

Раздел 1 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК: 004.042, 681.3.07

DOI: 10.34046/aumsuomt94/1

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО И НЕПРЕРЫВНОГО АНАЛИЗА ПОТОКОВЫХ ЗАШУМЛЕННЫХ ДАННЫХ ОБЪЕКТОВ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

А. В. Фролов, начальник класса кафедры АИС

Е. С. Фролова, аспирант,

Моделирование устойчивости связей в воднотранспортной инфраструктуре – задача актуальная не только экономически, но и с различных аспектов (экология, безопасность, коммуникации и др.). Но ее решение часто осложняется «шумами» временных рядов.

В воднотранспортном секторе – постоянно растет количество внедряемых инноваций и технологий, активизируются усилия, сокращающие время обслуживания заказа на обслуживание, например, ремонт. При этом логистическое решение принимается на основе технологий обработки сигналов. Необходимо релевантно и параметрическим способом представлять воднотранспортные потоки в инфраструктурных кластерах, обеспечивающих полноту анализа данных, например, аналитику на основе вейвлет, Фурье-метода и кластерного анализа. Применение верифицируемых методов позволяет улучшить фильтрацию, разрешимость при визуализации, избавит от шумов при прогнозировании сложных ситуаций. В частности, применение прямого и обратного преобразования в статье улучшит качество изображения препятствий на пути.

В работе исследуются вопросы обработки и интеллектуального анализа данных в потоках водного транспорта, рассматриваемых как сложная система. Используются методы преобразования сигналов зашумленных данных, а именно, с использованием вейвлет и дискретного метода по Фурье. Приведены соответствующие аналитические модели, которые адаптивны для распределенных геопространственных данных, учитывающих макро, мезо и микросреды автоматизации инфраструктуры воднотранспортной отрасли, а также помогающие идентифицировать перераспределение воднотранспортных потоков с учетом потенциала водной инфраструктуры. Следует анализировать воднотранспортные процессы и их модельное обеспечение на основе системной аналитики.

Ключевые слова: поток, зашумленный, информационный, преобразование, вейвлет, Фурье, анализ данных, водный транспорт

Modeling the stability of ties in the water transport infrastructure is an urgent task not only economically, but also from various aspects (ecology, security, communications, etc.). But its solution is often complicated by the "noise" of the time series.

In the water transport sector, the number of innovations and technologies being introduced is constantly growing, efforts are being intensified to reduce the time it takes to service a service order, such as repair. Moreover, the logistic decision is made on the basis of signal processing technologies. It is necessary to represent water transport flows in infrastructure clusters in a relevant and parametric way, ensuring the completeness of data analysis, for example, analytics based on the wavelet, Fourier method and cluster analysis. The use of verifiable methods to improve filtering, solvability during visualization, will eliminate noise when predicting complex situations. In particular, the application of forward and reverse transformation of the article will improve the image quality of obstacles in the way.

The paper investigates the issues of processing and data mining in water transport streams, considered as a complex system. Methods of converting signals of noisy data are used, namely, using wavelet and discrete Fourier. Corresponding analytical models are presented that are adaptive for distributed geospatial data, taking into account macro, meso and microenvironment of automation of water transport infrastructure, as well as helping to identify the redistribution of water transport flows taking into account the potential of water infrastructure. Water transport processes and their model support should be analyzed based on system analytics.

Keywords: stream, noisy, informational, transformation, wavelet, Fourier, data analysis, water transport

Введение

В воднотранспортном секторе наблюдается постоянный рост количества и объема внедренных новых технологий, активизируются усилия

по обеспечению устойчивости перевозок, сокращению времени обслуживания и улучшению его качества.

Информационные потоки на водном транспорте отличаются динамичностью и зашумленностью данных [1], а также распределенностью их источников и приемников [2].

Поэтому в водном транспорте стали активно использовать большие данные (BigData) [8] и интеллектуальные системы обработки и анализа данных, веб-сопровождения, ГИС (геоинформационная система) и другие [3]-[5]. Анализ таких систем и процессов в водном транспорте – актуальная задача, требующая системного подхода, применения методов системного анализа-синтеза. Необходим полноформатный учет макро- и микро-инфраструктуры воднотранспортной ситуации принимающим решение.

В работе предлагается подход к решению данной задачи с использованием аппарата вейвлет- и Фурье-преобразований.

Идентификация особенностей водного транспорта и движения

Воднотранспортные перевозки по необходимости должны опираться на идентификацию

движущихся объектов в зашумленных ситуациях, например, судна в тумане или при его заходе в оживленный порт. Чтобы иметь избавленную от влияния шумов картину (ситуацию), необходимо фильтровать данные, очищать от шумов. Соответствующее аналитическое обеспечение транспортных перевозок реализуемо с помощью различного инструментария. Например, используя вейвлет-преобразования или Фурье-преобразования (см., например, [6]).

Вейвлет-функция – функция, определяемая в окрестности текущей, рассматриваемой точки (например, выдачи корректирующих положение судна управляющих воздействий) и стремящаяся очень быстро к нулю при удалении от точки – времени и частоте (рисунке 1, рисунке 2). Это «коротковолновые» явления с нулевым интегральным воздействием, позволяющим по «всплескам» сигналов получать ясную пространственно-временную ситуационную картину.

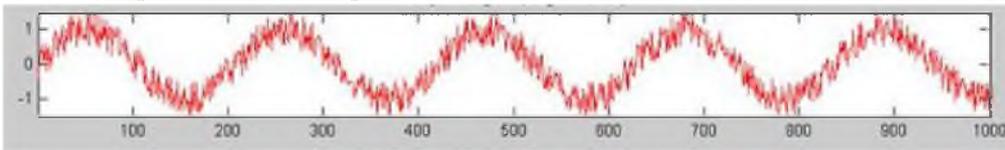


Рисунок 1 – Зашумленная синусоида сигналов



Рисунок 2 – Вейвлет-спектрограмма (результат преобразования)

Вначале нестационарный пространственно-временной ряд разделяется на пакеты, затем находим масштабируемые скалярные произведения, со сдвигами вейвлета. В итоге для сигнала $R(t)$ строим нелинейное представление через базисные, параметризованные функции введением параметра масштабирования в вейвлет-преобразовании $\{v_i(t); i = 1, 2, \dots, N\}$ со значениями a и выраженными гармониками.

Используются формулы прямого преобразования –

$$P(a, b, t) = (R(a, b, t), v(a, b, t)) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} R(a, b, t) v\left(\frac{t-b}{a}\right) dt,$$

а также обратного преобразования [7] –

$$R(a, b, t) = \frac{1}{C_v} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{a^2} P(a, b, t) v(a, b, t) da db,$$

где

$$C_v = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|v(z)|^2}{|z|} dz.$$

Сигнальные ряды могут быть с шумами, например, сочетаниями бигармонического сигнала $R(a, b, t)$ и «белого» шума. Гармоники динамично изменяются.

Кроме вейвлет-преобразований могут быть использованы и Фурье-преобразования. Это фильтры, переводящие сигналы x из временных представлений в частотные (прямое преобразование Фурье) –

$$X(k) = \sum_{j=1}^N x(j) \exp\left(\frac{2\pi}{N(j-1)(k-1)}\right)$$

и обратно (обратное Фурье-преобразование):

$$x(k) = \sum_{k=1}^N X(k) \exp\left(-\frac{2\pi}{N(j-1)(k-1)}\right).$$

Каждое применение этих преобразований осуществляется с учетом технологии обработки сигналов.

Заключение

Важно релевантно представлять водно-транспортные данные последовательностями информационно-логических потоков, кластеров для обеспечения качества, оперативности и полноты анализа данных. Вся сложная и большая система информационных потоков часто должна быть обработана в реальном режиме, на конечных промежутках времени (связи с судном, например).

Вейвлет-анализ, Фурье-анализ и кластерный анализ – релевантный для этого инструментарий, повышающий разрешимость, фильтрацию, избавление от шумов в данных, следовательно, и качество прогнозирования исключительных и сложных ситуаций на водном транспорте.

Предложенный в работе подход – применение дискретного (метод Фурье), непрерывного (вейвлет) преобразования и анализ получаемых затем отфильтрованных данных позволит улучшить информационную картину о ситуации на водном транспорте, например, оперативное управление суднами при заходе в порт.

Литература

- 1 Попов Б.Н. Математические модели информационных потоков на объектах водного транспорта / Б.Н. Попов, Е.С. Федорина // Материалы V Межвуз. науч.-практ. конференции аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России» 14 мая 2014 г. – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова, 2014. – С. 306-310.
- 2 Распределенные информационные системы. http://www.ict.nsc.ru/win/gis/publ/inf_sys.html (дата обращения: 25.12.2019).
- 3 Информационные технологии на водном транспорте. <http://www.myshared.ru/slide/196877/> (дата обращения: 25.12.2019).
- 4 Черезов Д.С., Тюкачев Н.А. Обзор основных методов классификации и кластеризации данных // Вестник ВГУ, серия «Системный анализ и информационные технологии». – 2009. – №2. – С.25-29.
- 5 Maedche A., Neumann G., Staab S. Bootstrapping an Ontology-based Information Extraction System. Intelligent Exploration of the Web. Physica-Verlag Heidelberg, Germany. 2003. pp.345-359.
- 6 Попов Б. Н. Применение методов анализа и обработки данных к информационным потокам объектов водного транспорта / Б.Н. Попов, Е.С. Федорина // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 2 (30). – С. 220-225. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-2-220-225.
- 7 Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразование: учебное пособие.— Новосибирск: Издательство НГТУ, 2003.— 104 с.
- 8 Фролов А.В. Big data и инфраструктура актуализации данных судовождения / Фролов А.В., Фролова Е.С. // Эксплуатация морского транспорта. – 2019. – № 4 (93). – С. 45-47. DOI: 10.34046/aumsuomt93/8

References

1. Popov B. N. Matematicheskie modeli informacionnyh potokov na ob'ektah vodnogo transporta / B. N. Popov, E. S. Fedorina // Materialy V Mezhuuz. nauch.-prakt. konferencii aspirantov, studentov i kursantov «Sovremennye tendencii i perspektivy razvitiya vodnogo transporta Rossii» 14 maya 2014 g. - SPb.: GUMRF imeni admirala S. O. Makarova, 2014. - С. 306-310.
2. Raspredelemnnye informacionnye sistemy. http://www.ict.nsc.ru/win/gis/publ/inf_sys.html (data obrashcheniya: 25.12.2019).
3. Informacionnye tekhnologii na vodnom transporte. <http://www.myshared.ru/slide/196877/> (data obrashcheniya: 25.12.2019).
4. Cherezov D.S., Tyukachev N.A. Obzor osnovnyh metodov klassifikacii i klasterizacii dannyh // Vestnik VGU, seriya «Sistemnyj analiz i informacionnye tekhnologii». –2009. №2, -S.25-29.
5. Maedche A., Neumann G., Staab S. Bootstrapping an Ontology-based Information Extraction System. Intelligent Exploration of the Web. Physica-Verlag Heidelberg, Germany. 2003. pp.345-359.
6. Popov B. N. Primenenie metodov analiza i obrabotki dannyh k informacionnym potokam ob'ektov vodnogo transporta / B. N. Popov, E. S. Fedorina // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova. - 2015. - № 2 (30). - S. 220-225. DOI: 10.21821/2309-5180-2015-7-2-220-225
7. YAKovlev A.N. Vvedeniye veyvlet-preobrazovaniya: Uchebnoe posobie.—Novosibirsk: Izdatel'stvo NGTU, 2003. -104s.
8. Frolov A. V. Big data i infrastruktura aktualizacii dannyh sudovozhdeniya / Frolov A. V., Frolova E.S. // Eksplyatatsiya morskogo transporta. - 2019. - № 4 (93). - S. 45-47. DOI: 10.34046/aumsuomt93/8

УДК 662.7

DOI: 10.34046/aumsuomt94/2

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПОДОГРЕВА ГРУЗА «МАЗУТ» В РЕЙСЕ

С.А. Худяков, доктор технических наук, профессор

Т.Н. Тимченко, кандидат экономических наук, доцент

Актуальность данной темы исследования обусловлена поиском возможных путей снижения расходов на топливо в судоходных компаниях, что является основной задачей любого предприятия, способного представлять себя на международном фрахтовом рынке с оказанием различных услуг по экономическому и техническому менеджменту судов. В условиях нарастающей конкуренции сокращение издержек компании является очень важной задачей, так как ее решение позволяет повысить эффективность