

9. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. Different extrapolation methods in Problems of Forecasting. In: Ilchenko M., Uryvsky L., Globa L. (eds) Advances in Information and Communication Technology and Systems. MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 152. Springer, Cham, pp. 217-228. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_12
10. Strelkovskaya I., Solovskaya I. Using spline-extrapolation in the research of self-similar traffic characteristics. Journal of Electrical Engineering. Vol. 70 (2019), Is. 4, pp. 310-316. <https://doi.org/10.2478/jee-2019-0061>
11. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J. «The use of linear complex planar splines to improve the accuracy of determining the location of the user in Wi-Fi/Indoor networks,» in 2021 International Scientific-Practical Conference Proceedings (PICS&T), 2021, pp. 1-5.
12. Strelkovskaya I., Solovskaya I., J. Strelkovska, «Linear complex planar splines in Wi-Fi/Indoor positioning problems,» in 2021 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (IEEE UkrMiCo), 2021, pp. 84-87. <https://doi.org/10.1109/UkrMiCo52950.2021.9716612>
13. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J., «Fingerprinting/Indoor positioning using complex planar splines», in Journal of Electrical Engineering, vol. 72, №6, 2021, pp. 401-406. <https://doi.org/10.2478/jee-2021-0057>.
14. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J., Grigoryeva T., «Using quadratic complex planar splines in solving local positioning problems,» in IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), 2022, pp.1-4.

ВИКОРИСТАННЯ СПЛАЙН-АПРОКСИМАЦІЇ ТА СПЛАЙН-ЕКСТРАПОЛЯЦІЇ В ЗАДАЧАХ ІНФОКОМУНІКАЦІЙ

Стрелковська І.В.

*доктор технічних наук, професор кафедри кібербезпеки
Національного університету «Одеська юридична академія»*

Соловська І.М.

*кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій
Національного університету «Одеська юридична академія»*

Розвиток мереж Future Networks зумовлює стрімку зміну технологій, оновлення протоколів та вдосконалення механізмів підтримки необхідних характеристик якості QoS/QoE (Quality of Service/ Quality of Experience) [1]. Такі зміни потребують кардинального перегляду відомих рішень та пошуку нових методів рішення задач аналізу та синтезу інфокомунікацій. В залежності від характеру розглядаємих задач отримання результатів можливе за допомогою оцінок інтерполяції, екстраполяції та апроксимації, адже ефективність рішення задач аналізу

та синтезу інфокомунікаційних мереж безпосередньо залежить від точності отриманих результатів.

Метою даної роботи є пошук нових методів рішення задач аналізу та синтезу в інфокомунікаціях для підвищення характеристик якості функціонування інфокомунікаційних систем.

На практиці при рішенні задач аналізу та синтезу інфокомунікаційних мереж та систем, знайшла своє використання сплайн-апроксимація з використанням різних сплайн-функцій (лінійних, квадратичних та кубічних), результати якої дозволяють вирішувати значний клас задач [2-5]:

- відновлення випадкових сигналів й самоподібного трафіка, рішення яких дозволяють отримати необхідні значення між вузлами інтерполяції з необхідною похибкою [3];
- відновлення станів мережних об'єктів та характеристик в реальному часі, рішення яких забезпечить отримання рекурсивних оцінок стану часу затримки протоколу RTP/RTCP, ємності завантаження буфера RED та інших з метою зменшення похибки відновлення [4];
- управління мережними об'єктами і мережею в цілому, які базуються на результатах моніторингу та обробці отриманих даних [5];
- підтримки процедур функціонування об'єктів і мережі в цілому з метою підвищення характеристик якості QoS/QoE функціонування [3].

Використання сплайн-апроксимації дозволило отримати рішення задачі апроксимації спектральної характеристики сигналу [6]:

$$|G(j\omega)| = \begin{cases} UT, & |\omega| < \omega_A, \\ G_{A1}(\omega), & \omega_A \leq |\omega| \leq \omega_C, \\ G_{A2}(\omega), & \omega_C < |\omega| \leq \omega_B, \\ 0, & \omega_B < |\omega|, \end{cases}, \quad (1)$$

де $U = g(0)$, $\omega_A = (1 - \alpha)\omega_C$, $\omega_B = (1 + \alpha)\omega_C$, $\omega_C = \pi/T$, $\alpha = (\omega_C - \omega_A)/\omega_C =$

$= (\omega_B - \omega_C)/\omega_C$ – коефіцієнт скруглення спектральної щільності ($0 \leq \alpha \leq 1$), який визначає ширину перехідної області $[\omega_A, \omega_B]$, $2\Delta\omega = 2\alpha\omega_C$ – ширина перехідної області, $\alpha = \Delta\omega/\omega_C$.

З урахуванням непарної симетрії спектральної щільності сигналу (1) відносно точки C, функції $G_{A1}(\omega)$ та $G_{A2}(\omega)$ пов'язані рівняннями [6]

$$G_{A1}(\omega) = UT - G_{A2}(2\omega_C - \omega), \quad \omega_A \leq |\omega| \leq \omega_C, \quad (2)$$

$$G_{A2}(\omega) = y(\omega) = a + b(\omega - \omega_C) + c(\omega - \omega_C)^2 + d(\omega - \omega_C)^3, \quad \omega_C \leq \omega \leq \omega_B,$$

де a, b, c, d знаходяться з умов інтерполяції виду (3)

$$\begin{cases} y(\omega_C) = a = y_C; \\ y(\omega_B) = a + b\Delta\omega + c\Delta\omega^2 + d\Delta\omega^3 = y_B; \\ y'(\omega_C) = b = y'_C; \\ y'(\omega_B) = b + 2c\Delta\omega + 3d\Delta\omega^2 = y'_B. \end{cases} \quad (3)$$

Сплайн-апроксимація сигналу $f(x)$ кубічним сплайном (рис. 1).

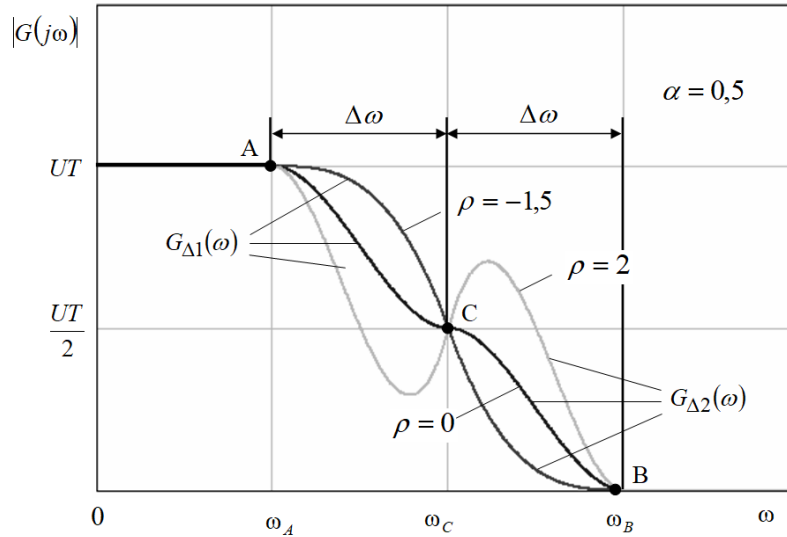


Рис. 1. Сплайн-інтерполяція спектра сигналу $f(x)$ кубічним сплайном

Сплайн-апроксимація спектральної характеристики в перехідній області дає змогу описувати кубічний сплайн, забезпечуючи необхідну гладкість функції та синтез сигналу, що практично призводить до швидкого згасання сигнальної функції та концентрації енергії в окремих пелюстках [6].

На сучасному етапі розвитку інфокомунікацій важливим питанням є вирішення задач прогнозування характеристик основних параметрів мереж і систем, яка дозволяє отримати необхідні результати з найменшими обчислювальними ресурсами та затратами часу. Розглянемо сплайн-екстраполяцію (на базі лінійних, квадратичних та кубічних сплайнів) на прикладі самоподібного трафіку, коли необхідно прогнозувати характеристики трафіку зовні відрізка $[a;b]$ [7-10]. Нехай, для визначеності, це буде точка x_C , $x_C > x_N = b$, $x_C - b = h$, де h – крок розбиття відрізка $[a;b]$, $h = \frac{b-a}{N}$.

Розглянемо два варіанти екстраполяції самоподібного трафіку (рис. 2 та рис. 3).

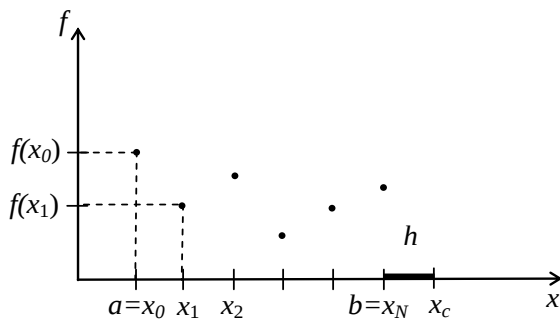


Рис. 2. Екстраполяція самоподібного трафіка на відрізку $[b; x_c]$ за умови $f(x_c) = f(x_1)$

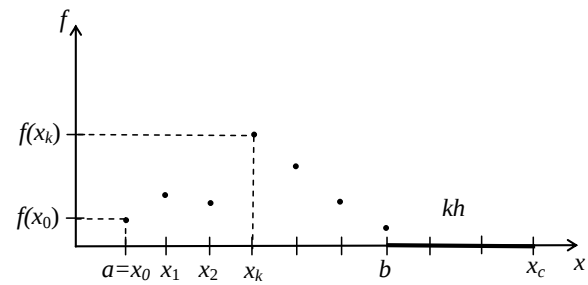


Рис. 3. Екстраполяції самоподібного трафіка на відрізку $[b; x_c]$ за умови $f(x_{kh}) = f(x_c)$

В першому випадку покладемо, що $f(x_c) = f(x_1)$ та побудуємо сплайн-функцію на відрізку $[b; x_c]$ (рис. 2). В другому випадку (рис. 3) покладемо $f(x_k) = f(x_c)$, де $x_k = x_0 + kh$, де k – натуральне. якщо $kh \neq x_c - b$, то в якості $f(x_c)$ беремо значення функції $f(x)$, яке найближче до точки x_k [7-10].

Результати екстраполяції самоподібного відеотрафіку показано на рис. 4.

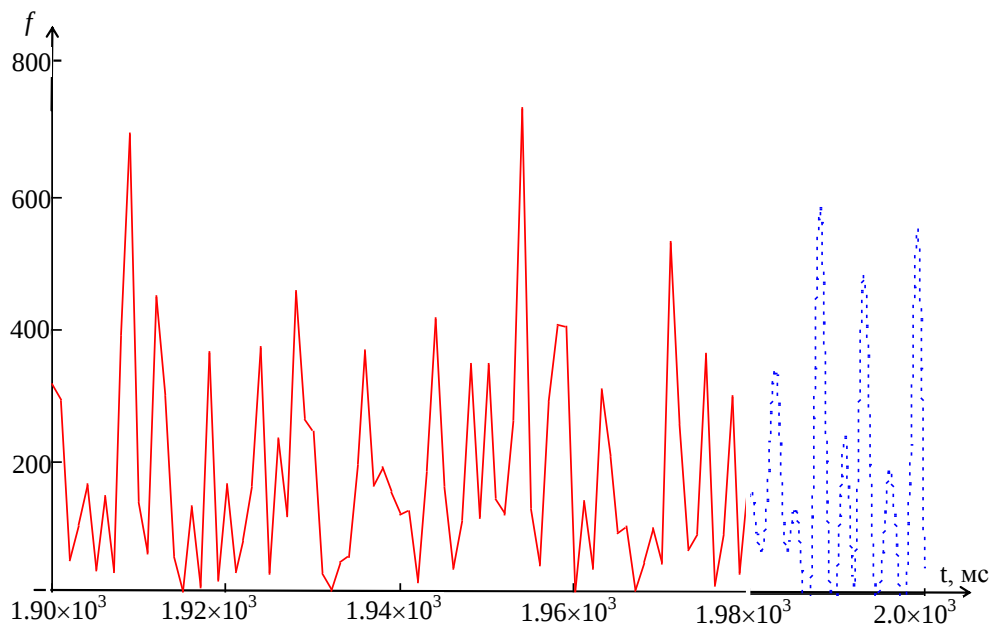


Рис. 4. Відеотрафік, отриманий за допомогою Open Source ресурсу Net Flow Analyzer, який розглядається на відрізку $[1900;1980]$ мс (червона лінія) та його екстраполяція кубічним сплайном на відрізку $[1980;2000]$ (синя пунктирна лінія)

Використання сплайн-екстраполяції дозволило вирішити значний клас задач аналізу та синтезу інфокомунікацій [7-11]:

- прогнозування характеристик трафіку мережних об'єктів, рішення яких в реальному часі для різних видів трафіку (data traffic, voice traffic, telemetry traffic та video streaming traffic) забезпечить можливості підтримки характеристик якості QoS/QoE [7-11];

- підтримки характеристик якості QoS/QoE, а, саме, характеристик часу затримки та ймовірності втрат й спотворення пакетів при обслуговуванні різних видів трафіку та формуванні вимог до мережних буферних пристроїв [9];
- вибору оптимальної конфігурації об'єктів мережі, рішення яких базується на результатах прогнозування характеристик трафіку об'єктів і мережі в цілому для підвищення характеристик якості функціонування інфокомунікаційної мережі [11].

Висновки

1. Розглянуто низку задач аналізу та синтезу, які потребують рішення в інфокомунікаціях та пошуку ефективних математичних методів, які дозволять спростити процес рішення та одночасно отримати рішення.

2. Запропоновано використання сплайн-апроксимації, яка дозволяє значно простіше отримати рішення класу задач, таких як, відновлення та оцінки станів (даних, сигналів, трафіка), задач обробки сигналів та зображень, включно з задачами фільтрації та стиснення даних, виявлення та вимірювання сигналів та підвищення характеристик якості QoS функціонування інфокомунікаційних мереж з необхідною похибкою.

3. Використано метод сплайн-екстраполяції на базі різних сплайн-функцій (лінійних, квадратичних, кубічних В-сплайнів, кубічних В-сплайнів та кубічних сплайнів Ерміта), який дозволяє отримати рішення задач прогнозування характеристик трафіку та підвищити точність прогнозу, забезпечивши його масштабованість та використання для різних застосунків.

Список використаних джерел:

1. Donovan J. Building the Network of the Future: Getting Smarter, Faster, and More Flexible with a Software Centric Approach. Donovan John, Prabhu Krish (eds.). Chapman and Hall/CRC, 2017.
2. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J., «Spline-Approximation and Spline-Extrapolation Methods in Telecommunication Problems», Current Trends in Communication and Information Technologies. IPF 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 212, Springer, Cham, 2021, P. 3-22. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-76343-5_1.
3. Strelkovskaya I.V., Bukhan D.Yu., «Restoration of continuous signals based on the Kalman-Bucy filter and cubic splines», Radio engineering: All-Ukr. Inter. scien. tech. col., Vol. 156, P. 61-63.
4. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Severin N., Paskalenko S., «Spline approximation based restoration for self-similar traffic», Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3/4 (87), P. 45-50. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.102999>.
5. Стрелковская И.В., Лысюк Е.В., Золотухин Р.В. «Восточно-Европейский журнал передовых технологий», Т.2, № 9(62), С. 12-15 URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2013.12437>.

6. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A. A Study of the Extremum of the Total Energy of the Selective Signals Constructed by Quadratic Splines. *Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science*. 2019, 63(1), pp. 30-36. URL: <https://doi.org/10.3311/PPEe.12457>
7. Strelkovskaya I., Solovskaya I., «Using spline-extrapolation in the research of self-similar traffic characteristics», *Journal of Electrical Engineering*, Vol. 70, Is. 4, P. 310-316. URL: <https://doi.org/10.2478/jee-2019-0061>.
8. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Makoganiuk A., «Different extrapolation methods in Problems of Forecasting», *Advances in Information and Communication Technology and Systems. MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 152. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_12.
9. Стрелковська І.В. Прогнозування характеристик самоподібного трафіку за допомогою сплайн-екстраполяції / І.В. Стрелковська, І.М. Соловська, Макоганюк А.О., Северин М.В. // *Вісник університету «Україна»*. 2019. № 1 (22). С. 87-94.
10. Strelkovskaya I. Use of spline-extrapolation to increase the quality indicators of telecommunication systems / I. Strelkovskaya, I. Solovskaya, V. Tolmak // *Збірник наукових праць ОНАЗ ім. О.С. Попова*. 2019. Вип. 2. С. 77-85.
11. Поповский В.В. Точность процедур фильтрации, экстраполяции и интерполяции случайных процессов / В.В. Поповский, И.В. Стрелковская // *Проблеми телекомунікацій*. 2011. № 1(3). С. 3-10.

РОЗРОБКА НОВИННОГО ТЕЛЕГРАМ-БОТА

Тітієвський В. О.

*студент 2-го курсу факультету кібербезпеки та інформаційних технологій
Національного університету «Одеська юридична академія»*

В наш час інтернет став невід'ємною частиною кожної людини. За допомогою всесвітньої мережі люди працюють, навчаються і спілкуються через різноманітні соціальні мережі, навіть не виходячи зі своїх домівок. Так, лише за період з 2020 по 2021 рік українська аудиторія соцмереж зросла на 7 мільйонів [1].

Telegram – один з найпопулярніших месенджерів у світі. Кількість його користувачів перевищує 550 млн [2]. Вагомою перевагою Телеграма є гарна підтримка телеграм-ботів, причому функціонал наявних ботів вражаючий: одні – націлені на інформування потенційних клієнтів, другі – орієнтовані на продаж, треті – діють виключно як особисті помічники. Чат-боти використовуються в таких областях, як: сервіси електронної комерції, кол-центри, ігрова індустрія. Все залежить від функціонала, закладеного в програму [3].

Особливо популярними та затребуваними за умов початку карантину через COVID-19, а тепер за умов війни стали новинні чат-боти як зручні та швидкі сервіси інформування відповідних підписників. В цей нелегкий час новинні телеграм-боти повсюдно використовують і на персональних комп'ютерах, і на мобільних телефонах для вчасного отримання важливих новин.