

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Сметух Надежда Павловна — соискатель.
Научный руководитель:
Черный Сергей Григорьевич —
кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «Керченский государственный
морской технологический университет»
nadya.s.2011@yandex.ua

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Smetuh Nadezhda Pavlovna — applicant.
Supervisor:
Chernyi Sergey Grigorievich —
PhD, associate professor.
Kerch State Maritime Technological University
nadya.s.2011@yandex.ua

Статья поступила в редакцию 19 апреля 2016 г.

УДК 004.421.2, 004.42, 004.055

**В. Е. Марлей,
Е. С. Федорина**

АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ПОТОКОВ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПОРТА

Статья посвящена вопросам учёта, анализа и обработки данных о перегрузочных машинах в информационных системах морских (речных) портов. В качестве перегрузочных машин порта рассмотрены грузоподъемные машины, машины непрерывного транспорта, внутривозводской транспорт и складские технологические машины. Рассмотрены понятия многокомпонентных потоков и долевого структур, приведены их описания. Рассмотрена модель взаимодействия многокомпонентных потоков на примере данных о перегрузочных машинах порта. Приведён алгоритм анализа и обработки данных об оборудовании порта на основе многокомпонентных потоков и долевого структур. Суть алгоритма заключается в подразделении данных на отдельные потоки в настоящий момент времени. Данные обрабатываются в каждом потоке в последующие моменты времени. На основе приведённого алгоритма написано пользовательское приложение для информационной системы порта.

Ключевые слова: информационная система, информационные потоки, анализ и обработка данных, многокомпонентные потоки, долевого структуры.

Введение

Современное техническое оснащение морских и речных портов, а также других объектов водного транспорта (ОВТ) невозможно представить без информационных систем (ИС), поскольку в портах и на других объектах воднотранспортной отрасли циркулирует огромное количество данных [1], [2]. В частности, для связи и информационной поддержки различных ОВТ (подвижных и неподвижных) используют распределённые информационные системы (РИС) [3]. Также на ОВТ используют автоматизированные информационные системы (АИС) [2]. ИС портов и других объектов воднотранспортной отрасли обрабатывают различные виды данных (фото- и видеоматериалы, звуковые сигналы с шумом и без и др.), в том числе и данные, представляющие собой сложные объекты. К таким данным относятся различные географические, пространственные, атрибутивные сведения о различных ОВТ. Географические и пространственные данные удобно хранить в геоинформационных системах (ГИС) [4], [5]. В отличие от атрибутивных («семантических») данных, которые можно описать реляционной моделью, географические и пространственные сведения описывают более сложными моделями организации данных, например, геореляционной [5]. Для эффективной работы с данными различных ИС воднотранспортной отрасли целесообразно подразделять все сведения, циркулирующие в ИС, на отдельные информационные потоки (ИП). Доктор технических наук, профессор Д. В. Ландэ занимается поиском и внедрением различных

методов и подходов к организации ИП, их анализу, обработке данных в ИП и другими видами работ с данными, его исследования отражены в работах [6] – [10]. В трудах [6] – [8] выделены тематические ИП и рассмотрены их модели, в работах [9], [10] предложены и применены методы и алгоритмы анализа для ИП. Д. В. Ландэ уделяет большое внимание внедрению различных методов и подходов для работы с ИП в различные сферы деятельности, в частности ИП используются для поиска ключевых слов и частоты упоминания в сети Интернет, ранжирования ссылок и других видов работ с данными. Для web-пространства Д. В. Ландэ предлагает рассматривать ИП в виде процесса, который реализует целочисленная неубывающая ступенчатая функция правого конца временного отрезка [6] – [8]. В отличие от web-пространства, информационным системам ОВТ приходится обрабатывать различные по сложности и структуре данные, поэтому будем рассматривать ИП в виде функциональной зависимости между количеством появившихся данных и определёнными моментами времени [1], [11].

Рассмотрим морские и речные порты как составляющие ОВТ. Важным направлением в организации работы морских и речных портов является учёт, анализ, обработка и другие манипуляции с данными, циркулирующими в ИС порта. Например, это данные о количестве, видах и состоянии оборудования порта. Поэтому актуальными задачами являются создание приложений, обрабатывающих и анализирующих данные, введённые сотрудниками порта, и анализ состояния оборудования для ИС ОВТ.

Организация учёта, анализа и обработки сведений об оборудовании

Рассмотрим актуальную для ИС порта задачу организации учёта, анализа и обработки данных об оборудовании. В задаче будем рассматривать количественные и качественные данные об оборудовании. Целесообразно рассматривать такие данные как многокомпонентные потоки (МП) с определённым набором компонент и применять к ним элементы теории долевых структур (ДС) [12] – [14]. В рамках данной задачи будем считать каждое сведение об определённом виде оборудования отдельным компонентом. Долевой структурой $D^n(B)$ называется дискретное конечное множество, задаваемое перечисление компонент [13]:

$$D^n(B) = \{d_1, \dots, d_n\}, \sum_{i=1}^n d_i = 1, \quad (1)$$

где n — число классов или длина долевой структуры; d_i — доля i -й компоненты.

Многокомпонентный поток $\bar{B}$ опишем парой:

$$\bar{B} = (B, D^n(B)), \quad (2)$$

где B — суммарная величина всех составляющих многокомпонентного потока [14].

Возьмём простой случай этой задачи с небольшим набором компонент [12]. Введём следующие обозначения:

$B(t)$ — общее количество оборудования, которое было в порту к началу периода t ;

$W(t)$ — общее количество оборудования, которое было закуплено в порт в период t ;

$V(t)$ — общее количество оборудования, которое было списано из порта в период t ;

$B_i(t)$ — i -й компонент оборудования серии $B(t)$;

$W_{iw}(t)$ — iw -й компонент оборудования закупленной в порт партии $W(t)$;

$V_{iv}(t)$ — iv -й компонент списываемой партии оборудования $V(t)$.

Общее количество оборудования к началу периода $(t + 1)$:

$$B(t + 1) = B(t) + W(t) - V(t). \quad (3)$$

Формула i -й компоненты в $B(t + 1)$:

$$B_i(t + 1) = B_i(t) + W_{iw}(t) - V_{iv}(t). \quad (4)$$

Формулы нахождения $B(t)$, $W(t)$, $V(t)$:

$$B(t) = \sum_{i=1}^{i=n} B_i(t); \quad (5)$$

$$W(t) = \sum_{iw=1}^{iw=m} W_{iw}(t); \quad (6)$$

$$V(t) = \sum_{iv=1}^{iv=l} V_{iv}(t), \quad (7)$$

где n — число компонент серии $B(t)$; m — число компонент закупленной в порт партии $W(t)$; l — число компонент списываемой партии оборудования $V(t)$.

Математическая модель построена в абсолютных величинах. Необходимо найти определённые соотношения компонент МП.

В формуле (5) поделим все члены на $B(t)$, получим:

$$1 = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{B_i(t)}{B(t)}; \quad (8)$$

$$d_i^B(t) = \frac{B_i(t)}{B(t)}, \quad (9)$$

где $d_i^B(t)$ — доля i -го компонента в $B(t)$, аналогично:

$$d_{iw}^W(t) = \frac{W_{iw}(t)}{W(t)}; \quad (10)$$

$$d_{iv}^V(t) = \frac{V_{iv}(t)}{V(t)}, \quad (11)$$

где $d_{iw}^W(t)$ — доля i -го компонента в $W(t)$, $d_{iv}^V(t)$ — доля i -го компонента в $V(t)$.

Выведем формулу для i -й компоненты $B(t+1)$:

$$B(t+1) \cdot d_i(t+1) = B(t) d_i(t) + W(t) d_{iw}^W(t) - V(t) d_{iv}^V(t); \quad (12)$$

$$(B(t) + W(t) - V(t)) d_i(t+1) = B(t) d_i(t) + W(t) d_{iw}^W(t) - V(t) d_{iv}^V(t). \quad (13)$$

В формуле (13) поделим правую и левую части на $B(t)$, получим:

$$\left(1 + \frac{W(t)}{B(t)} - \frac{V(t)}{B(t)}\right) \cdot d_i(t+1) = d_i(t) + \frac{W(t)}{B(t)} d_{iw}^W(t) - \frac{V(t)}{B(t)} d_{iv}^V(t). \quad (14)$$

Введём следующие обозначения:

$$\frac{W(t)}{B(t)} = K_w(t), \quad \frac{V(t)}{B(t)} = K_v(t), \quad (15)$$

где $K_w(t)$, $K_v(t)$ — соотношения закупаемого $W(t)$ списываемого $V(t)$ оборудования относительно $B(t)$. Формула (14) примет следующий вид:

$$(1 + K_w(t) - K_v(t)) \cdot d_i(t+1) = d_i(t) + K_w(t) d_{iw}^W(t) - K_v(t) d_{iv}^V(t). \quad (16)$$

Доля i -й компоненты в $B(t+1)$ равна

$$d_i(t+1) = \frac{d_i(t) + K_w(t) d_{iw}^W(t) - K_v(t) d_{iv}^V(t)}{1 + K_w(t) - K_v(t)}. \quad (17)$$

Формула (17) позволяет рассчитать доли i -ой компоненты в период $(t+1)$ без использования абсолютных величин.

Анализ и обработка данных о перегрузочных машинах порта

Рассмотрим задачу организации учёта, анализа и обработки данных об оборудовании на примере перегрузочных машин (ПМ) порта. Для решения этой задачи возьмём четыре вида перегрузочных машин и пронумеруем их:

- 1 — грузоподъёмные машины (ГПМ);
- 2 — машины непрерывного транспорта (МНТ);
- 3 — внутризаводской транспорт (ВЗТ);
- 4 — складские технологические машины (СТМ).

На рисунке приведено пользовательское приложение для работы с данными о перегрузочных машинах. Данные о начальном количестве видов ПМ вводятся сотрудниками порта.

Учёт, анализ и обработка данных о перегрузочных машинах

Виды перегрузочных машин (ПМ)

1 - грузоподъёмные машины (ГПМ) 3 - внутризаводской транспорт (ВЗТ)
2 - машины непрерывного транспорта (МНТ) 4 - складские технологические машины (СТМ)

Количество ПМ к началу периода t

1 [26] 2 [32] 3 [22] 4 [29] Рассчитать общее количество 109

Количество закупленных ПМ в период t

1 [12] 2 [11] 3 [15] 4 [26] Рассчитать общее количество 64

Количество списанных ПМ в период t

1 [9] 2 [14] 3 [11] 4 [8] Рассчитать общее количество 42

Общее количество оборудования к началу периода t+1 Рассчитать 131

Расчёт количества видов ПМ к началу периода t+1

Рассчитать 1 [29] 2 [29] 3 [26] 4 [47]

Нахождение определённых соотношений видов ПМ Рассчитать

Для ПМ к началу периода t	Для закупленных ПМ в период t	Для списанных ПМ в период t
1 [0,238532111048698]	1 [0,1875]	1 [0,214285716414452]
2 [0,293577969074249]	2 [0,171875]	2 [0,333333343267441]
3 [0,201834857463837]	3 [0,234375]	3 [0,261904776096344]
4 [0,266055047512054]	4 [0,40625]	4 [0,190476194024086]

Вычисление определённых соотношений видов ПМ в период t+1 Рассчитать

1 [0,221374049782753] 2 [0,221374034881592] 3 [0,198473274707794] 4 [0,3587786257267]

Программа для работы с данными о перегрузочных машинах порта

Эта программа позволяет провести количественный и качественный анализ данных о ПМ порта.

Выводы

1. Рассмотрены некоторые виды информационных систем, которые могут использоваться на различных объектах водного транспорта.
2. Предложено подразделять данные со сложной структурой на отдельные ИП. Информационные потоки, содержащие в себе любое количество компонент, рассмотрены как многокомпонентные потоки. Даны определения ИП и МП применительно к задаче учёта и анализа данных. Рассмотрено понятие долевого структур.

3. Применены методы организации МП и элементы теории ДС к решению задачи организации учёта, анализа и обработки данных о перегрузочных машинах порта.

4. На основе задачи об организации учёта, анализа и обработки данных о ПМ написано пользовательское приложение для ИС порта. Программа предназначена для учёта, количественного и качественного анализа данных о различных перегрузочных машинах.

5. Разделение сведений на отдельные информационные и многокомпонентные потоки и применение к ним элементов теории долевых структур позволяют повысить качество работы с данными, скорость обращения к сведениям о различных объектах и эффективность работы информационных систем воднотранспортной отрасли. Элементы теорий МП и ДС могут быть применены к сведениям объектов водного транспорта для упрощения дальнейшей работы с данными и уменьшения затрат на организацию информационных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Информационные технологии на водном транспорте [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/196877/> (дата обращения: 23.01.2016).
3. Распределенные информационные системы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.ict.nsc.ru/win/gis/publ/inf_sys.html (дата обращения: 24.01.2016).
4. Разработка геоинформационных систем [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://sovzond.ru/services/gis/> (дата обращения: 27.01.2016).
5. Попов Б. Н. Информационные потоки в Web-сервисах геоинформационных систем / Б. Н. Попов, Е. С. Федорина // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. — 2014. — № 3. — С. 185–191.
6. Ландэ Д. В. Основы интеграции информационных потоков / Д. В. Ландэ. — Киев: Инжиниринг, 2006. — 240 с.
7. Ландэ Д. В. Моделирование динамики информационных потоков / Д. В. Ландэ // Фундаментальные исследования. — 2012. — № 6–3. — С. 652–654.
8. Брайчевский С. М. Основы моделирования и оценки электронных информационных потоков / С. М. Брайчевский, А. Н. Григорьев, Д. В. Ландэ [и др.]. — Киев: Инжиниринг, 2006. — 176 с.
9. Додонов А. Г. Живучесть информационных систем / А. Г. Додонов, Д. В. Ландэ. — Киев: Наукова Думка, 2011. — 256 с.
10. Безсуднов И. В. Интернетика. Навигация в сложных системах: модели и алгоритмы / И. В. Безсуднов, Д. В. Ландэ, А. А. Снарский. — М.: Либроком, 2009. — 264 с.
11. Попов Б. Н. Особенности некоторых математических моделей информационных потоков / Б. Н. Попов, Е. С. Федорина // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. — 2014. — № 1 (12). — С. 60–65.
12. Марлей В. Е. Алгебра многокомпонентных потоков на основе долевых структур / В. Е. Марлей // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2009. — № 2. — С. 158–164.
13. Марлей В. Е. Долевые структуры и моделирование в относительных величинах / В. Е. Марлей // Тр. СПИИРАН. — 2005. — Т. 2. — № 2. — С. 94–100.
14. Марлей В. Е. Моделирование в относительных единицах, долевые структуры / В. Е. Марлей // Теория и практика системной динамики: тр. всероссийской конф. — Апатиты, 2004. — С. 20–26.

ANALYSIS AND PROCESSING OF DATA FLOWS IN INFORMATION SYSTEM OF PORT

The article is developed to question of accounting, analysis and processing of data about are reloaders in information systems of sea (river) ports. Hoisting machines, machines of continuous transport, inside factory

transport, warehousing technology machine are considered as reloaders. Concepts of multicomponent flows and portions structure are considered and their descriptions are given. The model interaction of multicomponent flows for example of data about are reloaders of port is considered. The algorithm of analysis and processing of data about equipment of port based of multicomponent flows and portions structure is given. The gist of algorithm is concludes in subdivision of data on separate flows in present moment of time. Data is processing in every flow in subsequent moments of time. User application for information systems of port is written based of the algorithm.

Keywords: information system, information flows, analysis and processing of data, multicomponent flows, portions structure, user application.

REFERENCES

1. Popov, B. N., and E. S. Fedorina. "Using of methods for analysis and processing data to an information flows for objects of water transport." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova*. 2(30) (2015): 220–225.
2. Informacionnye tehnologii na vodnom transporte. Web. 23 Jan. 2016 <<http://www.myshared.ru/slide/196877/>>.
3. Rasprelennye informacionnye sistemy. Web. 24 Jan. 2016 <http://www.ict.nsc.ru/win/gis/publ/inf_sys.html>.
4. Razrabotka geoinformacionnyh sistem. Web. 27 Jan. 2016 <<http://sovzond.ru/services/gis/>>.
5. Popov, B. N., and E. S. Fedorina. "Information flows in Web services of geographic information systems." *Informacionnye tehnologii i sistemy: upravlenie, jekonomika, transport, pravo* 3 (2014): 185–191.
6. Landje, D. V. *Osnovy integracii informacionnyh potokov*. Kiev: Inzhiniring, 2006.
7. Landje, D. V. "Modeling the dynamics of information flows." *Fundamental research* 6-3 (2012): 652–654.
8. Brajchevskij, S. M., A. N. Grigorev, D. V. Landje, and V. N. Furashev. *Osnovy modelirovanija i ocenki jelektronnyh informacionnyh potokov*. Kiev: Inzhiniring, 2006.
9. Dodonov, A. G., and D. V. Landje. *Zhivuchest informacionnyh sistem*. Kiev: Naukova Dumka, 2011.
10. Bezsudnov, I. V., D. V. Landje, and A. A. Snarskij. *Internetika: Navigacija v slozhnyh sistemah: modeli i algoritmy*. M.: Librokom, 2009.
11. Popov, B. N., and E. S. Fedorina. "Features of some mathematical models of information flows." *Informacionnye tehnologii i sistemy: upravlenie, jekonomika, transport, pravo* 1(12) (2014): 60–65.
12. Marley, V. E. "The algebra of multicomponent flows based on portion structures." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 2 (2009): 158–164.
13. Marley, V. E. "The portion structure and modeling with using only ratio values." *SPIIRAS Proceedings* 2.2 (2005): 94–100.
14. Marley, V. E. "Modelirovanie v odnositelnyh edinicah, dolevye struktury." *Teorija i praktika sistemoj dinamiki: trudy Vserossijskoj konferencii*. Apatity, 2004: 20–26.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Марлей Владимир Евгеньевич —
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
vmarley@rambler.ru
Федорина Елена Сергеевна — аспирант.
Научный руководитель:
Марлей Владимир Евгеньевич.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
e.s.fedorina@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Marley Vladimir Evgenevich —
Dr. of Technical Sciences, professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
vmarley@rambler.ru
Fedorina Elena Sergeevna — postgraduate.
Supervisor:
Marley Vladimir Evgenevich.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
e.s.fedorina@mail.ru

Статья поступила в редакцию 24 апреля 2016 г.