

не стане в нагоді оскільки тема безпеки онлайн покупок є й досі слабким місцем у безпеці.

В умовах воєнного стану активізується питання належного дотримання конфіденційності біометричної інформації. Наприклад, компанія Google сплачуватиме 100 млн. доларів за порушення недоторканності приватного життя користувачів.

Таким чином, якщо зловмисники застосовують до користувачів маніпулятивні психологічні техніки, дуже важливо знати, які прийоми найбільш характерні в даній ситуації, а також розуміти принцип їхньої роботи, щоб уникнути неприємностей.

Список використаних джерел:

1. Резник Ю. М. Социальная инженерия: предметная область и границы применения. Социс. 1994. № 2. С. 28–34.

Ключові слова: соціальна інженерія, людина, ризики, інформаційні ризики, невидимість, хакинг.

Key words: social engineering, people, risks, information risks, invisibility, hacking.

СТРЕЛКОВСЬКА ІРИНА ВІКТОРІВНА

*Національний університет «Одеська юридична академія»,
професор кафедри кібербезпеки, доктор технічних наук, професор*

СОЛОВСЬКА ІРИНА МИКОЛАЇВНА

*Національний університет «Одеська юридична академія»,
доцент кафедри інформаційних технологій,
кандидат технічних наук, доцент*

ПРОГНОЗУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ТРАФІКУ ПРИСТРОЇВ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ІОТ/5G

Динамічний розвиток послуг Інтернет речей IoT (Internet of Things) для мереж п'ятого покоління 5G відбувається в межах груп, класифікованих згідно [1; 2]: надширокосмуговий мобільний зв'язок eMBB (enhanced Mobile Broadband), масовий міжмашинний зв'язок mMTC (massive Machine-Type Communications) та наднадійний машинний зв'язок з низькими затримками URLLC (Ultra-Reliable Low Latency Communication), включаючи послуги тактильного Інтернет та голографічні послуги. Впровадження таких послуг вимагатиме від IoT пристроїв значного збільшення швидкості передачі даних та забезпечення значень характеристик якості обслуговування та сприйняття QoS/QoE (Quality of Service/Experience) [1; 2]. Особливу увагу, з погляду реалізації послуг IoT, слід приділити активному використанню мультимедійних

послуг IoT-пристроїв, до яких віднесені послуги Video conference, Video on-demand, Stream Video, Video Surveillance. Мультимедійний трафік реального часу має властивості самоподібності та характеризується значними «сплесками» інтенсивності пакетів. При цьому, мультимедійний трафік IoT-пристроїв, як правило, відрізняється алгоритмами функціонування пристрою та його призначенням. Це може бути пристрій IoT-HD-camera високої чіткості або пристрій IoT-telemetry, пристрій IoT-appliances або IoT-lightbulb, або IoT-health monitor. Кожен з цих пристроїв буде генерувати мультимедійний трафік. Однак цей трафік буде відрізнятися нерівномірністю інтенсивності надходження пакетів та наявністю значних «сплесків» на одних інтервалах часу та практичною їхньою відсутністю на інших. При обслуговуванні мультимедійного трафіку IoT-пристроїв у мережі, досить складно забезпечити необхідні характеристики QoS/QoE, такі як пропускна спроможність та час затримки. Прогнозування характеристик мультимедійного трафіку дозволяє отримати результати щодо поведінки трафіку та передбачити необхідну продуктивність IoT-пристроїв для запобігання перевантажень та підтримки необхідних характеристик QoS/QoE.

Питання прогнозування трафіку реального часу для надання високошвидкісних послуг реального часу розглядалося у роботах авторів [3-10]. Запропоновані рішення не є універсальними, але дозволяють вирішувати завдання, пов'язані з прогнозуванням. Моделі прогнозування трафіку ARIMA досить узагальнені та не відповідають умовам отримання точності прогнозу для різних видів трафіку, якими характеризуються пристрої IoT [4]. Це пов'язано з тим, що отримати необхідний тренд конкретного трафіку IoT-пристрою в реальному часі практично неможливо. Використання штучного інтелекту для мережі відеоспостереження IoT, запропоноване в роботі [5], дозволяє підвищити характеристики QoS/QoE, але буде складно використовувати в реальному часі для кожного IoT-пристрою. В роботі [6] запропоновано прогнозування відеотрафіку на базі нейронної мережі. Такий підхід є достатньо результативним, але потребує постійного динамічного оновлення мережі IoT у реальному часі. Всі запропоновані методи можуть забезпечити необхідний прогноз трафіку, однак, потребують певного ресурсного забезпечення та не дозволяють отримати точності прогнозування для мультимедійного високошвидкісного трафіку. Раніше, у роботах авторів [7–10] було отримано результати короткострокового прогнозування у реальному часі різних видів трафіку за допомогою методу сплайн-екстраполяції з використанням різних сплайн-функцій. Дослідження трафіку [7-10], дозволило отримати результати, що підтвердили доцільність використання кубічних та кубічних B-сплайнів для прогнозування трафіку із заданою точністю. В цій роботі для прогнозування характеристик мультимедійного трафіку реального часу будемо використовувати кубічний сплайн Ерміта щодо покращення точності прогнозу, забезпечення його масштабованості та використання для різних додатків IoT.

Метою роботи є прогнозування характеристик мультимедійного трафіку реального часу IoT-пристроїв мережі 5G об'єктів мережі IoT з використанням методу сплайн-екстраполяції на базі кубічного сплайну Ерміта.

Розглянемо кубічний сплайн Ерміта [11]. Нехай у вузлах сітки $\Delta: a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$ задані значення деякої функції $f(x)$ та її похідної $f'(x)$:

$$f_i = f(x_i), f'_i = f'(x_i), i = 0, 1, \dots, n.$$

Ермітовим кубічним сплайном будемо називати функцію $S_3(f; x) = S_3(x)$, яка задовільняє двом наступним вимогам [11]:

1) на кожному з проміжков $[x_i, x_{i+1}]$, $i = 0, \dots, n-1$,

$$S_3(x) = a_{i0} + a_{i1}(x-x_i) + a_{i2}(x-x_i)^2 + a_{i3}(x-x_i)^3,$$

2) функція $S_3(x_i) = f_i$, $S'_3(x_i) = f'_i$, $i = 0, \dots, n$.

Вочевидь, що $S_3(x) \in C^1[a, b]$, де $C^1[a, b]$ – клас функцій $f(x)$, які мають на проміжку $[a, b]$ неперервну похідну першого порядку. Для визначення коефіцієнтів $a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}$, $i = 0, 1, 2, 3, 4$ отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} S_3(x_i) = f_i, \\ S_3(x_{i+1}) = f_{i+1}, \\ S'_3(x_i) = f'_i, \\ S'_3(x_{i+1}) = f'_{i+1}, \end{cases}$$

Кубічний сплайн Ерміта має вигляд [11]:

$$S_3(x) = \phi_1(t)f_i + \phi_2(t)f_{i+1} + \phi_3(t)h_i f'_i + \phi_4(t)h_i f'_{i+1}, \quad (1)$$

причому

$$\begin{aligned} \phi_1(t) &= (1-t)^2(1+2t), \phi_2(t) = t^2(3-2t), \phi_3(t) = t(1-t)^2, \\ \phi_4(t) &= -t^2(1-t), h_i = x_{i+1} - x_i, t = (x - x_i)/h_i, i = 0, \dots, n-1. \end{aligned}$$

Для визначення похибки сплайн-екстраполяції використаємо наступну теорему [11].

Теорема 1 [11]. Якщо $S_3(x)$ інтерполює на сітці Δ функцію $f(x) \in C^1[a, b]$, то має місце оцінка

$$|S_3(x) - f(x)| \leq \omega(f, h), \quad (2)$$

де $\omega(f, h)$ – модуль неперервності функції $f(x)$ вигляду

$$\omega(f, h) = \max_{\substack{x', x'' \in [a, b] \\ |x' - x''| < h}} |f(x') - f(x'')|, h \leq b - a, h = \max_i h_i.$$

Розглянемо мультимедійний трафік IoT-camera HD, який отримано за допомогою Open Source ресурсу Net Flow Analyzer [12] та показано на рис. 1, де N – кількість пакетів (тис. пакетів), t – час надходження пакетів.

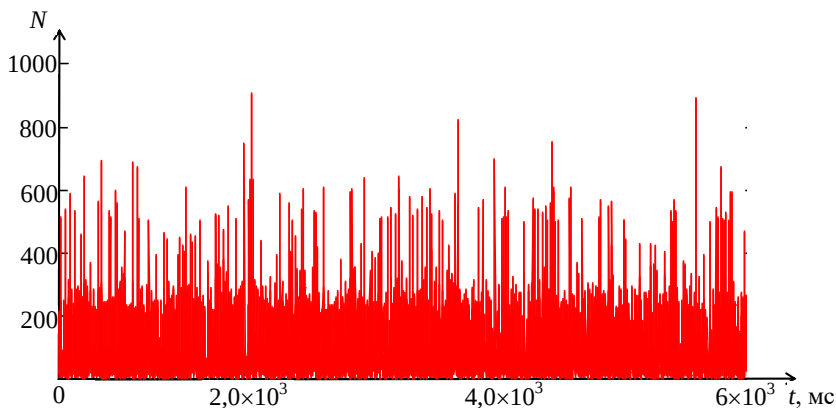


Рис. 1. Мультимедійний трафік реального часу IoT-camera HD

Неважко бачити, що мультимедійний трафік IoT-camera HD високої чіткості на відрізку $[1;6000]$ мс, має масштабну інваріантність, наявність значних «сплесків» інтенсивності пакетів і довгострокову залежність між моментами їх надходження. Виконаємо прогнозування за допомогою сплайн-екстраполяції на відрізку $[1680;1700]$ мс за допомогою кубічного сплайна Ерміта $S_3(x)$ виду (1). Результати сплайн-екстраполяції на відрізку $[1680;1700]$ мс показано на рис. 2.

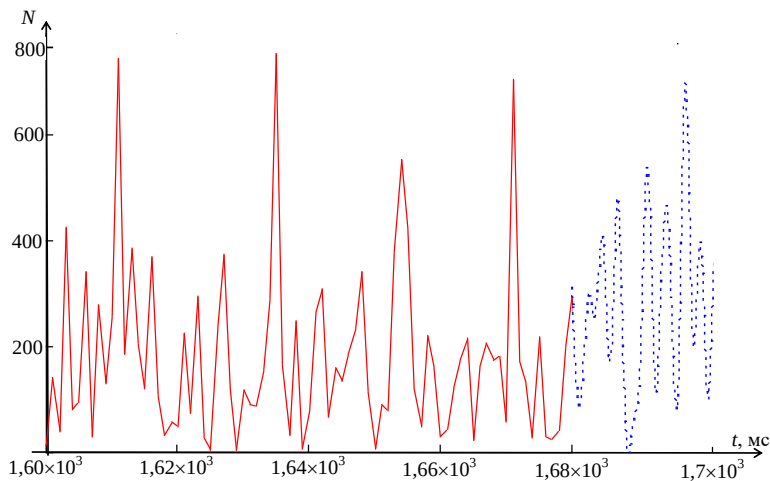


Рис. 2. Результати сплайн-екстраполяції мультимедійного трафіку з використанням кубічного сплайна Ерміта

Відповідно до виконаної сплайн-екстраполяції з використанням кубічного сплайну Ерміта можливо зазначити, що результати екстраполяції дозволяють визначити навіть значні «сплески» інтенсивності мультимедійного трафіку. Похибку прогнозування мультимедійного трафіку при сплайн-екстраполяції на базі кубічного сплайну Ерміта будемо знаходити за допомогою теореми 1.

Результати визначення похибки прогнозування мультимедійного трафіку наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Похибка прогнозування мультимедійного трафіку

Проміжок	Чисельні значення проміжка, мс	Значення похибки
$[x_0; x_1]$	[1680;1681]	0,030
$[x_1; x_2]$	[1681;1682]	0,01
$[x_2; x_3]$	[1682;1683]	4,50
...	...	...
$[x_{19}; x_{20}]$	[1699;1700]	0,245

Висновки:

1. Розглянуто розв'язання задачі прогнозування характеристик мультимедійного трафіку реального часу IoT-пристрою Camera HD.

2. Запропоновано використання сплайн-екстраполяції на базі кубічного сплайну Ерміта.

3. Встановлено, що отримані результати прогнозування мультимедійного трафіку IoT-пристрою дозволяють підвищити точність прогнозу, забезпечити його масштабованість і використання для різних додатків IoT, тим самим уникнути перевантажень в мережі та перевищень нормативних значень характеристик QoS/QoE.

Список використаних джерел:

1. Dave Evans. The Internet of Things. How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. *Cisco White Paper*, April, 2011.
2. 3GPP Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies. *ETSI TR 38.913, V14.3.0*, 2017.
3. Mocnej J., Pekar A., Seah K.G. W., Zolotova I. Network Traffic Characteristics of the IoT Application Use Cases. *School of Engineering and Computer Science*. Victoria University of Wellington, 2018.
4. Sunil K. P.V. An ARIMA based Approach for Traffic Prediction. *International Journal of Computer Applications*. 2021. № 1. P. 7–10.
5. Rego A., Canovas A., Jose M., Lloret J. An Artificial Intelligence System for QoS and QoE Guarantee in IoT using Software Defined Networks. *IEEE Access* PP(99), June 2018, Vol. 6, 2018, P. 1–20.
6. Abdullah Ali R., Omar Abdul Kareem M., Paramonov A., Koucheryavy A. IoT traffic prediction using multi-step ahead prediction with neural network. *11th*

International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 28–30 Oct. 2019, Dublin, Ireland.

7. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Spline-Extrapolation Method in Traffic Forecasting in 5G Networks. *Journal of Telecommunications and Information Technology*. 2019, Is. 3. P. 8–16. <https://doi.org/10.26636/jtit.2019.134719>
8. Strelkovskaya I., Solovskaya I. Using spline-extrapolation in the research of self-similar traffic characteristics. *Journal of Electrical Engineering*. 2019. Vol. 70, Is. 4. P. 310–316.
9. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Different extrapolation methods in Problems of Forecasting. *Advances in Information and Communication Technology and Systems. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020. Vol. 152. Springer. P. 217–228. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_12
10. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J. Spline-approximation and Spline-extrapolation methods in telecommunication problems. *Current Trends in Communication and Information Technologies. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021. Vol. 212. Springer. P. 3–20. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76343-5_1
11. Zavyalov Yu. S. Methods of spline functions / Yu. S. Zavyalov, B. I. Kvasov, V. L. Miroshnichenko. Moscow : Science, 1980.
12. <https://www.manageengine.com/products/netflow/download-free.html>

Ключові слова: прогнозування, трафік, сплайн-екстраполяція, кубічний сплайн Ерміта, похибка екстраполяції.

Key words: forecasting, traffic, spline-extrapolation, Hermit cubic spline, extrapolation error.

УВАРКІНА ОЛЕНА ВАСИЛІВНА

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
професор спеціальної кафедри № 4, доктор філософських наук, професор*

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ОСВІТНЬОГО НОМАДИЗМУ У СУЧАСНОМУ КІБЕРПРОСТОРІ

Створення нового глобального інтерактивного ринку ідей, досліджень та інновацій надає сучасній освіті найширших можливостей для розвитку. Експоненціальний характер світової інформатизації постійно виявляє нові властивості власної інформаційної системи, впливає на оновлення освітніх технологій відповідно до вимог діджиталізації («digitalization») та формує нові відносини соціальної комунікації для всіх учасників кіберпростору.

Відомо, що в умовах цифрового світу та розвитку інформаційних технологій, наприкінці ХХ століття наявні просторові межі сформували «плем'я» номад, які є особливою категорією людей, так званих