

Аналіз та моніторинг телекомунікаційної мережі на основі інтелектуальних технологій

© Хлапонін Ю.І.

Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ, Україна
yfcnz0408@ukr.net

© Жиров Г.Б.

Військовий інститут Київського національного університету ім. Т. Шевченка, Київ, Україна
genna-g@ukr.net

Анотація

Світові інфокомунікаційні мережі надають відповідні сервіси великій кількості кінцевих абонентів, які можуть бути розташованими на великих територіях, у межах усієї земної кулі. Інфокомунікаційні сервіси повинні задовольняти критеріям якості, а для цього необхідно постійно забезпечувати необхідну смугу пропускання каналу мережі та постійно підтримувати в працездатному стані програмно-апаратні вузли мережі, які можуть бути розташовані на великій території. Однією з головних вимог щодо якості мережі є забезпечення користувачам можливості доступу до ресурсів всіх комп'ютерів, об'єднаних в мережу. Для виконання даної вимоги необхідний постійний аналіз стану та моніторинг телекомунікаційних мереж.

Під аналізом телекомунікаційної мережі розуміється процес порівняння поточного і нормального станів телекомунікаційної мережі в заданий часовий інтервал. Моніторинг телекомунікаційної мережі включає в себе: спостереження, відбір за визначеними ознаками, оброблення та реєстрація сеансу зв'язку в мережі. Результатом моніторингу є збір первинних даних про роботу мережі: статистика щодо кількості циркулюючих в мережі пакетів різних протоколів, про стан портів концентраторів, комутаторів і маршрутизаторів і т. п.

В даній статті на основі проведеного аналізу практичного використання телекомунікаційних систем встановлена необхідність більш широкого і науково обґрунтованого впровадження статистичних методів їх аналізу і моніторингу на основі відкритої потокової інформації.

Аналіз телекомунікаційних мереж, що використовує технології передачі даних ATM 1/0, Fast Ethernet 1/0, Fast Ethernet 4/0 показав, що ефективність роботи мережі залежить від наступних характеристик: завантаження каналу на вході і виході (байт); число пакетів на вході і виході; число помилок в їх реєстрації; завантаження процесора (%); обсяг вільної пам'яті процесора і системи введення-виведення для маршрутизатора (байт). Найбільш інформативним параметром є завантаження каналу.

Запропоновано перспективний підхід до організації обробки неявних форм подання знань, який базується на застосуванні технології нейромережових структур. Архітектура нейронних мереж дозволяє реалізувати їх із застосуванням технологій надвисокого ступеня інтеграції. Доведена можливість успішного використання нейронних мереж та їх аналогових моделей для вирішення задачі апроксимації неперервних функцій багатьох змінних та прогнозу процесів, які відбуваються у телекомунікаційних мережах протягом часу. Також розроблені процедури первинної обробки значень параметрів телекомунікаційних мереж для подальшого використання в якості вхідних даних для нейронної мережі. Розроблені процедури дозволяють більш детально розглядати і аналізувати динаміку зміни інформаційних потоків, циркулюючих в мережах, та визначати характерні особливості випадкових послідовностей, а впровадження нейронних мереж дозволяє прогнозувати поведінку мережі в залежності від сезонності та тренду.

Ключові слова: інформаційно-телекомунікаційна мережа, інтелектуальні технології, нейрон, нейронна мережа, трафік.

1 Вступ

На сьогоднішній час глобальні мережі (Wide Area Networks, WAN) використовуються для того, щоб надавати інфокомунікаційні сервіси великій кількості кінцевих абонентів, розкиданих по великій території – в межах регіону, держави, континенту або всієї земної кулі. Зважаючи на велику протяжність каналів зв'язку потрібно забезпечувати необхідну смугу пропускання каналу, постійну підтримку в працездатному стані програмно-апаратні вузли мережі, які розкидані по великій території.

Головною вимогою до мереж, є забезпечення користувачам можливості доступу до ресурсів всіх комп'ютерів, об'єднаних в мережу [1,2]. Дослідження і аналіз стану та постійний моніторинг телекомунікаційних мереж є актуальною задачею.

Моніторинг телекомунікацій являє собою: спостереження, відбір за визначеними ознаками, оброблення та реєстрацію сеансу зв'язку в мережах телекомунікацій із застосуванням системи моніторингу

мережі телекомунікацій [3]. На етапі моніторингу виконується процедура збору первинних даних про роботу мережі: статистика про кількість циркулюючих в мережі пакетів різних протоколів, про стан портів концентраторів, комутаторів і маршрутизаторів і т. п. За станом первинних параметрів телекомунікаційної мережі визначають вищевказані параметри функціонування мережі. Назвемо поточним станом телекомунікаційної мережі сукупність поточних параметрів телекомунікаційної мережі, вимірних в заданий часовий інтервал. Таким чином, під моніторингом телекомунікаційної мережі будемо розуміти збір і фіксацію поточного стану телекомунікаційної мережі в заданий часовий інтервал.

Назвемо нормальним станом телекомунікаційної мережі сукупність параметрів телекомунікаційної мережі, які встановлені регламентом її функціонування в заданий часовий інтервал. Таким чином, під аналізом телекомунікаційної мережі будемо розуміти процес порівняння поточного і нормального станів телекомунікаційної мережі в заданий часовий інтервал. Під результатом аналізу будемо розуміти сукупність зафіксованих значень розбіжностей між поточним і нормальним станом телекомунікаційної мережі по кожному параметру.

Завдання аналізу вимагає більш активної участі людини і використання таких складних засобів, як експертні системи, що акумулюють практичний досвід багатьох мережевих фахівців. Отриману інформацію про роботу телекомунікаційної мережі можна аналізувати з різним ступенем глибини або деталізації.

Стандартами ISO/ITU-T, визначені п'ять основних функціональних груп завдань системи управління [4–6].

Перша група: управління конфігурацією мережі і ім'ям - ці завдання полягають в конфігурації параметрів, як окремих елементів мережі, так і телекомунікаційної мережі в цілому. Для елементів мережі за допомогою цієї групи завдань визначаються мережеві адреси, ідентифікатори (імена), географічне положення. Для мережі в цілому управління конфігурацією зазвичай починається з побудови карти мережі, тобто відображення реальних зв'язків між елементами мережі і зміни зв'язків між цими елементами мережі.

Статистичні результати роботи телекомунікаційної мережі можуть служити основою при прийнятті рішення в рамках даної групи завдань управління.

Друга група: обробка помилок - дана група завдань включає виявлення, визначення та усунення наслідків збоїв і відмов мережі, в тому числі і на основі статистичних результатів роботи мережі.

Третя група: аналіз продуктивності та надійності - завдання цієї групи пов'язані з оцінкою на основі накопичувальної статистичної інформації таких параметрів, як час реакції системи, пропускна здатність реального або віртуального каналу зв'язку, інтенсивність трафіку в окремих сегментах і каналах мережі, імовірність спотворення даних при їх передачі через мережу, а також коефіцієнт готовності мережі. Функції аналізу продуктивності і надійності мережі потрібні як для оперативного управління мережею, так і для планування розвитку мережі.

Четверта група: управління безпекою - завдання цієї групи включають в себе контроль доступу до даних при їх зберіганні і передачі через мережу. Базовими елементами управління безпекою є процедури аутентифікації користувачів, призначення і перевірка прав доступу до ресурсів мережі, управління повноваженнями і т.д. При вирішенні завдань управління даної групи слід враховувати результати статистичної обробки інформації про атаки на мережу і спробах несанкціонованого доступу до її ресурсів.

П'ята група: облік роботи мережі - завдання цієї групи займаються реєстрацією часу використання різних ресурсів мережі - пристроїв, каналів і транспортних служб, в тому числі з урахуванням статистичних параметрів роботи телекомунікаційної мережі.

2 Визначення статистичних характеристик та головних компонент в системі статистичного аналізу телекомунікаційних мереж

2.1 Визначення статистичних характеристик для аналізу телекомунікаційної мережі

Нехай x_1, \dots, x_n - вибірка з n значень змінної x . Якщо дану вибірку впорядкувати по зростанню величин, то вийде так званий ряд порядкових статистик $x_{(0)} < \dots < x_{(n)}$ (номер в дужках (0), (1), ..., (n) називається рангом відповідного значення).

У статистичній системі аналізу телекомунікаційної мережі будемо оцінювати такі одновимірні статистичні характеристики.

Характеристики положення:

- середнє значення

$$m(x) = \bar{m}_x = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n};$$

- медіана

$$med(x) = \begin{cases} x_{\frac{n-1}{2+1}}, & \text{якщо } n \text{ непарне} \\ \frac{x_{\frac{n}{2}-1} + x_{\frac{n}{2}+1}}{2}, & \text{якщо } n \text{ парне} \end{cases}$$

тобто оцінка медіани є точкою, ліворуч і праворуч від якої знаходиться однакове число точок вибірки;

- серединна точка (центр найкоротшої половини). Нехай x_L і x_R відповідно координати лівої і правої кінцевих точок "найкоротшої половини" (визначення дано далі в характеристиках розкиду); тоді серединна точка визначається як

Медіана і серединна точка є характеристиками положення центру розподілу, більш стійкими до наявності викидів (аномальних спостережень), ніж середнє значення. Серединна точка є також оцінкою моди розподілу змінної x .

Характеристики розкиду

- дисперсія

$$s^2(x) = s_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m(x))^2;$$

- стандартне відхилення s , дорівнює квадратному кореню з дисперсії.

2.2 Визначення головних компонент в системі статистичного аналізу телекомунікаційних мереж

Перші q головних компонент z_1, \dots, z_q багатовимірної ознаки X визначаються як лінійні ортогональні нормовані комбінації вихідних показників, тобто

$$z_j(X) = u_{1j}(x_1 - m_1) + \dots + u_{pj}(x_p - m_p);$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^p u_{ij}^2 &= 1, \quad (j = \overline{1, q}) \\ \sum_{i=1}^p u_{ij}u_{ik} &= 0, \quad (j, k = \overline{1, q}, j \neq k) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де m_i – середнє значення ознаки x_i , а в якості міри інформативності q – мірної системи показників $(z_1(X), z_2(X), \dots, z_q(X))$ взята величина:

$$I_q(Z(X)) = \frac{\sum_{i=1}^q Dz_i}{\sum_{j=1}^p Dx_j} \quad (2)$$

де Dz_i та Dx_j – дисперсії відповідних показників [7].

Таким чином, головні компоненти - це система лінійних ортогональних комбінацій вихідних змінних, яка характеризується тим, що дисперсії цих комбінацій мають екстремальні значення. Так, першим головним компонентом є нормована лінійна комбінація вихідних змінних (сума квадратів коефіцієнтів нормованої лінійної комбінації дорівнює одиниці) з найбільшою дисперсією, тобто

$$Dz_i = \max_{|U|^2=1} D(U', X - M).$$

Це означає, що перша головна компонента орієнтована вздовж напрямку найбільшого розкиду точок даної сукупності.

Друга головна компонента має найбільшу дисперсію серед всіх лінійних комбінацій виду (1), некорельованих з першою головною компонентою. Вона являє собою проекцію на напрям найбільшого розкиду спостережень серед напрямків, перпендикулярних першій головній компоненті, і т.д.

Обчислення векторів коефіцієнтів U_1, \dots, U_q лінійних комбінацій, що відповідають основним компонентам засноване на тому, що вектори U_1, \dots, U_q є власними векторами коваріаційних матриць досліджуваної сукупності. Коваріаційна матриця зазвичай нам невідома, і ми можемо використовувати тільки її оцінку S . Далі розглядаються оцінки головних компонент та головні компоненти вибірки (матриці даних).

Як власні вектори матриці S вектори U задовольняють рівняння:

$$SU_j = I_j U_j, \quad j = \overline{1, q} \quad (3)$$

Відповідні власні числа дорівнюють дисперсії (строго кажучи, оцінкам дисперсії) головних компонент. Якщо тепер власні вектори впорядкувати в порядку убуття власних чисел $I_1 \geq I_2 \geq \dots, I_q$ то i -й головній компоненті відповідає власний вектор U_i з власним числом I_i . Компоненти вектора U_i , тобто величини U_{ij} , $j = \overline{1, p}$ називаються навантаженнями i -ї головної компоненти (фактора) на змінні X_j ,

$j = \overline{1, p}$. Сам вектор U_i , є вектором навантажень або, на ряду з z_i , i -ю головною компонентою. Вектори навантажень можна розглядати як колонки матриці навантажень U .

Методи обчислення власних чисел і власних векторів симетричної матриці детально викладені, наприклад, в роботі [8]. В системі статистичного аналізу телекомунікаційної мережі використовується **QR**-метод з попереднім приведенням матриці до трехдіагонального виду.

Всього існує p власних векторів матриці S і, отже, p головних компонент. Мають місце наступні співвідношення.

$$\det S = \prod_{i=1}^p l_i, \quad SpS = \sum_{i=1}^p l_i \quad (4)$$

де $\det S$ і SpS позначають відповідно визначник і слід матриці S .

Формула (2) може бути записана у вигляді

$$I_q(Z) = \sum_{i=1}^q l_i / SpS, \quad (5)$$

тобто величина $I_q(Z)$ дорівнює частці сумарної дисперсії змінних X_j , $j = \overline{1, p}$ (сліду матриці S), що "пояснюється" першими q головними компонентами. Чим ближче значення цього критерію до 1, тим менше буде спотворена картина взаємного розташування спостережень при переході в простір головних компонент.

Використання головних компонент найприродніше і плідне, коли всі змінні X_j , $j = \overline{1, p}$ мають загальну фізичну природу і виміряні в одних і тих самих одиницях. Саме такий випадок і досліджується для цілей статистичного аналізу телекомунікаційної мережі. Результат може істотно залежати від вибору масштабу виміру. Тому зазвичай переходять до безрозмірних величин, нормуючи значення змінних, що також характерно для статистичного аналізу телекомунікаційної мережі [8]. Наприклад, вдалими нормуваннями є нормування розкидом значень змінної і нормування стандартним відхиленням. У разі, коли основна мета застосування головних компонент полягає в описі структури залежності між змінними, перехід до нормованих даних стає практично необхідною умовою.

2.3 Використання головних компонент

Процедура головних компонент може бути використана, наступним чином:

а) для скорочення розмірності даних з мінімальною втратою інформації в сенсі критерію (2); дані скороченої розмірності можуть бути використані, наприклад, в процедурі кластер-аналізу; зазвичай з цією метою відкидають головні компоненти з мінімальними власними числами; найбільш важливими для відбору є величини частки сліду (дисперсії), що відповідає головній компоненті і накопиченій частці сліду;

б) для візуального аналізу особливостей розташування точок вихідної вибірки; з цією метою використовується інтерактивна графічна система;

в) як різновид факторного аналізу; в цьому випадку виділені головні компоненти розглядаються як оцінки деяких прихованих чинників (тут виникає проблема змістовної інтерпретації виділених чинників).

3 Застосування нейромережевих технологій для обробки статистичної інформації телекомунікаційних мереж

Аналіз експлуатації телекомунікаційних мереж показує, що на даному етапі розвитку забезпечити їх ефективну роботу досить складно. Практика використання гетерогенних телекомунікаційних систем та комп'ютерних мереж пов'язана з недостатньою їх прозорістю, складністю, організаційними обмеженнями і специфікою, що визначає необхідність більш широкого і науково обгрунтованого впровадження статистичних методів їх аналізу і моніторингу на основі відкритої потокової інформації [4–7], особливо при вирішенні складних задач та виникнення надзвичайних ситуацій [8].

Проведений аналіз робіт [9, 10] показує, що для вирішення поставлених завдань доцільно та необхідно застосовувати інтелектуальні технології.

На сьогоднішній час, швидкими темпами розвиваються технології створення нейромережевих структур. Архітектура нейронних мереж дозволяє реалізувати їх із застосуванням технологій надвисокого ступеня інтеграції. Різниця елементів мережі невелика, а їх повторюваність величезна. Це відкриває перспективу створення універсального процесора з однорідною структурою, здатного переробляти різноманітну інформацію і не вимагає обов'язкової наявності програми обробки, достатня тільки постановка задачі.

Таким чином, аналіз опрацьованої літератури дозволяє зробити висновок, що є області застосування нейронних мереж в телекомунікаційних системах, які розкриті не в повному обсязі.

Нейронні мережі являють собою один з найбільш універсальних підходів для побудови правил класифікації і прогнозу [2, 10]. Однак їх основним недоліком є досить складна процедура налаштування архітектури мережі і оцінки її параметрів, які забезпечують прийнятну якість прогнозу (класифікації).

3.1 Структура нейронної мережі

У статистичній системі аналізу телекомунікаційної мережі використовуються мережі з декількома впорядкованими шарами нейронів. При цьому взаємодія між нейронами, що належать до одного і того ж шару, відсутня [10]. Нейрони кожного шару отримують дані (сигнали) від нейронів попереднього шару, обробляють їх і передають результат обробки до наступного шару. Винятком є нейрони вхідного шару. Число нейронів у вхідному шарі дорівнює числу змінних відібраних для вирішення завдання прогнозу або класифікації, так що кожному нейрону відповідає одна з змінних. Таким чином, сигнали, що надходять на вхідний шар, являють собою значення цих змінних.

Сигнали, на виході останнього (вихідного) шару нейронів є результат роботи нейронної мережі. Тому, якщо нейронну мережу передбачається використовувати для класифікації об'єктів в одну з M груп, то число нейронів у вихідному шарі має дорівнювати M .

3.2 Обробка сигналів нейронами проміжних шарів

На вхід кожного нейрона будь-якого проміжного шару надходять сигнали від усіх нейронів попереднього шару. Обробка сигналів полягає в тому, що спочатку проводиться зважене підсумовування сигналів, що надійшли. Якщо ця зважена сума перевищує певний поріг, то вихідний сигнал нейрона дорівнює 1, в іншому випадку – 0.

Таким чином, якщо $z_{j1}, \dots, z_{jn_{k-1}}$ сигнали, що надійшли на вхід j -го нейрона k шару від n_{k-1} нейронів попереднього шару, а $W_{j1}^{(k)}, \dots, W_{jn_{k-1}}^{(k)}$ – ваги, даних нейронів, то для формування суми використовують вираз:

$$S_k^{(k)} = W_{j1}^{(k)} z_{j1} + \dots + W_{jn_{k-1}}^{(k)} z_{jn_{k-1}} \quad (6)$$

Нехай $t_j^{(l)}$ – граничне значення. Вихідний сигнал даного нейрона визначається як величина $\theta(S_j^{(k)} - t_j^{(k)})$, де функція стрибка $\theta(x) = 1$ якщо $x > 0$; та 0, якщо $x \leq 0$, тобто якщо $S_j^{(k)} > t_j^{(k)}$.

На практиці функція стрибка $\theta(x)$ замінюється певною функцією. Найбільш часто використовується логістична функція:

$$L(x) = \frac{e^x}{1 + e^x} \quad (7)$$

Оскільки на вхід кожного нейрона в k -му шарі надходять сигнали від усіх нейронів попереднього ($k-1$)-го шару, кількість вагових коефіцієнтів і граничних значень для обробки вхідних сигналів усіма нейронами дорівнює $(n_k + 1)n_{k-1}$, де n_k – число нейронів в k -му шарі. Сукупність вагових коефіцієнтів всіх нейронів k -го шару утворює матрицю зв'язку $\mathbf{W}^{(k)}$ між k -м та $(k-1)$ -м шарами.

3.3 Створення нейронної мережі

Для створення нейронної мережі, яку можна було б використовувати для класифікації багатовимірних об'єктів або для передбачення значень незалежної змінної (в разі завдання регресійного аналізу або прогнозу часових рядів), що особливо важливо в разі статистичного аналізу телекомунікаційної мережі, необхідно:

- задати архітектуру мережі, тобто задати кількість шарів і кількість нейронів в кожному з них;
- оцінити вагові коефіцієнти для всіх нейронів мережі (ваги в матрицях зв'язку $\mathbf{W}^{(k)}$).

Архітектура мережі. Нейронна мережа повинна містити як мінімум два шари: вхідний і вихідний. Кількість нейронів у вхідному шарі визначається кількістю використовуваних змінних. Якщо всі змінні – безперервні кількісні, то число нейронів просто дорівнює числу змінних. Якщо ж серед змінних є номінальні, то для кожної такої змінної, наприклад, змінної u , відводиться $(l-1)$ вхідних нейронів, де l – число градацій (категорій) змінної u в i -му нейроні (з цих $(l-1)$ нейронів) та присвоюється значення 1, якщо змінна приймає i -е значення, і 0 в іншому випадку.

Отже, кількість нейронів у вхідному шарі однозначно визначено, як тільки обрані активні змінні для вирішення задачі класифікації, регресії або прогнозу.

Кількість нейронів у вихідному шарі визначається типом розв'язуваної задачі, при вирішенні задачі класифікації об'єктів в одну з M груп, вихідний шар містить M нейронів. При вирішенні задачі прогнозу (регресії) кількість нейронів дорівнює числу залежних змінних. Число проміжних шарів і кількості нейронів в кожному з них задається дослідником перед етапом оцінки вагових коефіцієнтів.

Оцінка вагових коефіцієнтів (навчання). Для оцінки вагових коефіцієнтів в статистичній системі аналізу телекомунікаційної мережі застосовні процедури безумовної оптимізації за методом сполучених градієнтів. Для вирішення проблеми локальних мінімумів використовується генерація деякої кількості стартових точок.

3.4 Процес збору інформації про роботу телекомунікаційної мережі

Розглянемо процедуру первинної обробки значень параметрів телекомунікаційної мережі підприємства. Для аналізу мережевого трафіку на сервері системи управлінської інформації підприємства системним адміністратором мережі здійснювався збір даних з допомогою протоколу SNMP. На сервері використовувалися такі технології передачі даних, як: ATM 1/0, Fast Ethernet 1/0, Fast Ethernet 4/0. Дані про функціонування телекомунікаційної мережі реєструвалися за допомогою чотирьохбайтового лічильника з інтервалом 5 хв. Для аналізу були визначені наступні характеристики:

- завантаження каналу на вході і виході (байт);
- число пакетів на вході і виході;
- число помилок в їх реєстрації;
- завантаження процесора (%);
- обсяг вільної пам'яті процесора і системи введення-виведення для маршрутизатора (байт).

Збір та реєстрація параметрів телекомунікаційної мережі здійснювалися протягом тривалого періоду часу за допомогою чотирьохбайтових лічильників, при переповненні лічильників відбувалося їх обнулення (або скидання), це призводило до пилкоподібності в поданні значень параметрів телекомунікаційної мережі і не дозволяло безпосередньо використовувати відомі методи статистичної обробки інформації.

3.5 Процедура перетворення первинної інформації в випадкову послідовність

Дана процедура передбачає аналіз безпосередньо первинної інформації «накопичувального» типу. Випадковою величиною, в даному випадку, є момент «обнулення». Для нормальних періодів роботи мережі можна розглядати також число «обнулень» n_k для k -го періоду часу T_k або ж частоту «обнулень». В цьому випадку характеристиками випадкової послідовності є функції розподілу або ж їх числові характеристики. Першим кроком моніторингу є візуалізація даних – графічне відображення реєстрації інформації в процесі надходження, де P – показання лічильника, в байтах (або кількість пакетів); t – час реєстрації інформації.

Серед сильних сторін даного дослідження необхідно відзначити те, що показано можливість застосування нейронної мережі у статистичній системі аналізу параметрів телекомунікаційної мережі.

Додаткові можливості, що забезпечують досягнення мети дослідження, криються в тому, що нейронні мережі та їхні аналогові моделі можуть бути успішно використані для вирішення задачі апроксимації неперервних функцій багатьох змінних та прогнозу процесів у часі.

Складнощі у впровадженні отриманих результатів дослідження пов'язані з тим, що на сьогодні майже завжди моделювання нейронних мереж проводиться на цифрових обчислювальних машинах архітектурою Неймана. Це має велику кількість переваг: надзвичайну універсальність, велику точність (а отже передбачуваність алгоритму), стабільність та багато інших. Але за всі ці переваги доводиться платити дуже малою швидкістю та продуктивністю.

З іншого боку сучасні операційні підсилювачі можуть працювати на частоті у кілька гігагерц. Максимальна частота обрахунку функції операційним підсилювачем у декілька разів менша за його граничну частоту. Якщо кількість зв'язків модельного нейрона збільшити у два рази, продуктивність цифрової моделі зменшиться приблизно в таку ж кількість разів, проте продуктивність аналогової майже не зміниться.

4 Висновки

1. При вирішенні задач аналізу та моніторингу мереж в першу чергу розглядається первинна потокова інформація та вирішуються такі завдання, як апроксимації функцій, прогнозування, оптимізація та ін. Для вирішення таких завдань можна та необхідно використовувати нейронні мережі.

2. Після аналізу інформації про роботу телекомунікаційної мережі, що використовує технології передачі даних ATM 1/0, Fast Ethernet 1/0, Fast Ethernet 4/0 встановлено, що ефективність роботи мережі залежить від наступних характеристик: завантаження каналу на вході і виході (байт); число пакетів на вході і виході; число помилок в їх реєстрації; завантаження процесора (%); обсяг вільної пам'яті процесора і системи введення-виведення для маршрутизатора (байт). Найбільш інформативним параметром є завантаження каналу.

3. Розроблено процедуру перетворення первинної інформації телекомунікаційної мережі, сутність якої полягає в перетворенні вихідної інформації з кількості байтів (пакетів) в частоти скидання або «обнулення» за певний період.

4. Доведено можливість використання нейронних мереж для аналізу процесів, що протікають у телекомунікаційних мережах в часовій області.

Література

1. Кокс Д. Статистический анализ последовательности событий / Д. Кокс, П. Льюис. – М.: Мир, 1969. – 312 с.
2. Комашинский В.И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи / В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов. М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 94 с.
3. Винницкий В.П. Методы системного анализа и автоматизации проектирования телекоммуникационных сетей: (Монография) / В.П. Винницкий, В.В. Хиленко. – К.: Интерлинк, 2002. – 192 с.
4. Домрачев В.Г. Нечеткие методы в задачах мониторинга сетевого трафика / В.Г. Домрачев, Д.С. Безрукавный, Э.В. Калинина, И.В. Ретинская Ж, Информационные технологии, JV23 2006, С. 2–10.
5. ETSI ETR 003 «Сетевые аспекты. Общие аспекты качества обслуживания и эффективности сети».
6. ITU-T Recommendation E.800 (09.08) Definitions of terms related to quality of service (Визначення термінів, що стосуються якості послуг).
7. Бугай А.И. Некоторые особенности моделирования сетевого трафика. Теоретические проблемы информатики и ее приложений: / А.И. Бугай, Э.В.Калинина, И.В.Ретинская // Сб. науч. тр. Под ред. проф. А.А.Сытника – Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2003. – Вып 5. – С. 30–41.
8. Корнейчук Н.П. Аппроксимация с ограничениями / Н.П. Корнейчук, А.А. Лигун, В.Г. Доронин. – Киев: Наукова думка, 1982. – 252 с.
9. Zakasovskaya E.V. Restoration of point influences by the fiber-optical network in view of a priori information / E.V.Zakasovskaya, V.V.Fadeev // SPIE Proc. APCOM. – 2007. – Vol. 6675.
10. Хлапонін Ю.І. Побудова апроксимаційної функції на основі алгоритму зворотного розповсюдження помилки як методу навчання штучних нейронних мереж / І.І. Бех, С.О. Новак, Ю.І. Хлапонін // Вісник інженерної академії. – 2016. – № 1. – С. 198–201.

Analysis and Monitoring of Telecommunication Networks Based on Intelligent Technologies

© Yuriy I. Khlaponin

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

yfcnz0408@ukr.net

© Genadiy B. Zhyrov

Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

genna-g@ukr.net

Abstract

The world infocommunication networks provide corresponding services to a large number of end subscribers who can be located in the large areas, throughout the world. The infocommunication services shall meet the quality criteria, and for this purpose it is necessary to provide constantly a necessary bandwidth of network channel as well as to keep constant running of hardware-software network nodes which can be located in the large area. One of main requirements for the quality of network is ensuring of users' accessibility to resources of all computers which are combined in the network. Continuous state analysis and monitoring of telecommunication networks are necessary for fulfillment of this requirement.

The telecommunication network analysis is a process of comparison of current and normal state of telecommunication network within the specified time interval. The telecommunication network monitoring includes: observation, selection according to defined features, processing and logging of communication session in the network. The result of monitoring is a collection of primary data of network operation: statistics concerning number of different protocol packets which circulate in the network, concerning port state of multiplexers, switch boards and routers etc.

In this article on the basis of performed practical use analysis of telecommunication systems is stated a necessity of more large-scale and scientifically grounded implementation of statistical methods of their analysis and monitoring based on the clear data-flow information.

The analysis of telecommunication networks which uses data transfer technologies ATM 1/0, Fast Ethernet 1/0, Fast Ethernet 4/0 has shown that the effectiveness of network operation depends on the following characteristics: channel traffic at input and output (byte); number of packets at input and output; number of errors in their logging; processor loading (%); free memory capacity of processor and input-output system for router (byte). The most informative parameter is the channel traffic.

There is provided a prospective approach to organization of processing of implicit forms of knowledge

presentation which is based on application of neural network structures technology. The architecture of neural networks enables to realize them using the utmost integration technologies. There is a proven possibility of successful use of neural networks and their analogous models for solution of task of approximation of continuous functions of many variables as well as prediction of processes which take place in telecommunication networks in the course of time. There are also developed procedures for primary processing of parameter values of telecommunication networks for the further use as input data for neural network. The developed procedures enable to review and analyze in much more detail the time history of information flow which circulates in the networks as well as to determine special features of random sequences, and the implementation of neural networks makes possible to predict the network behavior depending on seasonality and trend.

Keywords: information-telecommunication network, intelligent technologies, neural processing element, neural network, traffic.