_1, T_2, \dots, T_j, \dots, T_m\}, \quad (2)$$

де T_j j -а транзакція над елементом i_k , що можна позначити як:

$$T_j = \{T_{j_k} \mid T_{j_k} \in D\}, \quad (3)$$

де $j = \overline{1, m}$,

m – потужність множини T .

Множина транзакцій, в які входить об'єкт, може бути позначена як:

$$D_{i_k} = \{T_{j_k} \mid i_k \in I; k = \overline{1, n}\} \subseteq D. \quad (4)$$

Деякий випадковий набір елементів F , можна представити виразом:

$$F = \{i_k \mid i_k \in I; k = \overline{1, n}\}, \quad (5)$$

а множину транзакцій D_F в які входить у цей набір F , визначити за допомогою виразу 6:

$$D_F = \{T_{j_k} \mid F \subseteq T_{j_k}; k = \overline{1, n}\} \subseteq D. \quad (6)$$

Відношення кількості транзакцій, в які входить набір F , до загальної кількості транзакцій називається підтримкою набору F позначається $Supp(F)$ та визначається за формулою 7 [4]:

$$Supp(F) = \frac{|D_F|}{|D|}. \quad (7)$$

При пошуку асоціативних правил потрібно знайти таку множину всіх наборів L у яких значення підтримки більше за значення мінімальної підтримки наборів, що відображено у виразі 8:

$$L = \{F \mid Supp(F) > Supp_{\min}\}, \quad (8)$$

де $Supp_{\min}$ значення мінімальної підтримки наборів, що цікавить експерта.

Значення мінімальної підтримки $Supp_{\min}$ задається експертом, а нашому випадку це менеджер чи маркетолог, якого цікавлять залежності в корзині певного користувача, вручну. Дані залежності є ще не повними, тому їх потрібно уточнити за допомогою значення мінімальної достовірності. Значення мінімальної достовірності $Conf_{\min}$ задається експертом і чисельно більше за значення мінімальної підтримки:

$$Supp_{\min} < Conf_{\min} \quad (9)$$

Множина наборів C , являє собою підмножину множини L і математично описується виразом [4]:

$$C = \{L \mid Supp_{\min} < Conf_{\min}\} \quad (10)$$

Отримана множина залежностей є також неостаточною оскільки існують додаткові фактори, які можуть пливати на остаточне рішення експерта – менеджера. Для цього було покращено математичну модель, використавши теорію нечітких множин.

Теорія нечітких множин – це крок на шляху зближення точності класичної математики і неточності реального світу. Нечіткі множини використовуються для математичної формалізації початкової інформації про досліджуваний реальний процес прийняття рішень, який може нести суб'єктивний, і відповідно нечіткий характер.

Перед менеджером стоїть завдання: чи скористатися всіма знайденими залежностями, запропонованими інтелектуальним модулем підтримки прийняття рішень, чи вибрати окремі із них. Дану задачу можна описати також як задачу необхідності вибору декількох альтернатив із деякої множини альтернатив в умовах недостатньої інформації і можливих вихідних результатів. Що і являє собою задачу невизначеності.

Отже, множина C , що була описана виразом 10, це множина знайдених залежностей, що можуть бути використані менеджером і описуються наступним виразом:

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_q, \dots, c_w\}, \quad (11)$$

де c_q – це q -а залежність, $q = \overline{1, w}$,

w – потужність множини C .

Вибір залежності c_q з множини C , відбувається на основі ступеню відповідності цієї залежності деякій множині вимог, що визначаються деякою системою різних критеріїв M , що мають однакову важливість і що описуються виразом:

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_e, \dots, m_r\}, \quad (12)$$

де m_e – це e -ий критерій, $e = \overline{1, r}$,

r – потужність множини M .

Кожному критерію m_k відповідає нечітка підмножина:

$$m_e = \left\{ \left(c_q \mid \mu_{m_e}(c_q) \in C \right) \right\} \quad (13)$$

де $\mu_{m_e}(c_q)$ - характеристика ступені відповідності залежності c_q вимозі, задається критерієм m_e .

Вирішенням даної задачі буде залежність c_q що в найбільшій мірі задовольняє вимогам всієї множини критеріїв. Отже, нечітким рішенням задачі пошуку асоціативних правил в маркетинговій

діяльності назвемо деяку підмножину \tilde{D} , що являє собою перетин нечітких множин \tilde{m}_e . Розв'язок задачі описується наступним виразом :

$$\tilde{D} = \tilde{m}_1 \cap \tilde{m}_2 \cap \dots \cap \tilde{m}_r \quad (14)$$

По визначенню операції перетину нечітких підмножин розв'язок задачі пошуку асоціативних правил в маркетинговій діяльності знаходиться за формулою 15:

$$\mu_{\tilde{D}}(c_q) = \min_{q \in \{1, \dots, r\}} (\mu_{\tilde{m}_q}(c_q)). \quad (15)$$

При виборі конкретної залежності, в якості вирішення задачі зазвичай вибирається та залежність c_q , яка з максимальною стелінню належить нечіткому рішенням і описується формулою:

$$\mu_{\tilde{D}}^*(c_q) = \max_{q \in \{1, \dots, r\}} (\mu_{\tilde{m}_q}(c_q)). \quad (16)$$

Як вже згадувалося раніше, повинна бути задана множина вимог, яка складається із системи різних критеріїв. Для задачі пошуку асоціативних правил в маркетинговій діяльності такими критеріями можуть виступати:

1 – ціни на товари, що присутні у виявлених залежностях. Наприклад, деякі ціни можуть бути настільки низькими, що не рентабельно пропонувати такі товари до продажу. Або ціна обох товарів є досить високою і їх не будуть купувати разом.

2 – наявність на складі тих чи інших товарів, що присутні у залежностях. Менеджерам потрібно враховувати чи є на даний момент ці товари в наявності, коли буде найближче поповнення складів.

3 – соціальні тенденції до покупок, оскільки бажання людей є вагомим фактором при створенні акцій.

Одним етапів підтримки прийняття рішень в маркетинговій діяльності є пошук асоціативних правил, на основі яких формуються рекомендації щодо подальшої діяльності підприємства. Для цього було використано FPG-алгоритм [5], тому розглянемо його детальніше. Алгоритмом, що знаходить часті наори без процедури генерації кандидатів, яка є характерною для алгоритму Аргіогі [6] є FPG-алгоритм. Його основна ідея полягає у спрощенні великої бази даних (БД), завдяки стискуванню її транзакцій в компактну структуру, що дозволяє ефективно та повністю вилучити часті предметні набори. Для побудови FP-дерева [7] застосовується технологія розділення і захоплення, що декомпоунує складні задачі на безліч більш простих. Для того, щоб знайти асоціативні правила за допомогою FPG-алгоритму, потрібно двічі просканувати базу даних для знаходження частих наборів.

Оскільки пошук асоціативних правил за допомогою алгоритму FPG виконується швидше та із затратами комп'ютерної пам'яті меншими ніж при використанні Аргіогі, але він має деякі слабкі сторони, які можливо усунути шляхом його модифікації. Основний її зміст – це отримання інформації не із однієї окремої сутності, наприклад «Назва товару» чи «Бренд» а із їх комбінацій, що збільшить інформативність знайдених асоціативних правил.

Базуючись на інформації про покупки в Інтернет-магазині «Техно-світ» було проведено дослідження, де було знайдено такі залежності в корзині користувача: Мультиварка Saturn – Міксер Russel Hobers та Блендер Gorenje – Швейна машинка Brother.

Для дослідження було обрано 14 транзакцій покупки товарів в Інтернет-магазині, знайдено асоціативні правила в сутностях «Товар» і «Бренд», а також і в комбінації цих двох сутностей. Результати дослідження представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати досліджень, проведених на базі Інтернет-магазину «Техно-світ»

Кількість Сутність	Транзакцій	Елементів, що задовольняють значенню підтримки	Транзакцій, елементи яких задовольняють значенню підтримки	Популярних предметних наборів
Товар	14	13	14	6
Бренд	14	13	14	5
Товар + Бренд	14	11	14	2

Як видно із таблиці, кількість популярних предметних наборів скоротилася майже у двічі, що свідчить про збільшення ефективності процесу прийняття рішень, за рахунок зростання швидкодії пошуку та інформативності асоціативних правил, на основі яких приймаються рішення в маркетинговій діяльності.

Висновки

В даній статті було описано та досліджено математичну модель пошуку асоціативних правил в корзині споживача при прийнятті рішень в маркетинговій діяльності із врахуванням обмежень, представлених у вигляді нечіткої множини. Здійснено аналітичний огляд існуючих методів розв'язання задачі пошуку залежностей, що дозволив зробити висновок про доцільність використання для виконання

поставленої задачі обраного та модифікованого алгоритму.

В результаті було підвищено ефективність процесу прийняття рішень в маркетинговій діяльності, а саме: збільшено швидкість пошуку та підвищено інформативності знайдених асоціативних правил в корзині споживача, на основі яких приймаються рішення в маркетинговій діяльності.

Література

1. Піта А.В. Сучасні методи оцінки результативності маркетингових технологій підприємств [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://viem.edu.ua/konf_v4_1/art.php?id=0139
2. Koll O. Stakeholder value creation and firm success/ O. Koll – Journal of Marketing Management: Washington, 2003. – pp. 262.
3. Ambler T. Assessing marketing performance: reasons for metric selection»/ T.Ambler, F.Kokkinaki, S.Puntoni – Journal of Marketing Management: Washington, 2004. – pp. 498.
4. Agrawal R. Mining Associations between Sets of Items in Massive Databases. – NewYork:ACM-SIGMOD, 1993. – pp. 123.
5. Park J.S., Philip S.Y. An Effective HashBased Algorithm for Mining Association Rules/ J.S. Park, S.Y. Philips – New York: ACM Press, 1995. – pp.126
6. Шахиди А. Apriori - масштабируемый алгоритм поиска ассоциативных правил [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.basegroup.ru/library/analysis/association_rules/apriori/
7. Шахиди А. FPG - альтернативный алгоритм поиска ассоциативных правил [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.basegroup.ru/library/analysis/association_rules/fpg/

References

1. Pita A.V. Modern methods of evaluation of marketing technology companies [Electronic resource]. – Access: http://viem.edu.ua/konf_v4_1/art.php?id=0139
2. Koll O. Stakeholder value creation and firm success/ O. Koll – Journal of Marketing Management: Washington, 2003. – pp. 262.
3. Ambler T. Assessing marketing performance: reasons for metric selection»/ T.Ambler, F.Kokkinaki, S.Puntoni – Journal of Marketing Management: Washington, 2004. – pp. 498.
4. Agrawal R. Mining Associations between Sets of Items in Massive Databases. – NewYork:ACM-SIGMOD, 1993. – pp. 123.
5. Park J.S., Philip S.Y. An Effective HashBased Algorithm for Mining Association Rules/ J.S. Park, S.Y. Philips – New York: ACM Press, 1995. – pp.126
6. Shahidi A. Apriori – scalable algorithm for mining association rules [Electronic resource]. – Access: http://www.basegroup.ru/library/analysis/association_rules/apriori/
7. Shahidi A. FPG - an alternative algorithm for mining association rules [Electronic resource]. – Access: http://www.basegroup.ru/library/analysis/association_rules/fpg/

Рецензія/Peer review : 4.11.2014 р.

Надрукована/Printed :2.1.2015 р.