

## КЛАСИФІКАЦІЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ НА ОСНОВІ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ГРАФІВ ВИДИМОСТІ

Рижанов В.С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Кіріченко Л.О.  
Харківський національний університет радіоелектроніки  
61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. прикладної математики,  
тел. (057) 702-14-36, e-mail: [vitalii.ryzhanov@nure.ua](mailto:vitalii.ryzhanov@nure.ua)

The classification process can solve many problems in different areas. This article describes methods for obtaining an image based on a time series. The main idea is to classify the time series in its other form.

У даній роботі розглянуто різні алгоритми побудови графів видимості, побудованих за значеннями часових рядів, візуалізуючи які, можна проводити класифікацію часових рядів методами машинного навчання. Аналіз часових рядів відіграє важливу роль у багатьох областях науки і техніки - в біології, сейсмології, фізиці, економіці, зокрема, при визначенні прихованої періодичності, при вирішенні задач діагностування та прогнозу.

Аналіз часових рядів передбачає, що дані містять систематичну складову і випадковий шум, який ускладнює виявлення регулярних компонент. Більшість методів дослідження часових рядів включає різні способи фільтрації шуму, що дозволяють побачити регулярну складову більш чітко. Робити аналіз тимчасового ряду на основі самого ряду або його графіку – досить складне завдання для автоматизації процесу класифікації. Подання ряду у вигляді зображення, яке легко представляється в цифровому вигляді, дозволяє використовувати розроблені методи комп'ютерного зору.

Алгоритм отримання зображення з часового ряду ґрунтується на «графах видимості». Існують різні алгоритми відображення часового ряду в складну мережу: алгоритм побудови графа взаємної видимості (Natural Visibility Graph, NVG-algorithm); алгоритм побудови графа горизонтальній видимості (Horizontal Visibility Graph, HVG-algorithm); алгоритм побудови графа динамічної видимості (Dynamical Visibility Graph, DVG-algorithm). Так, наприклад, зв'язок між вершинами в NVG-графі вважається дійсним, якщо пряма, що з'єднує відповідні вершини відрізків, не перетинає жодного з побудованих відрізків, що знаходяться між. В алгоритмі HVG вертикальні відрізки з'єднуються горизонтально, а в DVG існує нахил («кут зору  $\alpha$ »), зв'язки нижче якого вважаються дійсними.

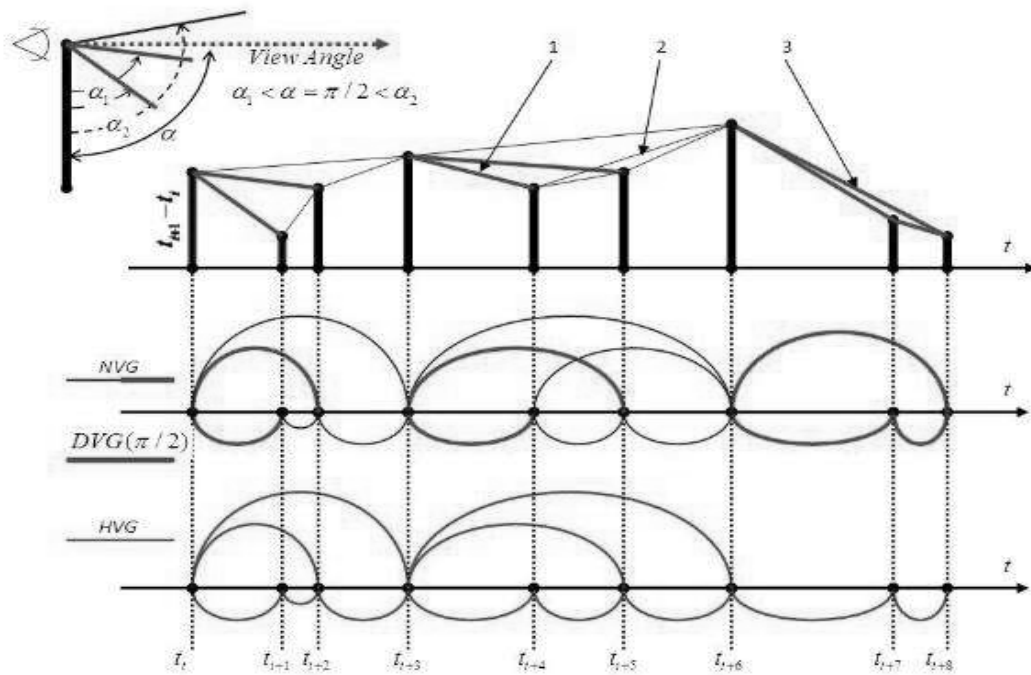


Рисунок 1 – Схема побудови графів видимості

Залежно від обраного алгоритму побудови вийде різний граф, а отже, різні варіанти зображень будуть у одного і того ж часового ряду.

Зображення отримаємо на основі матриці суміжності графа. Матриця суміжності графа - квадратна матриця  $A$  з числом рядків і стовпців, рівним  $p$ . Елемент  $A_{ij} = 1$ , якщо існує дуга  $(i, j)$ , в іншому випадку  $A_{ij} = 0$ . Для графа з вагами на дугах, замість 1 заноситься вага ребра. Таким чином можна отримати не тільки чорно-біле, а і зображення різних типів.

Фінальною частиною класифікації часових рядів на основі візуалізації графів видимості є застосування нейронних мереж глибокого навчання (Deep Learning), які широко використовуються для розпізнавання і класифікації зображень.

#### Список використаних джерел:

1. Графы видимости – инструмент сетевого анализа рядов измерений: URL:<http://dSPACE.nbuV.gov.ua/bitstream/handle/123456789/87064/03Snarsky.pdf?sequence=1>.

2. Глубокое обучение (Deep Learning) URL:<https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/glubokoe-obuchenie-deep-learning-kratkij-tutorial/>.