

УДК 681.3: 004.832

Є.Й. КОТЛЯР

*Хмельницький національний університет, Україна***ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ВЗУТТЯ ШЛЯХОМ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ МЕТОДІВ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

В статті розглянуто метод підвищення ефективності підтримки прийняття рішень забезпечення виробництва взуття, що ґрунтується на нейромережній парадигмі «прямонапрямлений перцепрон» та мережі Хопфілда. Запропоновано і досліджено нейромережний метод для одержання рекомендацій щодо забезпечення процесу виробництва взуття і знаходження при цьому множини ефективних та оптимального рішення.

Ключові слова: оптимізація, функціонал, цільова функція, система підтримки прийняття рішень, нейромережний метод, кластер.

Вступ

Оптимізація сама по собі може розглядатись як проблема вибору при прийнятті рішень, що орієнтовані на виконання тієї чи іншої мети. При цьому спеціалістові необхідно враховувати велику кількість факторів, оцінювати множину вхідних впливів та наслідків, що випливають з прийнятого рішення. У цьому і є суть задачі оптимізації.

Прийняття рішення полягає у більшості випадків у генерації всіх можливих альтернативних рішень і виборі, на основі їх оцінки, кращого з них. Результатом оптимізації має бути деякий якісний чи кількісний показник (показники), які максимально будуть сприяти досягненню поставленої мети. На сьогодні в теорії оптимізації широко використовуються задавання кількісної міри переваги цільовими функціями, що мають смисл технічних, економічних та інших показників, котрі визначають величину корисності чи збитку при обранні різних альтернатив.

1. Постановка задачі

При виборі альтернатив слід враховувати суперечливість вимог, неоднозначність оцінки ситуацій, помилки пріоритетів, невизначеності, котрі ускладнюють прийняття рішень. Тобто, слід оцінювати варіанти рішень у більшості випадків за багатьма критеріями.

Виділяють три основні вимоги для якісного прийняття і виконання рішень:

- 1) наявність декількох альтернатив – альтернативність;
- 2) наявність декількох критеріїв – багатокритеріальність;

- 3) облік думок альтернатив чи експертів.

Постановка задачі прийняття рішень, що передбачає задачу вибору з деякої кількості альтернатив з однієї і формується таким чином. Нехай X - множина альтернатив; Y - множина можливих наслідків (результатів); де X і Y - взагалі довільні абстрактні множини. Припускається існування причинного зв'язку між вибором певної альтернативи $x_i \in X$ і настанням відповідного наслідку $y_i \in Y$.

Припускають, що є можливість оцінювати якість альтернативи x_i , і певна множина наслідків по суті випадає з розгляду.

При добиранні методів підвищення ефективності систем підтримки прийняття рішень (СППР) мало уваги приділяється моделям, що ґрунтуються на базі штучного інтелекту. А у зв'язку з інтелектуалізацією організації процесу виробництва взуття варто було б для підтримки прийняття рішень (ППР) застосувати нові інтелектуальні моделі для підвищення його ефективності.

Метою даної статті є розроблення нейромережного методу підвищення ефективності ППР процесу виробництва взуття. Об'єктом дослідження є процес ППР у залученні ресурсів для виробництва взуття.

2. Етап пошуку постачальників

Основними етапами процесу виробництва взуття є:

- вивчення ринку та потреб населення;
- прийняття рішення про необхідність розроблення нової моделі взуття;
- розроблення ескізних варіантів нових моделей взуття та вибір однієї з них для впровадження у виробництво;

- розроблення технологічного процесу виготовлення моделі взуття;
- виготовлення дослідних зразків взуття та оцінка їх вартості;
- пошук постачальників комплектуючих для розробленої моделі взуття;
- впровадження у масове виробництво розробленої моделі взуття;
- організація реалізації продукції;
- моніторинг результатів реалізації партій взуття.

Зупинимося на етапі пошуку постачальників комплектуючих для розробленої моделі взуття.

Для допомоги в прийнятті рішень таких рішень використаємо систему підтримки прийняття рішень. Головною метою СППР при цьому має бути підвищення ефективності рішень. Для розроблення ефективної системи підтримки прийняття рішень необхідно мати у розпорядженні ряд основних компонентів, що будуть покладені в її основу.

3. Нейромережний метод підвищення ефективності ППР процесу матеріального забезпечення виробництва взуття

Для розроблення моделі СППР візьмемо за базовий алгоритм теорії адаптивного резонансу ART1 (рис. 1) [1].

Алгоритми інтелектуалізації ППР, як і класичні алгоритми ППР, передбачають наступні дії: а) підвищення інтелектуалізації оброблення вхідних даних – векторів ознак; б) класифікацію векторів ознак; в) метод подавання вхідних векторів ознак на входи системи; г) генерацію варіантів рішень інтелектуальними компонентами моделі; д) одержання ефективних варіантів чи оптимальної моделі варіанту рішення; е) введення обмежень моделі.

Виходячи із зазначених дій, запропоновано нейромережний метод загального підвищення ефективності матеріального забезпечення виробництва взуття. Він передбачає два етапи:

- 1) знаходження і рекомендації певної множини ефективних рішень;
- 2) знаходження оптимального рішення з множини визначених ефективних рішень.

Головним обмеженням методу є кількість і якість ефективних рішень, що приймаються при здійсненні процесу ППР, суттю яких є наслідки (результати). Щодо реалізації рішень, то вона ґрунтується на розгляді множини X вхідних допустимих елементів і знаходженні функціоналу Y , як множини дійсних чисел, що відображає множини X . Якщо задати функцію Y , що відображає множини X , у множини дійсних чисел, то така функція Y буде називатися функціоналом.

Задача оптимізації розв'язується наступним чином. Знаходять такий елемент x' множини X , якому відповідає максимальне значення $Y(x)$:

$$x' \in X, Y(x') \leq Y(x), \forall x \in X.$$

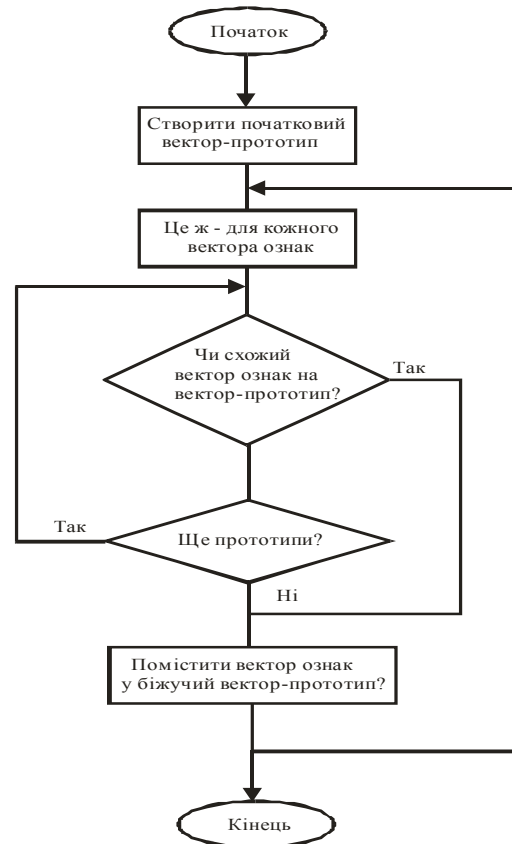


Рис. 1. Виконання алгоритму ART1 для розподілу вхідних даних на кластери

Якщо Y замінити на $(-Y)$, то задача мінімізації трансформується у задачу максимізації і навпаки.

Знаходження функціоналів, і в результаті оптимізації рішень, може бути здійснене на основі теорії штучних нейронних мереж (ШНМ). Відповідний метод ґрунтується на комбінованій ШНМ, що представлена на рис. 2.

На рис. 2: $\bar{X}_{пр}$ - ініціалізований вектор ознак, представлений у двійковій формі; $(x_1 \dots x_5)$ - входи ШНМ, що відображають її вхідний шар; $(z_1^1 \dots z_3^1)$ - нейрони вихідного шару Z^1 ; $w_{i,j}$ - відображає зв'язок з врахуванням ваги між i -м і j -м нейронами (стандартизовано); $\bar{Y}_{пр}$ - ініціалізований вектор-прототип, представлений у двійковій формі; $f(x_1) \dots f(x_5)$ - активаційні функції нейронів вхідного шару ШНМ; $f(z_1^1) \dots f(z_3^1)$ - активаційні функції нейронів вихідного шару першої складової ШНМ; $Z_{вих}$ - ініціалізований вектор виходів шару Z^1 , де

$z_{1\text{вих}}^1$ від x_1 - оцінка якості, $z_{2\text{вих}}^1$ від x_2 - оцінка ціни, $z_{3\text{вих}}^1$ від x_3 - оцінка надійності; $(z_1^2 \dots z_3^2)$ - нейрони другого прихованого шару комбінованої ШНМ; $y_1 \dots y_3$ - вихідні функціонали.

Наявність впливу оцінок нейронів вхідного шару на вихідний здійснюється експертним шляхом. Ваги зв'язків між згаданими нейронами визначаються навчанням.

Щодо формування векторів ознак, то в літературі відомий, так званий, алгоритм кластеризації [1]. Це метод, завдяки котрому дані розподіляються і об'єднуються в невеликі групи (кластери) за принципом аналогії. За цим же принципом здійснюється відділення несхожих даних.

Головна задача кластеризації – класифікація, яка, в свою чергу, використовується для вивчення даних у кластерах з метою виявлення відмінностей між ними. В кластери об'єднуються нові поняття з вже існуючими знаннями, а також створюються нові кластери для засвоєння абсолютно нової інформації, де нові дані класифікують так, що не знищуються вже вивчені.

Вектор ознак є групою значень у двійковому коді, яка представляє собою певний тип інформації і описується відповідними параметрами.

Він описує у нашому випадку експертні характеристики і параметри процесу забезпечення виробництва взуття (ВАТ «Взуттекс») [2, 3]. До них застосовується алгоритм ART1 (рис. 1), щоб розділити дані на кластери. Центром кластера є група ініціалізованих векторів-прототипів. Результатом використання алгоритму є групування даних в кластери для видавання рекомендацій.

Побудуємо нейромережну модель, що лежить в основі нейромережного методу підвищення ефективності ППР процесу матеріального забезпечення виробництва взуття. Вона містить дві складові: прямо-напрямлений двошаровий неповнозв'язний перцептрон та рекурентну штучну нейронну мережу (ШНМ) Хопфілда (рис. 2).

Перша складова виконує функції кластеризації та задає обмеження. Ознаки якості, ціни та надійності комплектуючих для забезпечення певної моделі класифікуються для розроблення нових понять на основі вже існуючих знань або для створення нових кластерів з метою задіяння абсолютно нової інформації щодо комплектуючих для матеріального забезпечення виробництва взуття. Вихідний шар першої складової збуджується тільки тоді, коли збуджується достатня кількість кластерів ознак вектора вхідного шару i , відповідно, розрядів ознак вектора вхідних даних.

Обмеження задаються кількістю та змістом векторів-прототипів, котрі відповідають ефективним рішенням. Перша складова ШНМ (перцептрон) навчається за методом зворотного поширен-

ня помилки шляхом зміни вагових коефіцієнтів до настання «резонансу».

При цьому вектори ознак зв'язуються з векторами-прототипами і модифікуються на існуючі або задані нові кластери. Навчання закінчується, коли алгоритм ART1 досягає рівноваги. Тобто, вектори-прототипи більше не піддаються змінам.

Обмеженням нейромережного методу видавання рекомендацій (ППР) є також уникнення симетричності векторів ознак, що одночасно подаються на нейрони вхідного шару мережі, тому що це може призвести до взаємного знищення вхідної інформації.

Генерація варіантів рішень в ШНМ здійснюється наступним чином. Сформовані згідно зазначеної вище методики вектори ознак подаються на нейрони вхідного шару ШНМ типу ART1. На їх виходах обчислюються числові функції від входів. Далі вони подаються на нейрони першого прихованого шару, і на їх виходах обчислюються функції та вектор-прототип, що є результатом роботи складової ART1 загальної мережі.

Потім результати обчислень ART1 подаються на входи другого прихованого шару мережі, що є, по суті, першим шаром другої складової ШНМ (мережа Хопфілда). Вона використовується для обчислення оптимального варіанту рішення.

Модель рекурентної ШНМ Хопфілда представлена другою складовою, показаною на рис. 2, комбінованої ШНМ. Для цієї складової Z^2 -й шар комбінованої ШНМ є, по суті, 0-м шаром. Він складається з трьох точок розгалуження, котрі перерозподіляють вихідні сигнали y_1, y_2, y_3 на входи нейронів q_1, q_2, q_3 першого шару другої складової ШНМ (мережі Хопфілда).

Наявність зворотних зв'язків забезпечує циклічне функціонування ШНМ Хопфілда у часі. Цикли обчислень повторюються до моменту стабілізації мережі Хопфілда за параметрами вихідних сигналів нейронів.

Досягнення мінімуму (максимуму) енергетичної функції, що представляє собою функцію Ляпунова, здійснюється внаслідок установаження стабільного стану ШНМ.

Для вирішення задачі оптимізації найбільш ефективною активаційною функцією є раціональна сигмоїда: $y = \sum / (|\sum| + \alpha)$, де α – певна константа, тому що для її обчислення необхідно найменше тактів роботи процесора.

Друга складова ШНМ налагоджується наступним чином. На етапі навчання експерт подає на мережу Хопфілда вдалі і невдалі оцінки за посередництвом вектора ознак i , відповідно, їх уточненням шаром нейронів $Z^1(z_1^1, z_2^1, z_3^1)$, та спостереженням, які координати їм відповідають.

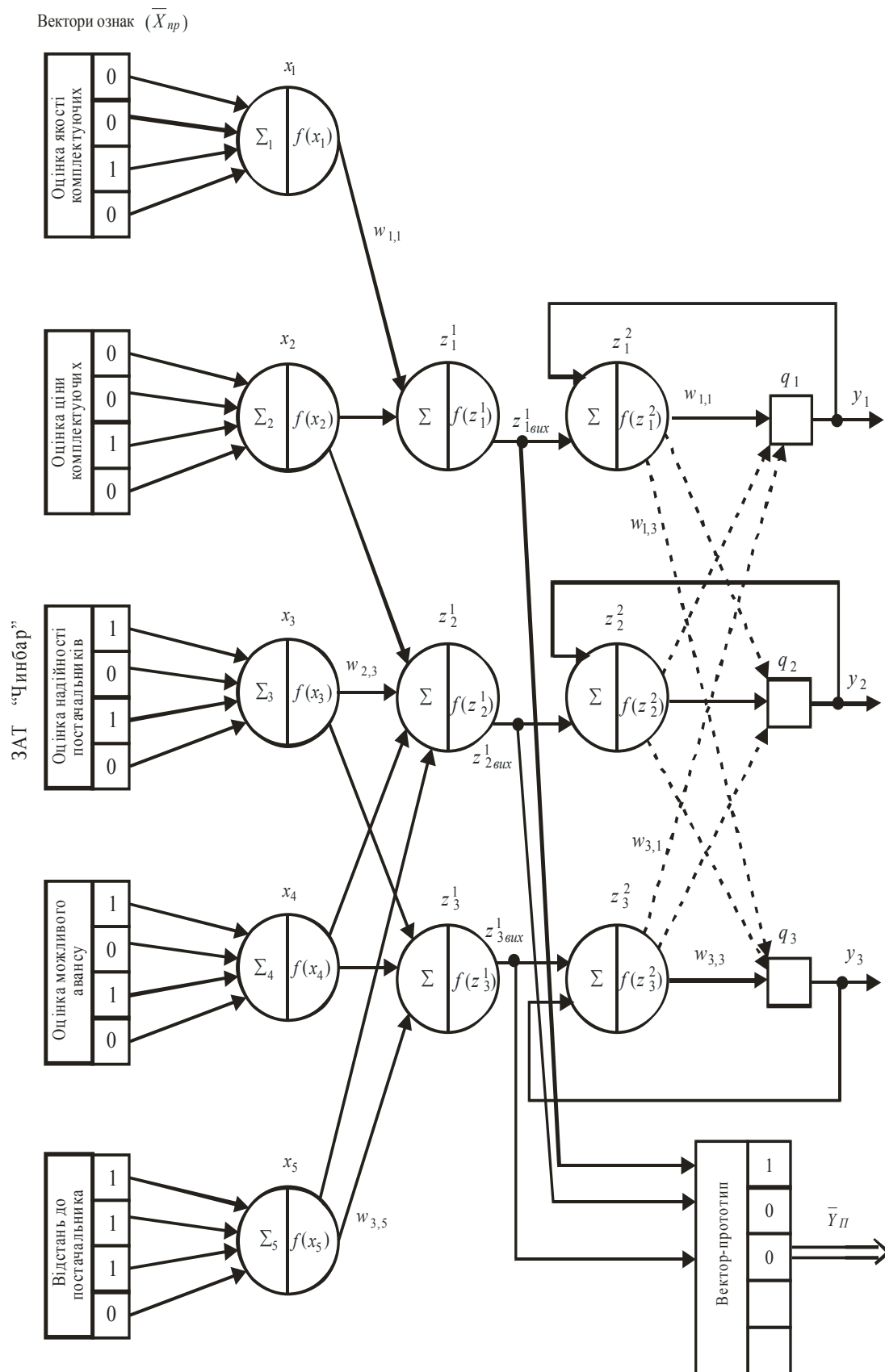


Рис. 2. Прямонаправлений двошаровий неповноз'язний перцептрон, що визначає оцінку ефективності постачальника ЗАТ «Чинбар» для забезпечення виробництва взуття підприємством ВАТ «Взуттекс»

Ступінь оптимальності для оцінок він знає і заносить їх у табл. 1.

Таблиця 1

Таблиця рішень

№ п/п	Оцінка	Координати	% експертна оцінка ступеня оптимальності рішення
1.	якості	110	98%
2.	ціни	101	80%
3.	надійності	011	45%

За функціоналами виходів мережі Хопфілда будується куб з відповідними вершинами згідно виходів u_1, u_2, u_3 . Наприклад, координати вершин: $\{1, 0, 1\}$, $\{0, 1, 1\}$, $\{0, 0, 1\}$.

На етапі функціонування подаємо оцінки на входи нейронів z_1^2, z_2^2, z_3^2 і одержуємо координати. За таблицею уточнюємо ступінь оптимальності одержаного рішення.

Висновки

Як показало сьогоднішнє, традиційні підходи до забезпечення процесу виробництва взуття себе не виправдали, що підтверджується фактом банкрутства багатьох фірм-виробників взуття.

Для підвищення ефективності процесу забезпечення виробництва потрібен системний підхід, у

якому СППР повинні відігравати визначальну роль. На сьогодні відомі методи генерації варіантів рішень, але при їх генерації інтелектуальним моделям приділяється недостатньо уваги, хоча вони могли б усунути труднощі моделювання, що виникають при вирішенні слабкоформалізованих задач.

В статті запропоновано і досліджено нейромережний метод для одержання рекомендацій щодо забезпечення процесу виробництва взуття і знаходження при цьому множини ефективних та оптимального рішення.

Література

1. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М.Т. Джонс. – Пер. с англ. Осипом А. И. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 312 с.
2. Локазюк В.М. Розроблення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень як один із шляхів підвищення ефективності виробництва взуття / В.М. Локазюк, Є.Й. Котляр // Вісник Хмельницького національного університету. – Хмельницький: ХНУ. - 2007. - №2, Т2 (90). – С. 47-49.
3. Локазюк В.М. Оптимізація підтримки прийняття рішень процесу виробництва взуття / В.М. Локазюк, Є.Й. Котляр // Proc. of the International Conference on Computer, september 27th – 29th, Lviv, Ukraine. – Львів. – 2007. – С. 210-211.

Надійшла до редакції 24.02.2009

Рецензент: канд. техн. наук, доц. кафедри системного програмування Д.М. Медзатий, Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБУВИ ПУТЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Е.И. Котляр

В статье рассмотрен метод повышения эффективности поддержки принятия решений обеспечения производства обуви, который базируется на нейросетевой парадигме «прямо направленный персеptron» и сети Хопфилда. Предложен и исследован нейросетевой метод получения рекомендаций относительно обеспечения процесса производства обуви и нахождения множества эффективных и оптимального решения.

Ключевые слова: оптимизация, функционал, целевая функция, система поддержки принятия решений, нейросетевой метод, кластер.

AN INCREASE OF EFFICIENCY OF FOOTWEAR PRODUCTION ENDOWMENT BY INTELLIGENT METHODS OF SUPPORT DECISION-MAKING

Y.Y. Kotlyar

The neural nets method of increase of the decision-making support efficiency for the process of supplying footwear production is considered. This method based on the neural nets paradigm of «head-on perseptron» and Khopfield networks. It is offered and investigated neuronet-based method for decision-making concerning maintaining of footwear manufacture and finding of set effective and the optimum decision.

Keywords: optimization, functional, objective function, system of decision-making support, neural nets method, cluster.

Котляр Євген Йосифович – аспірант кафедри системного програмування Хмельницького національного університету, Хмельницький, Україна, e-mail: kism@beta.tup.km.ua.