

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ВИБОРУ ПОСТАЧАЛЬНИКІВ МАТЕРІАЛІВ ШТУЧНИХ ІМПЛАНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ РОЗВІДНИЦЬКОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Донбаська державна машинобудівна академія

Анотація

Побудовано модель зниження розмірності і візуалізації даних з використанням методу аналізу відповідностей, для підтримки роботи фахівців з матеріально-технічного постачання медичних матеріалів. Формалізовано етапи автоматизації обробки даних про постачання підприємства з розробки та виготовлення імплантів, розроблено відповідне програмне забезпечення та проведено експериментальні дослідження з обробки та візуалізації даних.

Ключові слова: матеріально-технічне постачання, розвідницький аналіз даних, correspondence analysis

Важливим елементом виготовлення сучасних імплантів, які будуть здатні слугувати пацієнтам довгий час без виникнення побічних ефектів та негативного впливу на здоров'я, є використання під час їх виготовлення матеріалів з потрібними характеристиками та якість. Виготовленням та постачанням таких матеріалів займається достатньо велика кількість лабораторій і підприємств, з різними виробничими потужностями, технологічними процесами, культурою виробництва, науково-технічним рівнем [1]. Тому вибір релевантного постачальника для розробників імплантів є нетривіальним завданням, яке базується в основному на експертному оцінюванні та виконання якого вимагає інформаційної підтримки у процесі прийняття рішень.

Мета дослідження: підвищення якості інформаційного забезпечення процесу матеріально-технічного постачання розробників та виробників імплантів на основі сучасних методів розвідницького аналізу даних.

Аналіз процесів матеріально-технічного постачання підприємств та лабораторій з виготовлення імплантів дозволив виділити й формалізувати етапи виконання завдань даного процесу та визначити потреби і вузькі місця у інформаційному забезпеченні фахівців, сформулювати вимоги до алгоритмічного та програмного забезпечення, яке повинно бути розроблене. Визначено, що за рахунок зниження розмірності у даних про постачальників, отриманих на основі поточного аналізу ринку медичних матеріалів та накопичених відомостях про них на основі попередньої діяльності розробників та виробників імплантів, можна забезпечити ефективну та наочну візуалізацію даних. За результатами проведених досліджень побудована модель реалізації ефективного методу розвідницького аналізу даних – методу аналізу відповідностей (correspondence analysis – CA) [2], який забезпечує візуалізацію багатовимірного представлення даних, що дозволило забезпечити інформаційну підтримку діяльності фахівців з матеріально-технічного постачання. Алгоритм виконання CA включає наступні кроки.

На основі матриці спряженості \mathbf{N} розміру $I \times J$, де I – кількість рядків (випадків cases, вимірів, в даному випадку – постачальників або об'єктів постачання) і J – кількість стовпців (змінних, показників, параметрів роботи, за якими оцінюються постачальники), обчислюється пропорційна матриця $\mathbf{P} = \{n_{ij} / \sum n_{ij}\}$, і для цієї матриці розраховуються маргінальні суми для

рядків $r_i = \sum_{j=1}^J n_{ij}$, та для стовпців цієї ж матриці $c_j = \sum_{i=1}^I n_{ij}$, або у матричному вигляді:

$\mathbf{c} = \mathbf{N} \cdot \mathbf{1} = \{c_j\}$, $\mathbf{r} = \mathbf{N}^T \cdot \mathbf{1} = \{r_i\}$, де $\mathbf{1}$ – одиничний вектор відповідної розмірності, \mathbf{N}^T – транспонована матриця.

Далі з використанням інверсних діагональних матриць обчислюється наступна шкалована матриця:

$$\mathbf{A} = \mathbf{D}_r \cdot \mathbf{P} \cdot \mathbf{D}_c, \text{ де } \mathbf{D}_r = [\text{diag}(\mathbf{r})]^{\frac{1}{2}}; \mathbf{D}_c = [\text{diag}(\mathbf{c})]^{\frac{1}{2}}.$$

Для неї виконується сингулярний розклад (singular value decomposition – SVD). Результати такої операції, без деталізованого опису, можна представити у вигляді наступної трійці матриць:

$$\langle \mathbf{B}, \mathbf{W}, \mathbf{C} \rangle = \text{SVD}(\mathbf{A})$$

з особливими властивостями, а саме такими, що забезпечують наступні умови:

$$\mathbf{A} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{W} \cdot \mathbf{C}; \mathbf{B} \cdot \mathbf{B}^* = \mathbf{1}; \mathbf{C} \cdot \mathbf{C}^* = \mathbf{1},$$

де \mathbf{B}^* та \mathbf{C}^* – результати ермітового спряження матриць \mathbf{B} та \mathbf{C} відповідно.

Нарешті обчислюються координати в новому параметричному просторі, для строк початкової матриці (в даному випадку, для постачальників) – наступним чином:

$$\mathbf{F} = \mathbf{D}_r \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{W},$$

та для стовпців початкової матриці (в даному випадку – для параметрів функціонування або оцінювання постачальників) – наступним чином:

$$\mathbf{G} = \mathbf{D}_r \cdot \mathbf{C} \cdot \mathbf{W}^T.$$

Під час експериментальних досліджень обґрунтовано ефективність застосування методу СА як такого, що забезпечує наочність представлення і візуалізації багатовимірних даних та дозволяє отримати релевантний результат кластеризації та класифікації об'єктів предметної області. На основі досліджень, проведених в даній роботі і розроблених математичної та інформаційної моделей, спроектовано програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати процес обробки та візуалізації даних про товари і їх постачальників для інформаційної підтримки діяльності відповідних фахівців. Обчислення результатів аналізу відповідностей для постачальників медичних матеріалів за показниками їхньої діяльності, та побудова графіків їх взаємного розташування на умовній площині, виконувалася за допомогою бібліотеки функцій статистичної обробки даних та бібліотеки для ефективною візуалізації у середовищі розробки Spyder на мові програмування Python. Розроблено модуль програми, яка виконує обробку даних про постачальників або об'єкти постачання, методом аналізу відповідностей, а також забезпечує візуалізацію розташування об'єктів аналізу у площині умовних координат. Для експериментів застосовувалися вхідні дані, отримані шляхом експертного оцінювання діяльності постачальників та результатів попередньої взаємодії з ними, виконані за 6-ма показниками експертами і фахівцями підприємства. Результати візуалізації наведено на рисунку 1. Сині точки на графіку мають координати профілів постачальників в умовній площині, помаранчеві точки мають координати профілів показників в умовній площині, отримані в процесі виконання аналізу відповідностей для даного набору вхідних рейтингових оцінок.

Розташування на графіку наведено в умовних одиницях, тобто в обчислених координатах двох головних компонентів. Загальна інерція, що пояснюється цими компонентами, складає більше ніж 65%, тому дана модель має достатньо високу точність (малу долю втраченої інформації). Розмір маркерів на графіку відповідає значенням постачальної спроможності фірми. Розроблене в даній роботі програмне забезпечення пропонує фахівцям, які будуть його використовувати, разом з візуалізацією скупчень та відстаней між постачальниками та їх показниками, також візуалізацію відомостей про постачальну спроможність фірм. Це дуже важливо саме для виробників імплантів (в більшості випадків – штучних виробів), тому що забезпечить прийняття більш обґрунтованих рішень про постачальника медичних матеріалів в умовах підвищених вимог до якості та швидкості виготовлення.

Важливою можливістю, після побудови та візуалізації результатів СА, є визначення кластерів постачальників, для яких характерні схожі напрямки відповідних векторів з початком у початку координат на графіку. Їхня близькість за цими напрямками пояснюється спорідненістю та схожістю тенденцій та напрямків взаємодії даного підприємства з цими постачальниками.

Висновки.

Побудовано модель зниження розмірності і візуалізації даних з використанням методу аналізу відповідностей, для підтримки роботи фахівців з матеріально-технічного постачання медичних матеріалів.

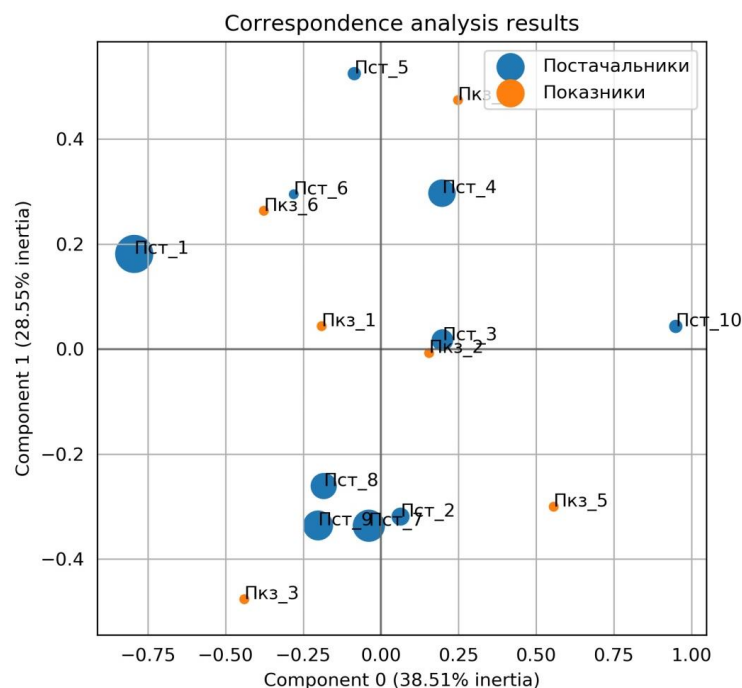


Рисунок 1 – Результати аналізу відповідностей для варіанту оцінювання показників роботи постачальників медичних матеріалів (отримано за допомогою розробленого ПК)

Розроблені моделі і реалізовані алгоритми рекомендується застосувати для підтримки прийняття рішень менеджерами та фахівцями промислових підприємств стосовно раціонального обрання постачальників, підрядників, обладнання та в інших випадках (в тому числі в медичних закладах, на фармацевтичних виробництвах, тощо).

В процесі виконання досліджень виділено й формалізовано етапи автоматизації обробки даних про матеріально-технічне постачання підприємства, розроблено відповідне програмне забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Grawe, Scott & Autry, Chad & Daugherty, Patricia. Organizational Implants and Logistics Service Innovation: A Relational Social Capital Perspective // Transportation Journal. – 2014. – 53. – P. 180-210. <https://doi.org/10.1353/tnp.2014.0012>.
2. Greenacre Michael J. Correspondence analysis in practice / Michael Greenacre. - Boca Raton, Florida: CRC Press, 2017. - 313 p.

Сагайда Павло Іванович, д.т.н., доцент, професор кафедри комп'ютерних інформаційних технологій, pavlo.sahaida@gmail.com; Васильєв Максим Едуардович, магістр; Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ.

INFORMATION SUPPORT FOR SUPPLIER SELECTION OF ARTIFICIAL IMPLANT MATERIALS USING EXPLORATORY DATA ANALYSIS METHODS

Abstract

Model for reducing the dimension and visualization of data using the method of correspondence analysis, to support the work of specialists in the logistics of medical materials, was developed. The stages of automation of data processing on the supply of the enterprise for the development and manufacture of implants have been formalized, the appropriate software has been developed and experimental research on data processing and visualization has been conducted.

Keywords: logistics, exploratory data analysis, correspondence analysis.

Sahaida Pavlo Ivanovych, Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor of the Department of Computer Information Technologies, pavlo.sahaida@gmail.com; Vasiliev Maxim Eduardovich, master; Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk.