

3. Тітова В.Ю. Модель процесу розпізнавання ситуації та прийняття первинних рішень оперативним черговим оперативно-черговою служби // Радіоелектронні і комп'ютерні системи – Харків: ХАІ, 2007 – № 7 – С.99-104.

4. Верещагин Н.К. Начала теории множеств. / Верещагин Н.К., Шень А. – Москва: МЦНМО, 1999. – 128 с.

Надійшла 9.12.2009 р.

УДК 004.832.2

В.М. ЛОКАЗЮК, В.Ю. ТІТОВА, О.А. КОЗЛЮК

Хмельницький національний університет

НЕЙРОМЕРЕЖНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПЕРАТИВНО-ЧЕРГОВИХ СЛУЖБ

В статті проаналізовано метод оцінювання ефективності рішень у системи підтримки прийняття рішень для оперативно-чергової служби, визначено його недоліки, та запропоновано вдосконалений метод, який базується на штучних нейронних мережах.

The article analyzed a method of evaluating the effectiveness of solutions in decision support system for operational duty service, identified its shortcomings, and propose an improved method based on artificial neural networks.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, наслідки рішення, оцінювання ефективності рішень.

Вступ

У своїй повсякденній професійній діяльності спеціалістам державних служб та силових відомств, в тому числі і оперативно-чергових служб (ОЧС), часто доводиться приймати рішення по вирішенню тієї чи іншої ситуації, а також визначати наслідки кожного з можливих рішень.

Різні рішення відрізняються характером можливих наслідків, і чим складнішою є конкретна ситуація, тим більш масштабними будуть наслідки кожного конкретного прийнятого рішення.

Оперативний черговий (ОЧ) ОЧС органів внутрішніх справ (ОВС) за своїми функційними обов'язками є особою, що приймає рішення по охороні суспільного порядку і боротьбі зі злочинністю [1].

Після надходження інформації про ситуацію та її первинної обробки на предмет вірогідності, значущості та корисності, ОЧ визначає необхідні для подальшої роботи дані. Після цього, він виконує задачу розпізнавання ситуації, визначає її статус та приймає на основі цього певний набір первинних рішень для її вирішення. Наступними задачами, що постають перед ОЧ, є прогнозування розвитку ситуації та визначення наслідків виконання кожного з первинних рішень. На основі визначених наслідків ОЧ має прийняти остаточне рішення для вирішення ситуації [1].

Щоб прийняти рішення для вирішення конкретної ситуації ОЧ має проаналізувати його наслідки для кожного обраного критерію, та визначити для кожного рішення його ефективність [2].

Для цього було розроблено метод оцінювання ефективності рішень, який базується на організації пошуку рішення за відібраними критеріями. [2].

Застосування даного методу в системі підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб (СППР ОЧС) дозволило підвищити відсоток визначених системою правильних рішень до 96 % [2].

Однак, не дивлячись на це, даний метод має ряд недоліків:

- визначення ефективності рішення зводиться до звичайних математичних розрахунків, а тому враховує лише числові значення наслідків, без врахування їхніх взаємовпливів;
- не зважаючи на усунення обмежень, що накладаються градацією шкали переваг Сааті та усунення можливості компенсації значень часткових критеріїв, при формуванні матриці відношень критеріїв, використовуються попарні порівняння типу: "критерій К1 важливіший за критерій К2 у стільки-то разів", що містить певну долю суб'єктивізму та негативно впливає на якість оцінювання.

Постановка задачі

Рішення, які приймаються ОЧ стосуються життя людей, їх морального та матеріального стану, метою роботи є вдосконалення методу оцінювання ефективності рішень для СППР ОЧС шляхом використання штучних нейронних мереж.

Огляд відомих рішень

Множина наслідків прийнятого рішення N має такий вигляд: $N = \{n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, n_6\}$, де n_1 – успішне завершення ситуації ($n_1 \rightarrow \max$) або навпаки ($n_1 \rightarrow \min$); n_2 – перехід ситуації у надзвичайний стан ($n_2 \rightarrow \max$) або навпаки ($n_2 \rightarrow \min$); n_3 – достатність задіяних сил та засобів, якщо задіяних сил та засобів достатньо, то $n_3 \rightarrow \max$, якщо необхідно залучити ще додаткові сили $n_3 \rightarrow \min$, n_4 – кількість можливих втрат серед населення та збитки муніципального господарства, $n_4 = [n_{4,1}, n_{4,2}, n_{4,3}]$, де $n_{4,1}$ –

кількість фізичних втрат (людські жертви), $n_{4,2}$ – кількість матеріальних збитків муніципальному господарству населеного пункту, $n_{4,3}$ – кількість моральних збитків (падіння рівня довіри до правоохоронних органів), зі зростанням кількості відповідних втрат $n_{4,1}, n_{4,2}, n_{4,3} \rightarrow \max$, зі зменшенням – $n_{4,1}, n_{4,2}, n_{4,3} \rightarrow \min$; n_5 – можлива кількість втрат для ОВС, $n_5 = [n_{5,1}, n_{5,2}]$, де $n_{5,1}$ – кількість фізичних втрат серед особового складу ОВС, $n_{5,2}$ – кількість матеріальних збитків ОВС, зі зростанням кількості відповідних втрат $n_{5,1}, n_{5,2} \rightarrow \max$, зі зменшенням – $n_{5,1}, n_{5,2} \rightarrow \min$; n_6 – час, за який ситуація може бути вирішена; чим швидше буде вирішена ситуація, тим менше значення має n_6 ; у випадку якщо ситуація не може бути вирішена успішно або вона переходить у надзвичайний стан $n_6 \rightarrow \max$ [3].

Фактично ефективність кожного рішення залежить від його успішності U ($U \rightarrow \max$, якщо рішення є успішним, та $U \rightarrow \min$, якщо рішення є неуспішним) та від кількості можливих втрат, які принесе його реалізація (V).

В свою чергу успішність рішення залежить від достатності задіяних сил та засобів, від того, успішно вирішиться ситуація чи перейде в надзвичайний стан, від часу, який необхідно витратити на вирішення ситуації тощо. Кількість можливих втрат залежить від кількості втрат серед населення та працівників внутрішніх справ, збитків матеріального та морального характеру, від достатності задіяних сил та засобів, часу вирішення ситуації тощо.

На рис. 1 наведено схему взаємозв'язків та залежностей між наслідками кожного можливого рішення та його ефективністю.

При врахуванні лише значень наслідків кожного рішення задача оцінювання ефективності рішень ОЧ належить до задач багатокритеріальної оптимізації і потребує для свого вирішення відповідних методів [2]. Однак, при врахуванні взаємозв'язків та залежностей між наслідками ця задача набула також рис важкоформалізованої, оскільки їй стали притаманні наступні особливості:

- її вхідні та вихідні дані можуть бути суперечливими або змінюватись в процесі розв'язку;
- її вирішення не може бути зведене до звичайних числових розрахунків;
- процедура розв'язку добре невідома.

А отже, вона потребує для свого вирішення інтелектуальних методів.

Структура нейронної мережі для вирішення задачі оцінювання ефективності рішень

Як вже зазначалось вище задача оцінювання ефективності рішень з врахуванням взаємозв'язків та залежностей між їх наслідками є важкоформалізованою.

На сьогоднішній день, для вирішення подібних задач широко використовуються штучні нейронні мережі (ШНМ) [4,5,6]. Для вирішення вищевказаної задачі використаємо нейромережний підхід.

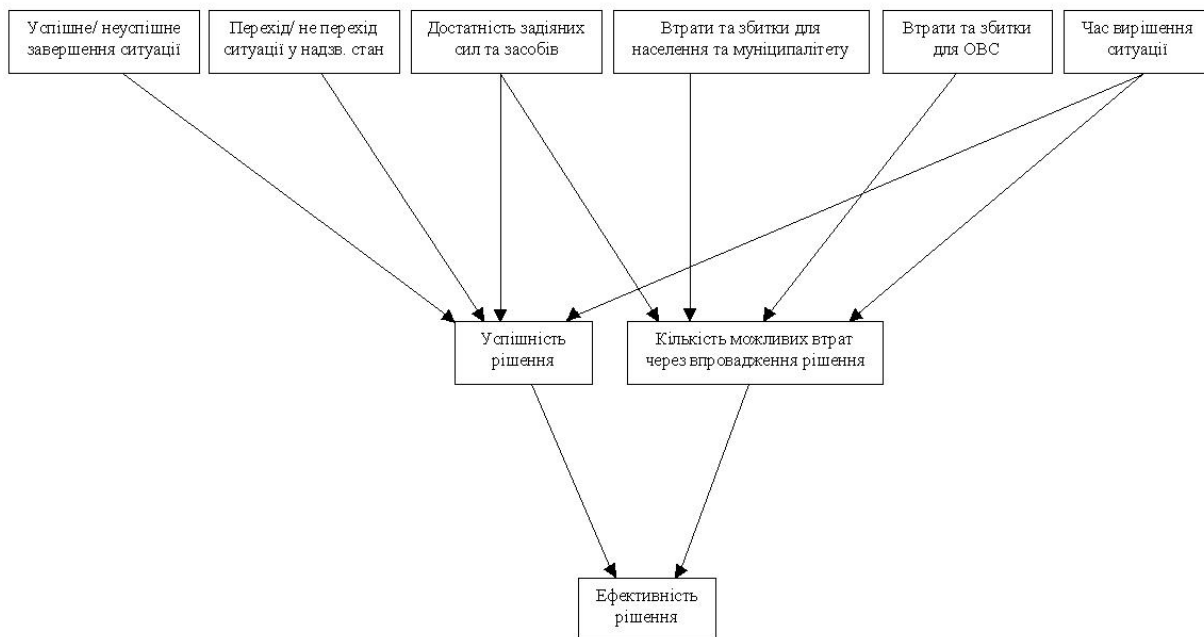


Рис. 1. Схема взаємозв'язків між наслідками рішення та його ефективністю

Зі схеми взаємозв'язків і залежностей між наслідками рішення та його ефективністю слідує, що не між усіма вхідними даними та рішеннями задачі оцінювання ефективності рішень існують зв'язки та залежності.

Тому для вирішення поставленої задачі було використано неповнозв'язну прямонаправлену

нейромережу. Розглянемо структуру нейромережі, графічна модель якої зображена на рис. 2.

Вона складається з трьох шарів нейронів.

Нейрони усіх шарів виконують зважене додавання. В якості активаційної функції обрано функції гіперболічного тангенсу 'tansig'.

Шар 1. На нейрони цього шару надходять значення наслідків для кожного рішення.

Шар 2. Нейрони цього шару визначають показники успішності рішення та кількості можливих втрат.

Шар 3. Нейрони даного шару визначають ефективність для кожного рішення.

Кількість входів нейромережі дорівнює 9, за кількістю наслідків.

З єдиного виходу нейромережі зчитується значення ефективності для кожного можливого рішення.

Неповнозв'язну прямонаправлену нейронну мережу для підсистеми оцінювання ефективності рішень СППР ОЧС побудовано у пакеті Matlab та навчено за допомогою алгоритмів градієнтного спуску 'traingd', градієнтного спуску з параметром швидкості настроювання 'traingda', градієнтного спуску зі збуренням 'traingdm', градієнтного спуску Полака-Рибейри 'traingcp', градієнтного спуску Моллера 'traingcg', оберненого поширення помилки 'trainrp', Флетчера_Рівса 'traingcf', методу січної OSS 'trainoss' та Левенберга-Марквардта 'trainlm'. Результати навчання мережі у таблиці 1.

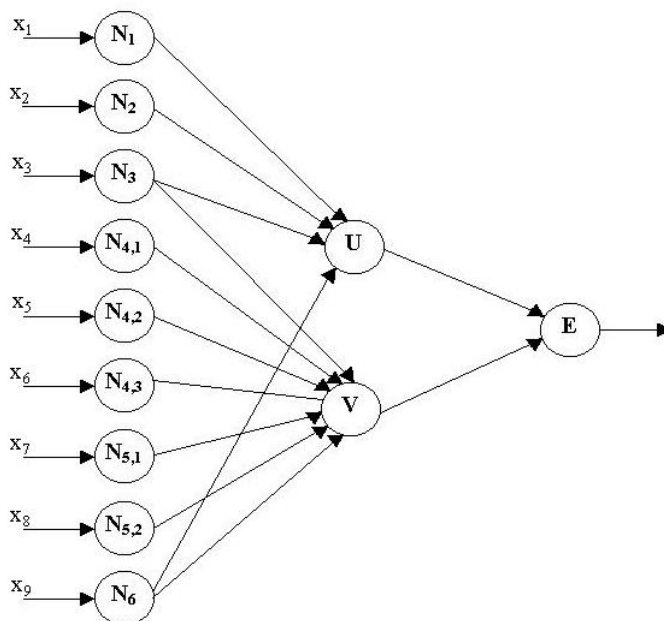


Рис. 2. Структура нейромережі для вирішення задачі оцінювання ефективності рішень

Таблиця 1

Результати навчання нейромережі за відповідними алгоритмами.

Алгоритм	К-сть епох	Час навчання, с	Досягнута точність
Градієнтного спуску	1000	1 хв. 50 сек	0,007
Градієнтного спуску з парам. швидкості настроювання	1000	1 хв. 40 сек	0,011
Градієнтного спуску зі збуренням	1000	2 хв. 30 сек	0,2
Градієнтного спуску Полака-Рибейри	1000	6 хв. 35 сек.	0,008
Градієнтного спуску Моллера	1000	3 хв. 50 сек.	0,004
Флетчера_Рівса	1000	5 хв. 10 сек.	0,008
Методу січної OSS	1000	3 хв. 40 сек.	0,003
Оберненого поширення помилки	1000	1 хв. 15 сек	0,001
Левенберга-Марквардта	1000	29 хв.	0,001

З аналізу результатів навчання нейромережі слідує, що найкращу точність було досягнуто при використанні алгоритмів оберненого поширення помилки та Левенберга-Марквардта. Найшвидше мережа навчалася за алгоритмами градієнтного спуску, градієнтного спуску з параметром швидкості настроювання та оберненого поширення помилки.

Отже, навчання нейромережі за алгоритмом оберненого поширення помилки дозволяє досягнути найкращої точності за найменший час.

У якості тестування серед однакової кількості можливих рішень ситуації було обрано найбільш ефективне за допомогою двох методів: методу оцінювання ефективності рішень для СППР ОЧС [2] та методу, запропонованого у статті. Правильність остаточного рішення залежно від його відповідності існуючим планам дій оцінював начальник чергової зміни.

Результати пошуку найбільш ефективного рішення без та із застосуванням запропонованого методу наведені у таблиці 2.

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що використання запропонованого у статті методу оцінювання ефективності рішень дозволяє підвищити відсоток правильних прийнятих рішень до 97-98 %.

Висновки

Аналіз методу оцінювання ефективності рішень для СППР ОЧС [2] показав, що він не є досконалим, та має ряд недоліків.

Тому було запропоновано вдосконалений метод, який базується на врахуванні взаємозалежностей

між наслідками кожного можливого рішення.

Використання цього методу в СППР ОЧС дозволило:

- уникнути суб'єктивізму, що виникає при попарних порівняннях критеріїв;
- підвищити ефективність прийнятих системою правильних рішень з 96 % до 98 %.

Таблиця 2

Результати пошуку найбільш ефективного рішення.

	Правильність рішення при використанні методу оцінювання ефективності рішень для СППР ОЧС, %	Правильність рішення при використанні запропонованого у статті методу, %
Ситуація № 1	100 %	100 %
Ситуація № 2	90 %	95 %
Ситуація № 3	95 %	100 %
Ситуація № 4	95 %	95 %
Ситуація № 5	100 %	100 %
Ситуація № 6	100 %	100 %
Ситуація № 7	95 %	95 %
Ситуація № 8	95 %	95 %
Ситуація № 9	90 %	100 %
Ситуація № 10	100 %	100 %
Ситуація № 11	95 %	100 %
Ситуація № 12	95 %	95 %
Сумарний відсоток правильних рішень	96 %	98 %

Література

1. Тітова В.Ю. Інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень для оперативно-чергових служб // Искусственный интеллект – Донецьк: Інститут проблем штучного інтелекту, 2006. – № 4 – С. 504-509.
2. Тітова В.Ю. Оцінювання ефективності рішень в системі підтримки прийняття рішень для оперативно-чергових служб // Искусственный интеллект – Донецьк: Інститут проблем штучного інтелекту, 2009. – № 4 – С. 180-187.
3. Тітова В.Ю. Математична модель опису процесу прогнозування розвитку ситуації при охороні суспільного порядку органами внутрішніх справ // Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький: ХНУ, 2007 – № 2, т.1 – С. 140-145.
4. Барский Б.А. Нейронные сети: распознавание, управление и принятие решений. – Москва: “Финансы и статистика”. – 2004. – 176 с.
5. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – Москва: “Горячая линия-Телеком”. – 2001. – 382 с.
6. Локазюк В.М., Поморова О.В., Домінов А.О. Інтелектуальне діагностування мікропроцесорних пристроїв та систем: Навч. посібник. – Київ: “Такі справи”. – 2001. – 286 с.

Надійшла 13.12.2009 р.

УДК 004.41: 616.12-073.96/97

Я.В. ЛИТВИНЕНКО, С.А. ЛУПЕНКО

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

А.С. СВЕРСТЮК

Тернопільський державний медичний університет ім. І.Я. Горбачевського

**ДІАГНОСТИЧНІ ОЗНАКИ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ДІАГНОСТИКИ
ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ**

У даній роботі запропоновано нові діагностичні ознаки для потреб автоматизованої кардіодіагностики у вигляді коефіцієнтів розкладу статистичних оцінок синхронно зареєстрованих кардіосигналів в базисі тригонометричних функцій

The new diagnostic criteria for the automatized cardiodynamics as the coefficients of the statistic assessment of synchronously registered cardiosignals in terms of trigonometric functions are analysed and suggested in the paper

Ключові слова: синхронно зареєстрованих кардіосигнали, статистична обробка, діагностичні ознаки

Вступ. При розробці систем автоматизованої кардіодіагностики, важливим етапом є обґрунтування діагностичних (прогностичних) ознак, за якими буде здійснюватись діагностика (прогноз) функціонального стану серцево-судинної системи людини. У роботах [1 та 2], обґрунтовано та верифіковано математичну