

УДК 004.896:004.451.25

Ю. В. МЕЛЬНИК¹, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник;С. І. ПОЛОВЕНЯ², канд. техн. наук, доцент;М. В. МАЛЮЖЕНКО², канд. техн. наук, доцент;І. В. ІЩУК¹, канд. техн. наук, доцент;Т. Г. БОНДАРЕНКО¹, канд. техн. наук, доцент,¹ Державний університет телекомунікацій, Київ;² Білоруська державна академія зв'язку, Мінськ

Нейромережне оцінювання якості функціонування телекомунікаційних систем

Запропоновано підходи до пошуку нейромережної оцінки якості функціонування телекомунікаційної мережі. Висвітлено взаємодію компонентів нейромережної системи оцінювання якості функціонування мережі телекомунікацій. Розглянуто структуру модифікованої мережі PNN і визначено вимоги стосовно відповідності нейромережних моделей умовам функціонування телекомунікаційної системи.

Ключові слова: нейромережна оцінка; нейромережна модель; якість функціонування; телекомунікаційна мережа.

Вступ

Останніми роками істотно підвищився інтерес до поглиблених досліджень, пов'язаних із застосуванням прикладних інтелектуальних технологій у різних сферах суспільного життя.

Головна особливість архітектури, що відрізняє інтелектуальну систему управління від системи, побудованої за «традиційною» схемою, полягає в наявності механізмів зберігання та обробки знань для реалізації здатності системи виконувати необхідні функції в неповно заданих або взагалі невизначених умовах за випадкового характеру зовнішніх впливів.

Важливим напрямком розвитку телекомунікаційних мереж (ТКМ) є застосування засобів автоматичного розпізнавання параметрів ТКМ та інформації, що в них циркулює. Зокрема, недостатньо вивченою є *проблема нейромережного розпізнавання сигналів, отримуваних на різних ділянках ТКМ.*

Основна частина

Згідно з відомими рекомендаціями розв'язання зазначеної проблеми вимагає розробки *концептуальної моделі забезпечення ефективності нейромережного розпізнавання параметрів ТКМ.* У загальному випадку згадана концептуальна модель являє собою модель предметної області, що складається з переліку взаємозв'язаних понять, використовуваних для опису цієї області. Такий опис включає в себе властивості, характеристики та класифікацію цих понять за типами, ситуаціями, ознаками в даній області, а також закони перебігу в ній будь-яких процесів [1].

З огляду на загальноприйнятту технологію застосування нейромережних моделей (НММ) пропонується наведена на рис. 1 схема декомпозиції нейромережної оцінки якості функціонування ТКМ.

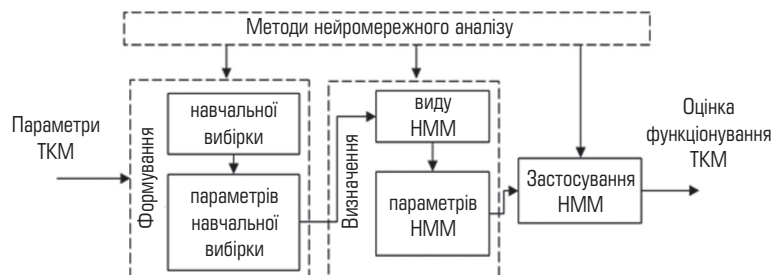


Рис. 1. Декомпозиція нейромережної оцінки якості функціонування ТКМ

Блок формування параметрів навчальних прикладів визначає для сигналів, що мають місце в телекомунікаційній мережі, множину вхідних і множину вихідних параметрів та кодує їх до вигляду, придатного для використання в НММ.

Блок формування навчальної вибірки визначає множину навчальних прикладів, що відповідають еталонам параметрів ТКМ, при яких ТКМ досягає максимального рівня якості функціонування (кількість, якість та номенклатура прикладів мають бути достатніми для навчання НММ).

Блоки визначення виду та параметрів НММ вибирають для застосування зазначених моделей з такими параметрами, що найбільш повно відповідають умовам задачі пошуку оцінки якості функціонування ТКМ.

© Ю. В. Мельник, С. І. Половеня, М. В. Малюженко, І. В. Іщук, Т. Г. Бондаренко, 2018

У блоці застосування НММ здійснюється оцінювання якості функціонування ТКМ для запобігання, скажімо, надмірному завантаженню веб-сервера ТКМ і можливому вичерпанню його обчислювальних ресурсів.

Взаємодію компонентів нейромережної системи оцінювання якості функціонування ТКМ унаочнює рис. 2.

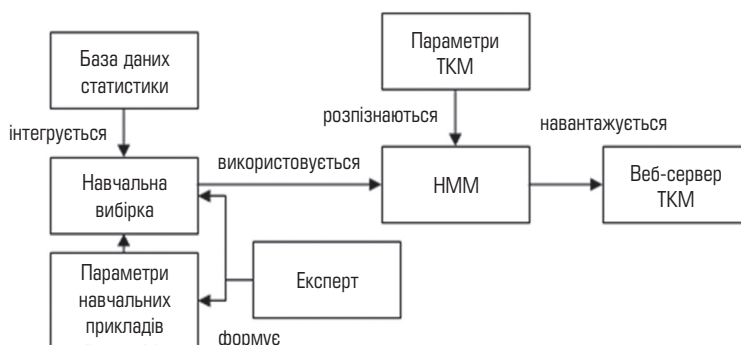


Рис. 2. Взаємодія компонентів нейромережної системи оцінювання якості функціонування ТКМ

Ефективність функціонування ТКМ під управлінням нейромережі є сенс оцінювати з погляду ефективності процесу застосування нейромережних засобів та з погляду їх навчання [2]. Для цього необхідно доповнити існуючу методологічну базу низкою принципів, наприклад визначення множини ефективних видів НММ, визначення очікуваного вихідного сигналу для параметрів еталонної ТКМ, прогнозу використання нейромережної системи обчислювальних ресурсів веб-сервера, оцінки застосування експертних знань для формування навчальної вибірки.

Так, із погляду оцінювання *показників параметрів якості (ППЯ)* серед НММ високий потенціал має мережа PNN (*Probabilistic Neural Networks*). Мережа PNN добре розпізнає стан ТКМ через класифікацію одного з двох можливих її станів (*A* — нормальний стан, *B* — відхилення від нормального стану).

У класичній мережі PNN кожному окремому стану може відповідати одна комбінація ППЯ [3]. Тобто кількість класів, що підлягають розпізнаванню, може дорівнювати кількості навчальних прикладів. Отже, кількість нейронів у *шарі додавання (ШД)* дорівнюватиме кількості нейронів у *шарі образів (ШО)*. Вочевидь, у таких випадках застосовувати ШД немає сенсу.

Пропонується використовувати модифіковану мережу PNN [4] із проміжним фільтруючим шаром нейронів для зменшення кількості нейронів ШО (рис. 3).

Нейрони ШО з номерами від одиниці до *L* відповідають навчальним прикладам, які співвідносяться з нормальним станом, а нейрони з номерами від *L + 1* до *N* співвідносяться з відхиленням від нормального стану.

Завдання нейрона *il шару фільтрації (ШФ)* — фільтрація *i*-го ППЯ відповідно до *l*-го продукційного правила. Для цього застосовується функція активації виду:

$$\exists x_i^{(ВШ)} \in [P^{\min}, P^{\max}]_l \rightarrow y_{jl}^{(ШФ)} = x_i^{(ВШ)}, \exists x_i^{(ВШ)} \notin [P^{\min}, P^{\max}]_l \rightarrow y_{jl}^{(ШФ)} = 0, \quad (1)$$

де $x_i^{(ВШ)}$ — значення *i*-го ППЯ;

$y_{jl}^{(ШФ)}$ — вихідний сигнал *jl* нейрона ШФ.

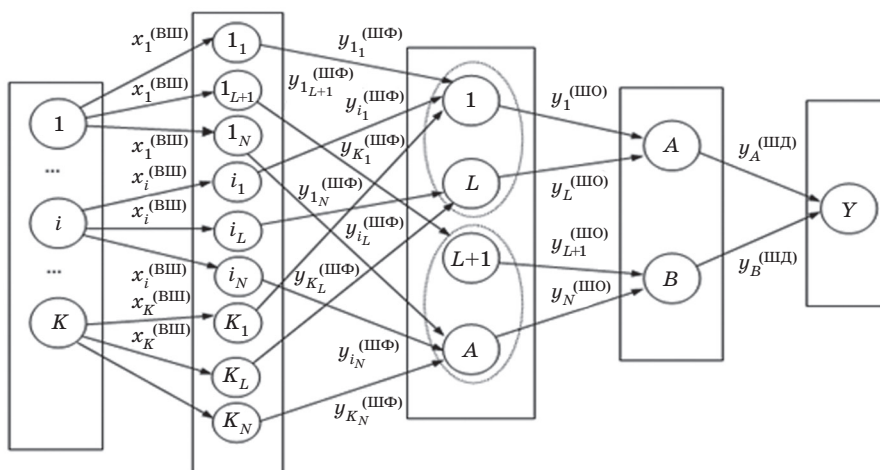


Рис. 3. Структура модифікованої мережі PNN

Вихідний сигнал l -го нейрона ШО розраховується так:

$$y_l^{(\text{ШО})} = \sum_{k=1}^K \exp\left(-\frac{(w_{k,l} - y_{k_l}^{(\text{ШФ})})^2}{2\sigma^2}\right), \quad (2)$$

де $w_{k,l}$ — ваговий коефіцієнт зв'язку між k_l -м нейроном ШФ та l -м нейроном ШО;

K — кількість компонентів вхідного вектора-образу;

σ — радіус функції Гаусса.

У нейронах ШД використовується лінійна функція активації. Вихідний сигнал j -го нейрона ШД ($y_j^{(\text{ШД})}$) розраховується так:

$$y_j^{(\text{ШД})} = \sum_{i=1}^N y_i^{(\text{ШО})}, \quad (3)$$

де N — кількість нейронів ШО, пов'язаних із j -м нейроном ШД;

$y_i^{(\text{ШО})}$ — активність i -го нейрона ШО, пов'язаного з j -м нейроном ШД.

Завдання єдиного нейрона *вихідного шару (ШВ)* — визначення максимального вихідного сигналу нейронів ШД. Цей нейрон вказує на розпізнаний клас.

Ефективність нейромережних засобів оцінювання ППЯ ТКМ багато в чому залежить від того, чи відповідають тип і параметри НММ умовам поставленої задачі. У загальному випадку вимоги до такої НММ поділяють на групи, що характеризують навчання, «інтелектуальні можливості» та процес прийняття рішення.

Наприклад, вимоги до навчання можуть бути такі: врахування різної кількості вхідних параметрів у навчальних прикладах; можливість непропорційної присутності в навчальній вибірці даних, котрі описують класи, що їх має розпізнати НММ; пристосованість до навчання без втрати інформації, яку було узагальнено, аби оперативно адаптувати НММ до нових умов застосування; пристосованість до навчання окремими частинами, що визначає можливість високого ступеня розпаралелювання цього процесу при реалізації НММ; забезпечення низької похибки та мінімального терміну навчання; забезпечення високого рівня автоматизації навчання; використання мінімального обсягу обчислювальних ресурсів, необхідних для здійснення процесу навчання.

Вимоги до «інтелектуальних можливостей» можуть полягати в тому, аби досягти максимального відношення обсягу пам'яті (кількості прикладів) НММ до кількості синапатичних зв'язків, що характеризує можливість НММ узагальнювати, а не лише запам'ятовувати навчальні дані; мінімальної похибки узагальнення, яка підтверджує правильність класифікації на прикладах, які не ввійшли до навчальної вибірки.

Вимоги до процесу прийняття рішення можуть бути такі: мінімальна тривалість класифікації невідомого прикладу; мінімальний обсяг обчислювальних ресурсів, необхідних для класифікації невідомого прикладу.

Висновки

◆ Конкретизовано вимоги та відповідні їм критерії ефективності моделювання процесу створення нейромережних засобів оцінювання якості функціонування ТКМ.

◆ Вхідними даними зазначеної моделі будуть множина M доступних видів нейромережних засобів, множина O ППЯ ТКМ, а також множина U умов задачі оцінювання ППЯ.

Список використаної літератури

1. *Управління телекомунікаціями із застосуванням новітніх технологій: підручник для ВНЗ / В. Г. Кривуца, В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман [та ін.]. Київ, 2007. 384 с.*

2. *Мельник Ю. В., Макаренко А. О., Кільменінов О. А. Модель управління телекомунікаційною мережею на основі нейронної мережі та оцінка ефективності її функціонування // Наук. записки УНДІЗ. 2017. № 4(48). С. 30–35.*

3. *Хлапонін Ю. І. Управління інформаційною безпекою на основі інтелектуальних технологій // Technology audit and production reserves (Технологический аудит и резервы производства) 2014. № 6/4(20). С. 47–50.*

4. *Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. Москва, 2003. 288 с.*

Рецензент: доктор техн. наук, професор С. В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

Ю. В. Мельник, С. І. Половеня, М. В. Малюженко, І. В. Ищук, Т. Г. Бондарчук

НЕЙРОСЕТЕВОЕ ОЦЕНИВАНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Предложены подходы к нейросетевой оценке качества функционирования телекоммуникационной сети. Показано взаимодействие компонентов нейросетевой системы оценки качества функционирования сети телекоммуникаций. Рассмотрена структура модифицированной сети PNN и определены требования, касающиеся соответствия нейросетевых моделей условиям функционирования телекоммуникационной системы.

Ключевые слова: нейросетевая оценка; нейросетевая модель; качество функционирования; телекоммуникационная сеть.

Yu. V. Melnik, S. I. Polovenia, M. V. Maluzenko, J. V. Ishchuk, T. H. Bondarenko

NEURAL NETWORK EVALUATION OF TELECOMMUNICATION SYSTEMS FUNCTIONING QUALITY

The approaches to the neural network estimation of the quality of functioning of the telecommunication network are determined. The interaction of components of a neural network system for assessing the quality of functioning of such a network is shown. The structure of the modified network PNN is considered and the requirements for conformity of neural network models with the conditions of functioning of the telecommunication system are determined. In recent years, there has been a significant increase in interest in the study of application of applied intellectual technologies in various spheres of life.

The main architectural peculiarity that distinguishes the intellectual control system from the "traditional" scheme is the availability of mechanisms for storing and processing knowledge for the implementation of the abilities to perform the necessary functions in incompletely defined or uncertain conditions under the random nature of external influences.

An important area of development of telecommunication networks is the use of means for automatic recognition of development of telecommunication networks parameters and information circulating in it. Currently insufficiently studied is the neural network recognition of signals received. At different sections of development of telecommunication networks.

According to the recommendations, in order to solve this problem, it is necessary to develop a conceptual model for ensuring the efficiency of the neural network recognition of development of telecommunication networks parameters. In the general case, the conceptual model is a model of the domain, consisting of a list of interrelated concepts. It is used to describe this area, along with properties and characteristics. The classification of these concepts by types, situations, features in the field, and laws of leakage in its processes. The block of formation of the parameters of educational examples determines for the signals occurring in the telecommunication network, the set of input and output parameters and encodes them into a species suitable for development of telecommunication networks.

Keywords: neural network estimation; neural network model; functioning quality; telecommunication network.

УДК 621.391.8

С. І. ОТРОХ, доктор техн. наук, доцент;

В. І. КРАВЧЕНКО, канд. техн. наук;

Л. В. ДАКОВА, канд. техн. наук;

М. М. КРАВЧУК, студент;

О. О. КРИКУН, студентка;

О. М. МИРУТА, студентка;

Державний університет телекомунікацій, Київ

Розробка нечіткої темпоральної моделі для опису впливу параметрів зовнішнього середовища на системи зв'язку стандарту LTE

Запропоновано подання зовнішніх дестабілізуючих факторів у вигляді агрегованих показників, що впливають на параметри та якісні характеристики сигналів. Подано нечітку темпоральну модель, що являє собою опис впливу основних параметрів зовнішнього середовища на роботоздатність комплексів і систем зв'язку стандарту LTE. Зазначений опис, характеризуючи функціонування радіосистеми, дозволяє прогнозувати її стан і вибирати відповідні управлінські рішення для поліпшення прогнозованої ситуації.

Ключові слова: темпоральна модель; LTE; дестабілізуючі фактори; зовнішнє середовище.

Вступ

Безпроводові цифрові комунікації, бурхливо стартувавши, не припиняють стрімко розвиватися. Цьому сприяє неухильний прогрес мікроелектроніки, що дозволяє випускати дедалі складніші й водночас дедалі дешевші засоби безпроводового зв'язку.

Високими темпами вдосконалюються персональні й локальні мережі, широко упроваджуються безпроводові мережі регіонального масштабу. Низька вартість, швидкість розгортання, практично необмежені функціональні можливості передавання даних, телефонії, відеопотоків — усе це перетворює безпроводові мережі на один із провідних напрямків розвитку телекомунікаційної індустрії.

© С. І. Отрох, В. І. Кравченко, Л. В. Дакова, М. М. Кравчук, О. О. Крикун, О. М. Мирута, 2018