

ОЦІНКА СТУПЕНЯ САМОПОДІБНОСТІ ТРАФІКУ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Пилипенко Г. В., аспірант; Лісовий І. П., д.т.н., професор

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, м. Одеса, Україна

Потоки навантаження у мультимедійних телекомунікаційних мережах є самоподібними, тобто, при різних масштабах часовий ряд зберігає свою структуру. Оцінити самоподібність ряду, дозволяє показник Херста H , який являє собою міру самоподібності стохастичного процесу, приймає значення від 0 до 1 і дозволяє встановити відмінність між випадковими процесами з незалежними приростами (при $H = 0,5$), зі статистично залежними значеннями, виявляють так звану персистентну (підтримуючу) поведінку ($H > 0,5$), і зі статистично залежними значеннями, які показують антиперсистентну поведінку ($H < 0,5$).

Існує кілька методів визначення коефіцієнта Херста: аналіз R/S-статистики, аналіз зміни дисперсії, аналіз періодограм, аналіз автокореляційної функції, оцінка Вітгла, аналіз, заснований на вейвлет-функції та аналіз індексу дисперсії для відліків. Значення коефіцієнта Херста можна визначити використовуючи методи:

- теорії ймовірності;
- статистичної теорії;
- на основі теорії нечітких множин (нечітких мір).

Для розрахунку коефіцієнта Херста імовірнісним методом необхідно знати густину його розподілу в області H_E . Щоб визначити значення коефіцієнта Херста статистичним методом, з прийнятною вірогідністю, необхідна досить велика вибірка.

Слід зазначити, що при дослідженні одних і тих же експериментальних даних значення коефіцієнта Херста буде залежати від методу оцінки, розміру вибірки, кількості джерел навантаження та ін. Як правило, в задачах керування потоками навантаження закон розподілу коефіцієнта Херста в області H_E не визначений, а повна вибірка відсутня, тобто повна інформація про поведінку його значення в заданій області також відсутня. Тому оцінку значення коефіцієнта Херста доцільно виконати із застосуванням теорії нечітких множин.

Функція належності може бути записана у вигляді

$$\mu(X) = \sum_i \mu_i / x_i,$$

де: Σ — об'єднання елементів, μ_i — ступінь належності елемента x_i деякій підмножині.

Якщо апріорно визначено розподіл нечіткої густини ваг цих значень

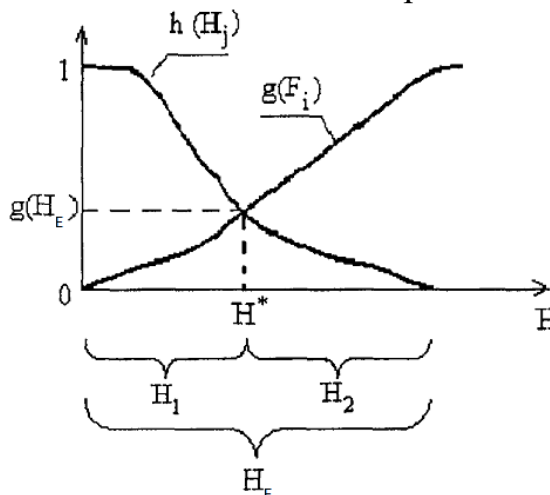
$g(H_j)$, $H_j \in H_E$ на основі експертизи то визначити очікуване значення коефіцієнта Херста H_j з області H_E за результатами експерименту можна за допомогою нечіткого інтегралу. Нехай апостеріорна функція належності $\mu(H_j)$ області $H_j \in H_E$ визначена. Тоді найбільш очікуване значення H_j визначається виразом [1].

$$H^* = \arg \int_{H_j} h(H_j) \circ g(F_j),$$

де \int — знак нечіткого інтеграла; \circ — знак композиції; $h(H_j)$ — впорядкована за спадними ступенями функція від функції належності $\mu(H_j)$; $g(F_j)$ — нечітка міра множини $F_i = \langle H_{j1}, H_{j2}, \dots, H_{ji} \rangle$.

Визначити найбільш очікуване значення H_j для безперервних функцій, згідно [1], можна графічно (рис. 1).

Розв'язок нечіткого інтеграла дозволяє визначити [2]:



— очікувану нечітку міру множини H_E ;

— найбільш можливе значення коефіцієнта Херста в області H_E з його нечіткої оцінкою;

— значення коефіцієнта (межу розділу області H_E на дві підобласті H_1 та H_2).

Знання цієї межі дозволяє уточнити найбільш можливе значення коефіцієнта Херста, одержаного за результатами експерименту.

Рисунок 1. Графічна ілюстрація розв'язку нечіткого інтегралу

Нечіткий інтеграл. Багато властивостей телекомунікаційних мереж мають нечіткий характер, що робить нечіткі методи придатними для моніторингу їх параметрів. Нечіткий аналіз є більш ефективним, ніж традиційні методи обробки даних, які, як правило, є неточними та неоднозначними. Нечіткі методи здатні класифікувати помилки моделей не дихотомічним шляхом, який схожий на спосіб обробки неточної інформації людиною. Поняття нечіткої міри і нечіткого інтегралу взяті з класичної теорії множин, теорії нечітких множин і теорії міри. Нечіткі міри і нечіткі інтеграли мають деякі важливі властивості — вони можуть відображати важливість критеріїв і представляють певні взаємодії між критеріями. Ці властивості роблять нечіткі міри та нечіткі інтеграли найбільш раціональними для вибору функції і механізмів контролю стану та діагностики мережі.

Нечіткі міри і нечіткі інтеграли можуть відображати важливість критеріїв і подають певні взаємодії між критеріями. Ці властивості роблять нечіткі міри і нечіткі інтеграли найраціональнішими для вибору функції і механізмів контролю стану і керування телекомунікаційною мережею.

Нечіткі інтеграли (Сугено і Шоку) мають особливі властивості, тому вони є придатними для керування потоком навантаження телекомунікаційної мережі [3]. Стимує застосування нечіткого інтегралу складність визначення нечіткої міри.

Висновки. Для використання показника Херста в якості критерію вибору алгоритму керування потоками навантаження телекомунікаційної мережі необхідно комплексне використання методів фрактального аналізу для дослідження часових рядів невеликої довжини.

Нечіткий аналіз є більш ефективним, ніж традиційні методи обробки даних які, як правило, є неточними і неоднозначними. Нечіткі методи здатні класифікувати помилки моделей не дихотомічним шляхом, який схожий на спосіб обробки неточної інформації людиною.

Нечіткі міри і нечіткі інтеграли забезпечують представлення важливості кожного параметра та деяких взаємозв'язків між параметрами. Ці властивості дозволяють нечітку міру і теорію нечітких інтегралів використати при виборі функцій (ознак, властивостей, параметрів) і керуванні потоками навантаження телекомунікаційної мережі.

Перелік посилань

1. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. — М.: Наука. Гл. физ. — мат. лит., 1986. — 312с.
2. Бычков Е. Д. Приложение теории нечетких (FUZZY) множеств математических моделях систем связи // Приложение к журналу «Омский научный вестник». Исследования и материалы. — Омск: Изд-во Омской гос. мед. академии, 2000. — 188с.
3. Xiaofeng Liu. Machinery Fault Diagnostics Based on Fuzzy Measure and Fuzzy Integral Data Fusion Techniques / Liu Xiaofeng. — School of Engineering Systems, 2005. — 220 p.

Анотація

В роботі показано, що нечіткі інтеграли (Сугено і Шоку) мають особливі властивості та є придатними для керування потоками навантаження телекомунікаційної мережі.

Ключові слова: коефіцієнт Херста, функція належності, нечіткий інтеграл.

Аннотация

В работе показано, что нечеткие интегралы (Сугено и Шоку) имеют особые свойства, и пригодны для управления потоками нагрузки телекоммуникационной сети.

Ключевые слова: коэффициент Херста, функция принадлежности, нечеткий интеграл.

Abstract

Fuzzy integrals (Sugeno and Choquet) which have special properties and are suitable for traffic controlling of the telecommunication network are shown in this article.

Keywords: Hurst coefficient, membership function, fuzzy integral.