

Литература

1. Бондаренко В.С. Системы управления морским транспортном. – М.: Транспорт, 2009.- 278с.
2. Цивилёва М.А. Организация перевозок сборных грузов. //Эксплуатация морского транспорта.- 2017.- № 2.- 103-110 с.
3. Дмитриев А.А. Использование линейного программирования к оптимизации экономических объектов // Транспортное дело России.- 2017.- № 3.
4. Эглит Я.Я. Оптимизация доставки генеральных грузов. – СПб., Международная конференция СПб форум, 2018, 0,3 л.
5. Шаповалова М.А. Актуальные вопросы предварительного формирования на морском транспорте. – СПб “Евразийский журнал” № 5(120), 2018, 2л.
6. Эглит Я.Я. Модели совершенствования работы морских портов. – СПб.: РПК “Скиф”, 2019.- 219 с.
7. Боран-Кешишьян А.Л., Хекерт Е.В. Положения теории интервальных средних, применительно к анализу надежности технических средств сложных систем при независимых по надежности элементах // Эксплуатация морского транспорта.- 2014.- № 1 (73).- С. 38-42.
8. Деружинский В.Е., Хекерт Е.В. Системно-факторный анализ ключевых транспортных проблем и пути их решения //Эксплуатация морского транспорта.- 2015.- № 4 (77).- С. 3-15.
9. Кондратьев С.И. Синтез программных траекторий методом динамического программирования //Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2003.- № S6.- С. 41-43.
10. Бабурина О.Н., Кондратьев С.И. Морские перевозки: тенденции развития в мировой и российской экономике //Транспортное дело России.- 2016.- № 5.- С. 112-116.
11. Бабурина О.Н., Кондратьев С.И. Морские порты мира и России: динамика грузооборота и перспективы развития //Транспортное дело России.- 2016.- № 6.- С. 141-144.

References

1. Bondarenko V.S. Sistemy upravleniya morskim transportnom. – M.: Transport, 2009.- 278s.
2. Civiylva M.A. Organizaciya perevozok sbornyh грузов. //Ekspluatatsiya morskogo transporta.- 2017.- № 2.- 103-110 s.
3. Dmitriev A.A. Ispol'zovanie linejnogo programmirovaniya k optimizacii ekonomicheskikh ob"ektov // Transportnoe delo Rossii.- 2017.- № 3.
4. Eglit YA.YA. Optimizaciya dostavki general'nyh грузов. – SPb., Mezhdunarodnaya konferenciya SPb forum, 2018, 0,3 l.
5. SHapovalova M.A. Aktual'nye voprosy predvaritel'nogo formirovaniya na morskome transporte. – SPB “Evrazijskij zhurnal” № 5(120), 2018, 2l.
6. Eglit YA.YA. Modeli sovershenstvovaniya raboty morskikh portov. – SPb.: RPK “Skif”, 2019.- 219 s.
7. Boran-Keshish'yan A.L., Hekert E.V. Polozheniya teorii interval'nyh srednih, primenitel'no k analizu nadezhnosti tekhnicheskikh sredstv slozhnyh sistem pri nezavisimyy po nadezhnosti elementah // Ekspluatatsiya morskogo transporta.- 2014.- № 1 (73).- S. 38-42.
8. Deruzhinskij V.E., Hekert E.V. Sistemno-faktornyj analiz klyuchevykh transportnyh problem i puti ih resheniya //Ekspluatatsiya morskogo transporta.- 2015.- № 4 (77).- S. 3-15.
9. Kondrat'ev S.I. Sintez programnykh traekto-riy metodom dinamicheskogo programmirovaniya //Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Tekhnicheskie nauki.- 2003.- № S6.- S. 41-43.
10. Baburina O.N., Kondrat'ev S.I. Morskie perevozki: tendencii razvitiya v mirovoj i rossijskoj ekonomike //Transportnoe delo Rossii.- 2016.- № 5.- S. 112-116.
11. Baburina O.N., Kondrat'ev S.I. Morskie porty mira i rossii: dinamika gruzooborota i perspektivy razvitiya //Transportnoe delo Ros-sii.- 2016.- № 6.- S. 141-144.

УДК 627.21

DOI: 10.34046/aumsuomt93/7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППРОКСИМАЦИОННЫХ СПОСОБОВ ДЛЯ АНАЛИЗА НЕПОЛНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Е.Р. Коцюрба

В статье проведён математический анализ данных о движении судов в загруженном трафике для оптимального прогнозирования маршрута перехода.

Ключевые слова: кластеризация; математический анализ; оптимальное прогнозирование маршрута перехода; анализ навигационной информации.

The article defined has conducted mathematic analysis of data regarding movement of the vessels in dense traffic for deliberately prediction of the route.

Keywords: Clustering; mathematic analysis; algorithm for selection the optimal rout; analysis navigation information.

Планированию и проработке рейсов уделяется первостепенное внимание, так как от качества выполнения этих задач существенно зависят экономические показатели работы и безопасность судов.

Под планом перехода обычно понимается график, определяющий в пространстве и во времени предстоящий процесс следования судна от причала порта отхода до причала пункта назначения. Этим планом устанавливается маршрут движения, скорость хода на его участках, время отхода, моменты прибытия в поворотные точки и в конечный пункт.

Краеугольной задачей прогнозирования перехода, несомненно, является выбор подходящего маршрута следования к порту назначения.

В первой части данной работы мы рассмотрим вопросы, связанные с внедрением Е-навигации в судоходную отрасль, такие как: назначение и цели этой науки; актуальные проекты и дальнейшая схема распространения.

Во второй части, описаны: методика работы многомерной статистической системы - кластеризации, из которых и состоит расчетная часть.

В расчетной части мы рассмотрим и проанализируем математическим методом множество судов и их траектории для наилучшего прогнозирования пути.

1. Назначение системы и поддержка ее целей

Структура е-Навигации создается, для того, чтобы ускорять процессы утверждения решений в морской практике, повышать эффективность работоспособности и устранять человеческий фактор. Для осуществления данных задач бортовые средства обязаны иметь функции анализа, употребления которых осуществляет помощь штурманам при воспроизведении указаний, при опознавании рисков, и при уклонении от столкновений и посадок на мель. Береговые стационарные комплексы обязаны предугадывать возможность отрицательного воздействия судов на экологическую среду, выполнять наиболее лучшее планирование их передвижения, осуществлять оценку степени риска, сигнализировать о возможности происшествий и мерах для их устранения. Еще один из наиболее важных аспектов это – применение анализа для оперативного принятия мер на различные неблагоприятные обстановки, планированию решающих мер, обнаружению и устранению происшествий, обеспечению готовности предметов управления и связи, восстановлению работоспособности. Одна из важнейших целей е-Навигации сосредоточена на объединении судоводителей и операторов VTS в

сплоченную команду для обеспечения безопасного судоходства посредством информирования в обе стороны.

Морское судоходство достаточно редко обсуждается как перспективная область использования информационных технологий. Оказали влияние и устоявшаяся консервативность отрасли, и затяжной цикл разработки и эксплуатации судов, и наиболее высокая степень регулирования, преимущественно в вопросах безопасности со стороны национальных и международных содружеств. С современных позиций активную реализацию информационных технологий в отрасли является помехой неразвитая и достаточно затратная инфраструктура телекоммуникаций, базированная преимущественно на спутниковой связи. В современное время, когда передача гигантских объемов информации стали едва ли не постоянными условиями деятельности современного бизнеса, морской транспорт стоит далеко позади мировых тенденций в применении современных информационных технологий.

В свою очередь и в сфере морских коммуникаций осуществляются преобразования, связанные с внедрением новых участников, с ужесточением конкуренции среди поставщиков услуг связи, внедрением ранее не заявленных телекоммуникационных технологий. Как мы видим, все это приводит к понижению стоимости передачи данных в водной отрасли и как следствие —приоткрывает дорогу для внедрения современных средств информационных технологий в морском судоходстве. В конечном счете, можно смело утверждать, что мы становимся свидетелями настоящей революции в этой отрасли, сродни появлению Интернета. Миллионы судов, десятки тысяч морских портов и судовых компаний, национальные и мировые регуляторы, миллионы высококвалифицированных моряков и береговых сотрудников, обеспечивающих морскую практику и транспортировку, долгие годы изолированные друг от друга в плане передачи и обмена информацией, получают возможность контактировать в режиме реального времени.

Действия и высокоэффективные системы дадут возможность не только наладить качественный обмен данными между судном и берегом, но и создать глобальную целостную информационную сеть, объединяющая всех участников и все элементы морской сферы, включая множество процессов вплоть до управления водным транспортом и формирования логистических процессов.

II. Методика работы многомерной статистической системы – кластеризации

Кластерный анализ— многомерная статистическая процедура, выполняющая сбор данных,

содержащих информацию о выборке объектов, и затем упорядочивающая объекты в сравнительно однородные группы. Задача кластеризации относится к статистической обработке, а также к широкому классу задач обучения без учителя.

Кластерный анализ выполняет следующие основные задачи:

- Разработка типологии или классификации.
- Исследование полезных концептуальных схем группирования объектов.
- Порождение гипотез на основе исследования данных.
- Проверка гипотез или исследования для определения, действительно ли типы (группы), выделенные тем или иным способом, присутствуют в имеющихся данных.

Независимо от предмета изучения применение кластерного анализа предполагает следующие этапы:

- Отбор выборки для кластеризации. Подразумевается, что имеет смысл кластеризовать только количественные данные.
- Определение множества переменных, по которым будут оцениваться объекты в выборке, то есть признакового пространства.
- Вычисление значений той или иной меры сходства (или различия) между объектами.
- Применение метода кластерного анализа для создания групп сходных объектов.
- Проверка достоверности результатов кластерного решения.

Можно встретить описание двух фундаментальных требований, предъявляемых к данным — однородность и полнота. Однородность требует, чтобы все кластеризуемые сущности были одной природы, описывались сходным набором характеристик.

Если кластерному анализу предшествует факторный анализ, то выборка не нуждается в «ремонте» — изложенные требования выполняются автоматически самой процедурой факторного моделирования (есть ещё одно достоинство — z-стандартизация без негативных последствий для выборки; если её проводить непосредственно для кластерного анализа, она может повлечь за собой уменьшение чёткости разделения групп). В противном случае выборку нужно корректировать.

Кластеризацией называется следующая задача. Есть N объектов, т.е. обучающий набор векторов признаков, которые необходимо разбить на конечное число групп q , называемых кластерами, так, чтобы векторы из одного кластера были

больше похожи друг на друга, чем векторы из разных кластеров. Понятие сходства можно определить, например, через метрику в пространстве признаков. Часто кластеризация применяется при определении понятия классов для последующей классификации. Можно для каждого экземпляра данных находить не только кластер, которому она принадлежит, но и уверенность в принадлежности ему. Такой кластеризатор может решать задачу обнаружения выбросов. Очень распространена следующая модификация задачи кластеризации. Одновременно с поиском «хорошего» разбиения на кластеры будем искать некоторые типовые точки, сопоставляющие каждому кластеру i его «типичного представителя» i , называемого центром кластера. В такой постановке задачи сумма расстояний от центров кластеров до точек, которые этим кластерам принадлежат, называется ошибкой восстановления. Желательно, чтобы после кластеризации ошибка восстановления была достаточно мала.

Можно рассматривать кластеризацию, как нахождение параметров смеси распределений, описывающей данные наилучшим образом, или в терминах нахождения кодовых слов i , минимизирующих ошибку восстановления. В этих методах необходимо заранее знать количество кластеров q . В методах иерархической кластеризации достаточно определить только понятие сходства векторов. Алгоритм иерархической кластеризации на каждом шаге минимизирует некоторую целевую функцию (ошибку восстановления, внутрикластерную дисперсию и т.п.). Недостатком этих методов является то, что полученное разбиение на кластеры не минимизирует эту целевую функцию глобально среди всех возможных разбиений. Среди алгоритмов иерархической кластеризации различают два основных типа.

Нисходящие алгоритмы разбивают выборку на всё более и более мелкие кластеры. Более распространены агломеративные алгоритмы, в которых точки объединяются во всё более и более крупные кластеры. Алгоритм агломеративной кластеризации начинается с N групп, каждая из которых вначале состоит из одной точки, и объединяет похожие группы, пока все точки не будут входить в один кластер. На каждой итерации агломеративного алгоритма мы выбираем 2 самых близких кластера, чтобы слить их вместе. После того как завершился метод агломеративной кластеризации, результат обычно изображается как иерархическая структура, называемая дендрограммой (Рисунок 1). Это дерево, в котором листьям соответствуют отдельные точки, которые

объединяются в найденном кластеризацией порядке.

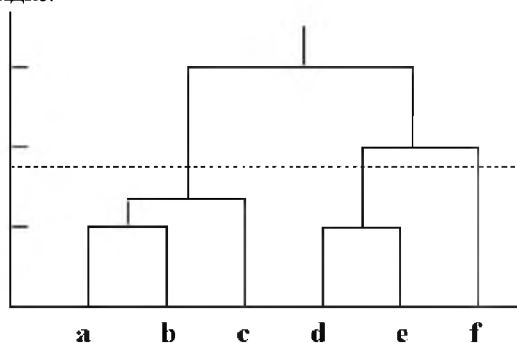


Рисунок 1 - Пример дендрограммы, пересечение линии на трех кластерах

III. Математический выбор и анализ данных.

Основная задача данной работы основана на поиске оптимального прогнозирования маршрута перехода.

Для начала мы выбрали район, который считается одним из самых загруженных. Десятки тысяч судов ежедневно пересекают Ла-Манш (Английский канал) - пролив между побережьем Франции и Великобритании.

С помощью сайта для отслеживания судов, в течении нескольких недель велось наблюдение за судами.

Для дальнейшего анализа (таблица 1) снимали параметры скорости, курса, порт прихода, порт отхода и т.д.

После обработки и конспектировании навигационных параметров перенесли таблицу (см. таблицу 1) в графический вид

Таблица 1 – Информация о судах, за которыми велось наблюдение (часть таблицы)

№	дата	Судно	П.отхода-п. назначения	K1	T1	λ_1 ϕ_1	K2	T2	λ_2 ϕ_2	V
1	03.02.2018	CELINA	IE DUB-BE ZEE	74	1545	50.5021- 000.8978	60°	1825	51.1656- 001.9256	21,3
2	03.02.2018	NAVIGATOR GRACE	MA JFL- RU ULU	73	1547	50.4951- 000.9514	43	1849	51.1061- 001.7567	16,5
3	03.02.2018	ARINA	ES CEU- SE MMA	72°	1551	50.4750- 000.9472	38	1922	51.0906- 001.7348	12.7
4	03.02.2018	Icestar	IE ORK-NL RTM	48°	1553	50.6895- 001.3426	55°	1858	51.1683- 001.8797	14.5
5	03.02.2018	diamantina	AU KWI- DK SKA	73°	1556	50.4750- 000.7871	35°	2005	51.1052- 001.6883	12.6

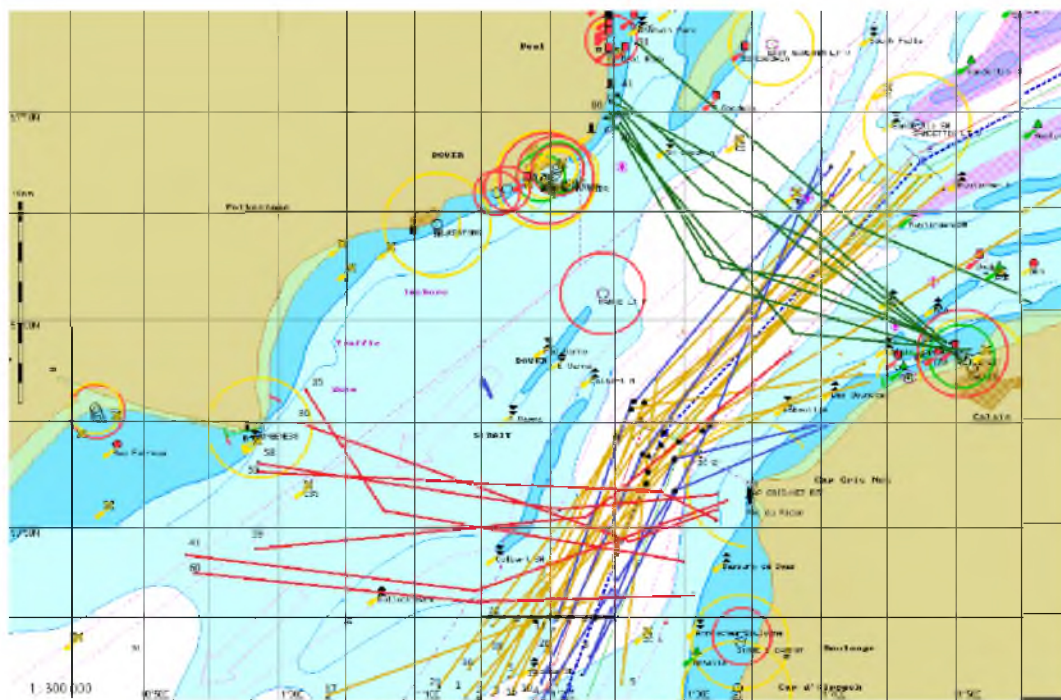


Рисунок 2 - Графический вид Таблицы 1

Так как большое количество судов проходят по разной траектории, то мы выбрали участок где большее скопление однотипных переходов. Выбранные траектории проходят в системе рзделения судов.

Для дальнейшего качественного кластерного анализа, составим таблицу с начальными точками, где суда пересекают широту 50°45', и конечными точками – точки изменения курса.

Таблица 2 – Траектории выбранных траекторий, начальные и конечные точки

№/N	ϕ_1	λ_1	ϕ_2	λ_2
1	50°45'N	001°16'E	50°55,02'N	001°26,98'E
2	50°45'N	001°16,5'E	50°54,97'N	001°28,2'E
3	50°45'N	001°17,6'E	50°54,03'N	001°29,1'E
4	50°45'N	001°17,9'E	50°55,93'N	001°26,1'E
5	50°45'N	001°18,5'E	50°54,09'N	001°25'E
6	50°45'N	001°18,7'E	50°54,7'N	001°31'E
7	50°45'N	001°19,7'E	50°56,3'N	001°26,9'E
8	50°45'N	001°20,4'E	50°54,73'N	001°27,1'E
9	50°45'N	001°20,49'E	50°56,33'N	001°26,4'E
10	50°45'N	001°21,3'E	50°52,52'N	001°27,01'E
11	50°45'N	001°21,33'E	50°53,43'N	001°26,8'E
12	50°45'N	001°21,9'E	50°52,02'N	001°27'E
13	50°45'N	001°22,8'E	50°52,13'N	001°29,4'E
14	50°45'N	001°23,2'E	50°54,43'N	001°29'E
15	50°45'N	001°24,3'E	50°52,12'N	001°29,4'E
16	50°45'N	001°24,81'E	50°54,98'N	001°31,7'E

Воспользуемся агломеративным иерархическим алгоритмом классификации. В качестве расстояния между объектами примем обычное евклидовое расстояние.

$$p(K_i, K_j) = p_{ij} \quad (1)$$

где: K_i – i -я группа (кластер), состоящая из n объектов;

$\bar{x}_i$ – среднее арифметическое векторных наблюдений K_i группы, т.е. «центр тяжести» i -й группы;

Полученные данные помещаем в таблицу (матрицу расстояний). Для решения этой задачи понадобится составить четырнадцать матриц расстояний. При формировании матрицы расстояний, выбираем наименьшее значение из значений объектов №1, 2, 16, 6, 8, 14, 3, 5 и №11.

В результате имеем 3 кластера: $S(1,2,16,6,8,14,3,5,11)$, $S(4,7,9)$, $S(10,12,13,15)$ (таблица 3).

Таблица 3 – Матрица расстояний окончательная

№ п/п	[1,2,16,6,8,14,3,5,11]	[4,7,9]	10,12,13,15
[1,2,16,6,8,14,3,5,11]	0	0.015	0.0152
[4,7,9]	0.015	0	0.0568
10,12,13,15	0.0152	0.0568	0

Из матрицы расстояний следует, что объекты 1,2,16,6,8,14,3,5,11 и 4,7,9 наиболее близки $P(1,2,16,6,8,14,3,5,11; 4,7,9) = 0.015$ и поэтому объединяются в один кластер. При формировании новой матрицы расстояний, выбираем наименьшее значение из значений объектов №1,2,16,6,8,14,3,5,11 и №4,7,9.

В результате имеем 2 кластера: $S(1,2,16,6,8,14,3,5,11,4,7,9)$, $S(10,12,13,15)$

Результаты кластерного анализа представим в виде дендограммы.

Для дальнейшего анализа и подведения итогов прогнозирования пути, необходимо проанализировать кластерный анализ контрольного перехода и наиболее ближайшего к нему.

Контрольный переход №13 и вся информация о рейсе была предоставлена судном «CLAMOR SCHULTE».

Из раздела 3.3 видно, что контрольный маршрут наиболее схож с маршрутом №12, проведем необходимый анализ для наилучшей наглядности схожести маршрута №12 и контрольного №13.

Маршрут №13 обозначим красным цветом, а маршрут №12 синим.

После переноса в графический вид, составим таблицу с известной навигационной информацией и сравним ее.

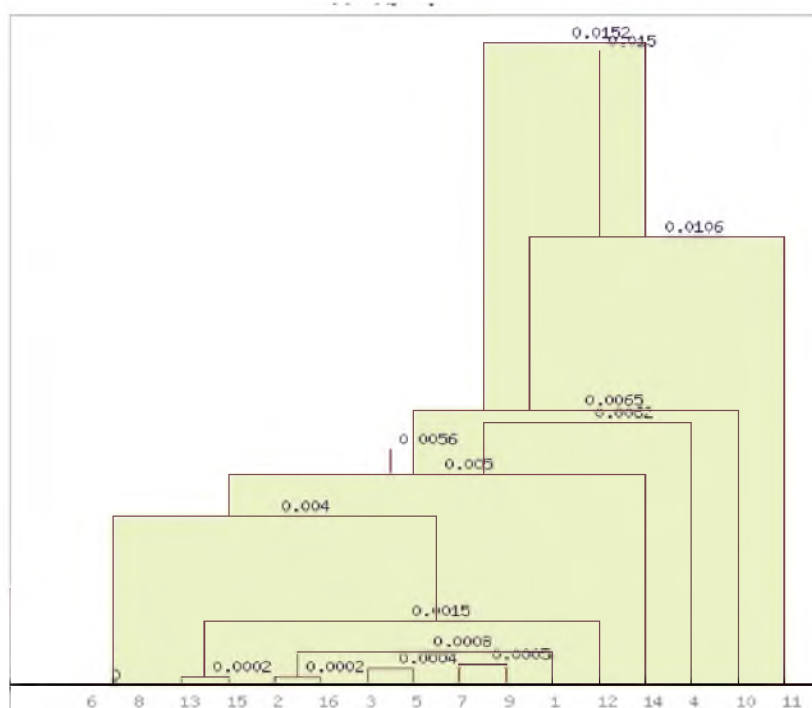


Рисунок 3 - дендограмма результатов кластеризации 16 судов

Таблица 4 – навигационная информация по маршрутам №12 и №13

№/N	φ1	λ1	ΔD1	φ2	λ2	ΔD2	φ3	λ3	ΔD3
12	50°45'N	001°21,9'E	555,6	50°52,02'N	001°27'E	425,96	51°00'N	001°37,8'E	796,36
13	50°45'N	001°22,8'E	М	50°52,13'N	001°29,4'E	М	51°00'N	001°36,6'E	М

Таким образом, таблица показывает, что расстояние между точками 1, 2 и 3 не превышает 1 км.

Для более точного сравнения воспользуемся агломеративным иерархическим алгоритмом классификации для всех точек на разных участках маршрута, чтобы выяснить расстояние между кластерами.

1. *Первые точки маршрута.* В качестве расстояния между объектами примем обычное евклидовое расстояние. Тогда согласно формуле 1; 2.
 $p(x_{1,2}) = \sqrt{(50,75 - 50,75)^2 + (1,365 - 1,38)^2} = 0,015$ (1)
 $p(x_{2,1}) = \sqrt{(50,75 - 50,75)^2 + (1,38 - 1,365)^2} = 0,015$ (2)

Полученные данные помещаем в таблицу (матрицу расстояний).

Таблица 5 – матрица расстояний для первых точек

№ п/п	1	2
1	0	0,015
2	0,015	0

Таким образом, при проведении кластерного анализа по принципу “ближнего соседа” получили два кластера, расстояние между которыми равно $P=0,015$

2. *Вторые точки маршрута (точки поворота).* В качестве расстояния между объектами примем обычное евклидовое расстояние. Тогда согласно формуле 3; 4.

$$p(x_{1,2}) = \sqrt{(50,876 - 50,879)^2 + (1,45 - 1,49)^2} = 0,0401(3)$$

$$p(x_{2,1}) = \sqrt{(50,879 - 50,876)^2 + (1,49 - 1,45)^2} = 0,0401(4)$$

Полученные данные помещаем в таблицу (матрицу расстояний).

Таблица 6 – матрица расстояний для точек поворота

№ п/п	1	2
1	0	0,0401
2	0,0401	0

Таким образом, при проведении кластерного анализа по принципу “ближнего соседа” получили два кластера, расстояние между которыми равно $P=0,0401$

3. *Третьи точки маршрута.* В качестве расстояния между объектами примем обычное евклидовое расстояние. Тогда согласно формуле 5; 6.

$$p(x_{1,2}) = \sqrt{(51 - 51)^2 + (1,63 - 1,61)^2} = 0,02$$
 (5)

$$p(x_{2,1}) = \sqrt{(51 - 51)^2 + (1,61 - 1,63)^2} = 0,02$$
 (6)

Полученные данные помещаем в таблицу (матрицу расстояний).

Таблица 7 – матрица расстояний для точек поворота

№ п/п	1	2
1	0	0,02
2	0,02	0

Таким образом, при проведении кластерного анализа по принципу “ближнего соседа” получили два кластера, расстояние между которыми равно $P=0.02$

После анализа о обработки данных выяснили, что расстояние, в каждом из случаев, между кластерами не превышает 0,05. С таким результатом, можно сказать, что эти маршруты максимально похожи и в дальнейшем это поможет для наиболее выгодного и безопасного планирования маршрута.

В итоге данной работы выведем следующие преимущества применяемого метода:

- Достоверность математической модели
- Достаточно большая точность выбора маршрута, из-за большого количества навигационных параметров
- Метод позволит снизить риск человеческого фактора при работе с прокладной навигационного маршрута
- Принцип математического расчета достаточно прост
- Дальнейшее внедрение метода и построение алгоритма для оптимального прогнозирования маршрута
- Метод позволяет повысить безопасность морской практики

Анализ функциональных возможностей современных систем планирования маршрута показывает широкие возможности системы оптимизации маршрутов движения морских судов.

Со временем и увеличением количества судов на морских путях предъявляются все более жесткие требования к безопасности морской практики, разработке и оптимизации математических моделей траектории движения судов, которые бы обеспечивали требуемые показатели по точности к выбору маршрута.

Прогноз, который видит оператор, позволяет ему принимать более рациональное и безопасное решение по судовым операциям. Это снижает риск инцидентов.

Литература

1. Baldau fM. Potentials of e-Navigation – Enhanced Support for Collision Avoidance / M. Baldauf, K. Benedict, C. Kruger // TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. — 2014. — Vol. 8. — Nr. 4. — Pp. 613–617. DOI: 10.12716/1001.08.04.18

2. Мерков А.Б., Введение в методы статистического обучения. Курс по общим методам статистического обучения, 20.05.09, с. 32
3. Мерков А.Б., Распознавание образов. Введение в методы статического обучения. С.25-57, 2011
4. Кирсанов М. Н. Анализ алгоритмов выбора оптимальных маршрутов группы судов / М. Н. Кирсанов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 2 (36). — С. 183–190. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-2-183-190.
5. Боран-Кешишьян А.Л. Новый подход к оценке надежности технических средств сложных человеко-машинных систем / А.Л. Боран-Кешишьян // Вестник ДГТУ – 2013. - № 5/6 (74) – С. 59-67.
6. Боран-Кешишьян А.Л. Обобщенная модель оценки надежности программного обеспечения тренажерно-обучающих систем на основе теории возможностей / А.Л. Боран-Кешишьян //В мире научных открытий. – 2012.
7. Астреин В.В., Кондратьев С.И., Боран-Кешишьян А.Л. Задача самоорганизации групп судов для предупреждения столкновений // Эксплуатация морского транспорта.– 2016.– № 1 (78).– С. 32-38.
8. Астерин В.В., Хекерт Е.В. Принципы координации подсистем судна для предупреждения столкновений // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова.– 2013.– № 2 (21).– С. 13-22.

References

1. Baldau fM. Potentials of e-Navigation – Enhanced Support for Collision Avoidance / M. Baldauf, K. Benedict, C. Kruger // TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. — 2014. — Vol. 8. — Nr. 4. — Pp. 613–617. DOI: 10.12716/1001.08.04.18
2. Merkov A.B., Vvedenie v metody statisticheskogo obucheniya. Kurs po obshchim metodam statisticheskogo obucheniya, 20.05.09, s. 32
3. Merkov A.B., Raspoznavanie obrazov. Vvedenie v metody staticheskogo obucheniya. S.25-57, 2011
4. Kirsanov M. N. Analiz algoritmov vybora optimal'nyh marshrutov gruppy sudov / M. N. Kirsanov // Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova. — 2016. — № 2 (36). — S. 183–190. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-2-183-190.
5. Boran-Keshish'yan A.L. Novyj podhod k ocenke nadezhnosti tekhnicheskikh sredstv slozhnykh cheloveko-mashinnyh sistem / Boran-Keshish'yan A.L. // Vestnik DGTU – 2013 - № 5/6 (74) – S.59-67.
6. Boran-Keshish'yan A.L. Obobshchennaya model' ochenki nadezhnosti programmno obespечeniya trenazhyorno– obuchayushchih sistem na osnove teorii vozmozhnostej / Boran-Keshish'yan A.L. //V mire nauchnyh otkrytij – 2012.

7. Astrein V.V., Kondrat'ev S.I., Boran-Keshish'yan A.L. Zadacha samoorganizatsii grupp sudov dlya preduprezhdeniya stolknovenij / Ekspluatatsiya morskogo transporta. 2016. № 1 (78). S. 32-38.

8. Asterin V.V., Hekert E.V. Principy koordinatsii podsystem sudna dlya preduprezhdeniya stolknovenij / Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota im. admirala S.O. Makarova. 2013. № 2 (21). S. 13-22

УДК: 004.042;004.942;681.3.07
DOI: 10.34046/aumsuomt93/8

BIG DATA И ИНФРАСТРУКТУРА АКТУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ СУДОВОЖДЕНИЯ

*А. В. Фролов, начальник класса кафедры АИС
Е. С. Фролова, аспирант,*

Современная портовая и водная магистральные инфраструктуры опираются на большие объемы динамических данных и связей. Актуализируются большие объемы разнородных данных: судовождения, погодные, логистические и др. Такая разнородность баз данных требует использования технологического (методологического) инструментария обработки данных в разнородных базах.

В работе для этого выбрана технология BigData, который позволяет актуализировать данные с учетом их видов, состояний и структур, анализировать скрытые связи потоков данных, идентифицировать объекты транспорта. Технологии BigData – инструментарий, ориентирующий на эффективное реагирование с учетом многообразия факторов, которыми сопровождается решение текущих задач судовождения.

Проведен анализ возможностей принятия решений (в порту, при движении) с помощью цифровых моделей средствами BigData, анализа данных средствами DataMining и др. Исследуется применение на морском транспорте Big Data в рамках общероссийского комплекса наблюдения за транспортом «ЭРА-ГЛОНАСС-Платон» и парадигмы «цифровая инфраструктура экономики». Службы судовождения получают и анализируют решения с помощью цифровых моделей, интеллектуальных систем и реальных ситуаций (количество судов, их скорости, маршруты и др.).

В работе проделан системный анализ применения Big Data в судовождении, морской логистике, с учетом особенностей потока судов. Выделены базовые составляющие методологии BigData.

Ключевые слова: судовождение, большие данные, системный анализ, данные, инфраструктура.

Modern port and water trunk infrastructures rely on large volumes of dynamic data and communications. Large volumes of heterogeneous data are being updated: navigation, weather, logistics, etc. Such heterogeneity of databases requires the use of technological (methodological) tools for processing data in heterogeneous databases. In this work, Big Data technology was selected for this, which allows updating data taking into account their types, states and structures, analyzing hidden connections of data streams, and identifying transport objects. Big Data Technologies is a toolkit that focuses on an effective response, taking into account the variety of factors that accompany the solution of current navigation problems.

The analysis of decision-making opportunities (in port, during movement) using Big Models using digital data, data mining using Data Mining, and others. The use of Big Data in maritime transport as part of the ERA-GLONASS-Platon all-Russian transport surveillance system and paradigms of the digital infrastructure of the economy. Navigation services receive and analyze solutions using digital models, intelligent systems and real-life situations (number of ships, their speed, routes, etc.).

In the work, a systematic analysis of the use of Big Data in navigation, maritime logistics, taking into account the characteristics of the stream of ships, was done. The basic components of the Big Data methodology are highlighted.

Keywords: shipping, big data, system analysis, data, infrastructure.

Введение

Современная инфраструктура водного транспорта, портов невозможна без информационных технологий, она опирается на большое количество статических и динамических, детерминированных и неполно определенных данных и связей [1]. Разработаны соответствующие системы, инструментарий [2], включая системный анализ [3] и формально-алгебраический аппарат [4].

Важно наличие систем учёта, анализа, актуализации данных: виды, количество, состояние и др. Как и административные барьеры, свои сложности вносят в обработку данных и управление недостатки решения инфраструктурных задач. На рис. 1 указаны подобные сложности на речном транспорте [5].