УДК 621.315.592

Д.В. Михалевський[1]

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ PYTHON ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ СИГНАЛУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі наведено результати обробки експериментальних даних із застосуванням засобів Python. Представлено детальний опис лістингу програми та наведено результати візуалізації просторової поверхні поширення сигналу для безпровідного каналу, що є актуальним під час досліджень пов'язаних із оцінюванням параметрів теле- та інфокомунікаційних систем і мереж.

Ключові слова: *безпровідний канал, інфокомунікаційна мережа, лістинг програми, Python, оцінювання просторового поширення сигналу.*

Abstract

In this paper, presents the results of experimental data processing using Python tools. A detailed description of the program listing is presented and the results of visualization of the spatial surface of signal propagation for a wireless channel are presented, which is relevant in research related to the evaluation of parameters of tele- and infocommunication systems and networks.

Keywords*: wireless channel, infocommunication network, program listing, Python, estimation of spatial signal propagation.*

Вступ

Оцінювання просторового розподілу сигналу є важливою задачею для аналізу даних у багатьох сферах – від радіотехніки до біомедичної інженерії [1-3]. Розуміння природи поширення сигналів у просторі, дозволяє підвищувати ефективність телекомунікаційних систем передачі інформації, шляхом створення нових адаптивних архітектурних рішень різного роду мереж та можливість оптимізації існуючих. Також це дає можливість виявляти недоліки різних складових безпровідних каналів передачі інформації та враховувати параметри навколишнього середовища.

З розвитком технологій програмного забезпечення, на сьогодні, широкого поширення отримала мова програмування Python [4], як стандарт обробки та візуалізації даних, завдяки своїй гнучкості, широкій базі бібліотек та простоті використання. Тому, доцільно розглянути практичні аспекти використання засобів Python для моделювання та візуалізації просторового розподілу сигналу.

Основна частина

Згідно [3], просторовий розподіл сигналу може бути заданий як набір дискретних вимірювань, отриманих для безпровідного каналу стандартів Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, 4G/5G та ін. Дані можуть бути отримані через симуляцію з використанням фізичних моделей або безпосередньо на базі експериментальних досліджень [5-6]. Для візуалізації можна використувавати наступні інструменти. Робота із багатовимірними масивами та матрицями виконується на базі бібліотеки NumPy, яка вміщує велику кількість математичних функцій. Бібліотека SciPy містить модулі для проведення досліджень із обробки та інтерполяції сигналів, що дозволяє виконувати операції прогнозування. Для візуалізації отриманих результатів, існує бібліотека Matplotlib, яка дає можливість побудови 2D і 3D графіків. Для детального аналізу масивів даних можна застосувати бібліотеку Plotly для створення інтерактивних візуалізацій.

Як приклад, візьмемо результати досліджень просторового поширення сигналу у роботі [1] та побудуємо візуалізацію засобами Python. Спершу виконується ініціалізація бібліотек:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
 from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D # побудова 3D-графіків
```

Далі задаються дані для побудови, у вигляді багаторядкового масиву:

```
data = """
0,0,-51
```

0,0.5,-53
……. # Повний набір даних не приводиться
15,6,-76
"""

Перше значення, визначає координату *l* (довжину), друге – координату *d* (ширину), а третє задає виміряні значення потужності сигналу в *дБм*. Отримані дані необхідно привести до формату сприйняття мовою Python. Для цього, перетворюємо в числа із плаваючою комою та виконуємо вирівнювання рядків:

points = np.array([list(map(float, row.split(','))) for row in data.strip().split('\n')])

із подальшим розділенням та створенням NumPy-масиву.

x = points[:, 0]
y = points[:, 1]
z = points[:, 2]

Наступний крок – побудова сітки координат для осей графіку. Створюється узгоджена сітка із унікальних точок для координат *x* і *y*.

x_unique = np.unique(x)
y_unique = np.unique(y)
X_grid, Y_grid = np.meshgrid(x_unique, y_unique)

Створення сітки для третьої координати через функцію *Z_grid*.

Z_grid = np.empty_like(X_grid)
Z_grid[:] = np.nan
for i in range(len(x)):
  xi = np.where(x_unique == x[i])[0][0]
  yi = np.where(y_unique == y[i])[0][0]
  Z_grid[yi, xi] = z[i]

Заповнення сітки z координати виконується за допомогою циклу і дозволяє зіставити розрізнені вимірювання з правильною комбінацією координат у сітці.

Далі створюється тривимірна поверхня:

fig = plt.figure(figsize=(10, 8))
ax = fig.add_subplot(111, projection='3d')

та задається кольорова візуалізація за допомогою функції *cmap*:

surf = ax.plot_surface(X_grid, Y_grid, Z_grid, cmap='viridis', edgecolor='none')

Для виведення графіку необхідно виконати налаштування осей та написів. Це здійснюється так:

ax.set_title('Графік просторового розподілу сигналу')
ax.set_xlabel('l')
ax.set_ylabel('d')
ax.set_zlabel('P дБм')

Додатково може бути виведення шкали інтенсивності розподілу сигналу

fig.colorbar(surf, shrink=0.5, aspect=10, label='Інтенсивність сигналу')
plt.show()

Результат роботи програми наведено на рис. 1.

Використовуючи функції *set_xlim, set_ylim, set_zlim* можна встановлювати межі на графіках для відсікання певних значень або застосувати методів інтерполяції для отримання прогнозованих значень на основі середньостатистичних результатів. Можна додатково застосувати інші кольорові карти, які можуть краще відповідати певним даним та виконувати порівняння декількох поверхонь на одному графіку. Збереження графіку у файл можна виконати за допомогою команди

plt.savefig("filename.png")

Висновки

Таким чином, існує досить простий інструмент, який дозволяє прочитати вхідний текстовий блок із експериментальних даних та підготувати їх до візуалізації у трьох координатах простору для подальшого аналізу процесів поширення сигналу та виявлення дії факторів впливу. Це є досить актуально при виконанні експериментальних досліджень пов’язаних із оцінюванням параметрів теле- та інфокомунікаційних систем і мереж.

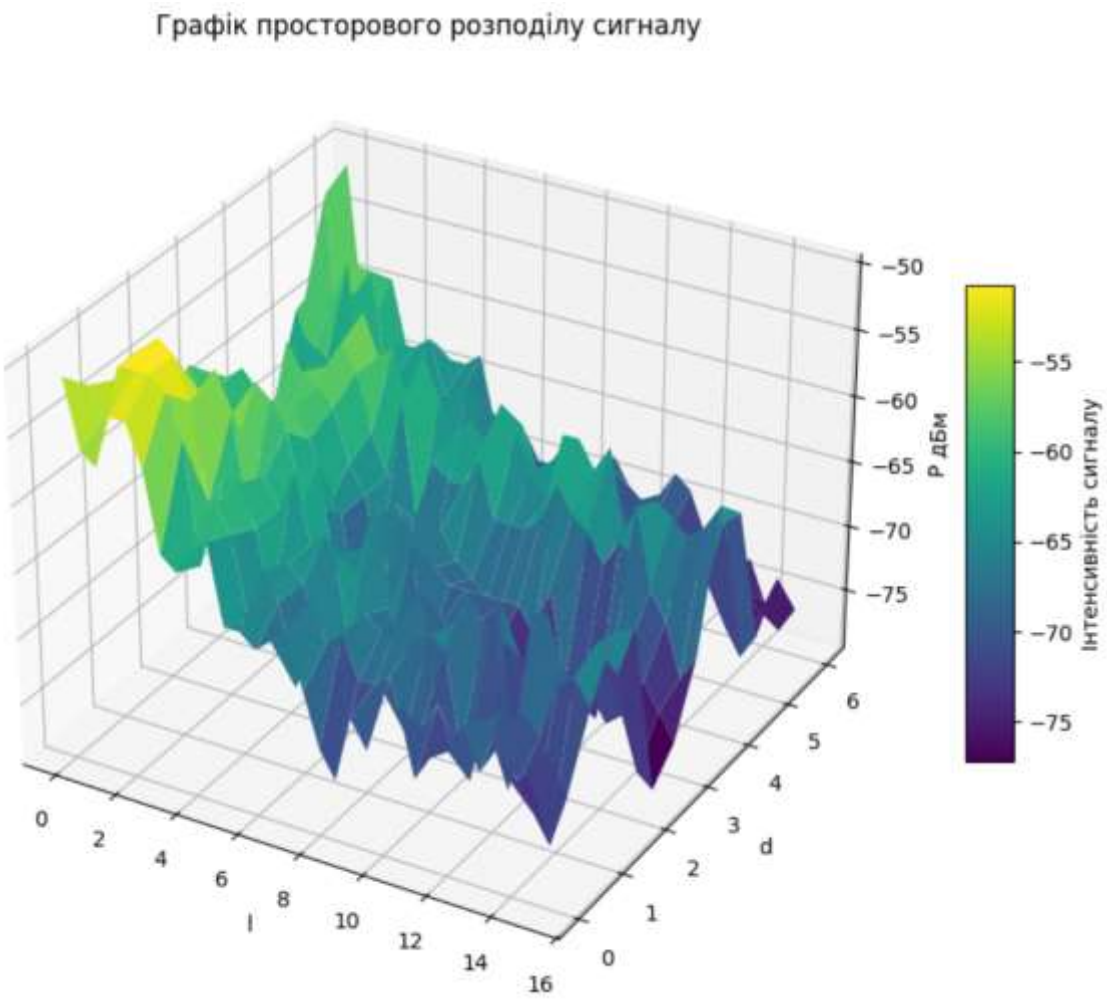


Рис. 1. Розподіл потужності сигналу в просторі приміщення із використанням засобів Python

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Mykhalevskiy, D., Vasylyshyn, V., Riabkov, V., Myronenko, R., Bryl, D. Method for improving the coverage efficiency of wireless sensor networks based on UAVs. Machinery and Energetics, 2024, 15(2), 81–94. DOI 10.31548/machinery/2.2024.81.
2. Mykhalevskiy, D. V., Kychak V. M. Development of information models for increasing the efficiency of evaluating wireless channel parameters of 802.11 standard. 2019. №2. 41–51. DOI: 10.2478/lpts-2019-0009.
3. Mykhalevskiy D.V. Investigation of sensitivity impact of receiver to effective data transmission rate / D. V. Mykhalevskiy // Proceeding of the 1th IEEE International Conference on Data Stream Mining & Processing. – 2016. Lviv, Ukraine. – P. 369-372.
4. Підручник з Python. URL: https://docs.python.org/uk/3.13/tutorial/index.html.
5. Mykhalevskiy D. Development of the method of evaluation of effective data rate on the basis of empirical model of statistical relationship of basic parameters for the wireless channel 802.11 standard. Easten-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 5/9. (107). 26–35. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.114191.
6. Mykhalevskiy, D., Vasylkivskyi, N., & Horodetska, O. (2017). Development of a mathematical model for estimating signal strength at the input of the 802.11 standard receiver. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, *6*(9 (90), 38–43. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.114191

Михалевський Дмитро Валерійович — д-р техн. наук, професор кафедри інфокомунікаційних систем та технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Mikhalevsky Dmytro V. — Dr. Tech. of Sciences, professor of the department of information communication systems and technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.