

Информационная система сбора данных трафика морской акватории

Рассматривается задача сбора данных, необходимых в исследовательских целях для моделирования коллективного движения судов. Обсуждается перспектива сбора данных с помощью радара, видеокамеры, приёмника Автоматизированной идентификационной системы и сайтов, отображающих положение судов. Показан практически реализованный способ сбора и обработки необходимых данных с открытого сайта www.marinetraffic.com. Рассмотрены возникающие при этом проблемы и их решение, приведены результаты работы информационной системы на примере акватории порта Владивосток, обсуждаются возможности по решению научно-исследовательских задач.

Ключевые слова: управление движением судов, моделирование движения судна, АИС, траектория судна, обработка данных

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности коллективного движения судов в акватории морских портов представляет собой самостоятельный раздел науки об управлении. На практике эта задача решается специализированными техническими средствами – системами управления движением судов (СУДС).

Разработка эффективных алгоритмов навигации и управления, обеспечивающих максимальную безопасность движения судов, является актуальной инженерной и научной проблемой, привлекающей внимание значительного количества исследователей [1-7].

Вывод о применении, эффективности и надежности того или иного метода обеспечения безопасности движения может быть сделан по результатам экспериментов. Постановка натуральных экспериментов, связанных с движением судов, как правило, ведёт к значительным временным, организационным и материальным затратам; нередко такие натурные эксперименты вообще не осуществимы. Поэтому как в исследовательской работе, так и при отладке конкретных СУДС, зачастую прибегают к вычислительным экспериментам и моделированию движения судов [3, 5].

Моделирование движения судов, в принципе, позволяет оценить работу алгоритмов в типичных ситуациях. Вместе с тем, при отработке алгоритмов, связанных с коллективным движением, важно «проиграть» их работу в ситуациях, характерных для конкретной акватории. Простое моделирование траекторий движения судов, даже с привлечением экспертов (судоводителей, диспетчеров), не может гарантировать полноту вычислительного эксперимента. Это служит побудительным мотивом для создания базы данных, хранящей ретроспективную информацию о

реальном движении судов в той или иной акватории, а также использования её при изучении работы алгоритмов СУДС. Например, идея такого подхода использована авторами работы [2].

Ещё один аспект использования данных о реальном движении судов – обучение интеллектуальных подсистем СУДС [6, 8-13]. Зачастую только таким способом можно обеспечить валидность их настраиваемых параметров.

Настоящая работа посвящена описанию информационной системы, используемой для сбора данных о движении судов в акватории морского порта в исследовательских целях. Система апробирована на акватории порта Владивосток.

СПОСОБЫ СБОРА ДАННЫХ О ДВИЖЕНИИ СУДОВ

Для исследования задач коллективного движения судов требуются наборы данных, содержащие координаты нескольких судов, движущихся одновременно и оказывающих влияние на безопасность движения друг друга, т. е. расположенных в одной акватории. Требуются непрерывные выборки данных продолжительностью около 1 часа и более, с небольшим интервалом между положениями судов (не более 1-2 минут). Кроме того, учитывая типичные размеры судов, точность определения координат должна быть не менее нескольких десятков метров [3, 7]. Дополнительными параметрами движения важными для последующего анализа, являются скорость и курс судна.

Сведения о движении судов в конкретной акватории могут быть получены различными способами: с установленного на судне или берегу радара, с помощью визуального мониторинга (видеокамера) или от автоматической идентификационной системы (АИС).

Рассмотрим преимущества и недостатки каждого метода.

Радар. Применение радара позволяет получать информацию обо всех объектах, находящихся в его зоне видимости, независимо от типа рассматриваемого судна и оборудования, работающего на нём. При этом точность получаемых сведений зависит только от характеристик используемого радара, данные не могут быть непропорционально искажены судоводителем наблюдаемого судна. Зона, наблюдаемая радаром, определяется его местоположением, так как используемые для морской навигации радары работают лишь в пределах прямой видимости. Важным моментом при использовании радара является сложность обработки получаемых показателей в условиях зашумленности: качество поступающих данных сильно зависит от погодных условий. Для сопряжения радара и компьютера используется радар-процессор [14].

Видеокамера. Использование видеонаблюдения для автоматического определения параметров движения судна требует решения чрезвычайно сложной задачи распознавания объектов на изображении (подобная задача в значительно упрощённом виде решается и для обработки сигнала от радара). Видеонаблюдение, как и использование радара, ограничено местом расположения оборудования, кроме того, в отличие от радара, видеонаблюдение невозможно применять в ночное время и при плохих метеоусловиях. Такой метод может рассматриваться только как теоретически возможный, но практически он трудно реализуем и мало полезен. Однако видеонаблюдение может эффективно использоваться для визуального контроля движения судов в светлое время суток [15, 16].

АИС – Автоматическая идентификационная система (AIS – Automatic Identification System) – в судоходстве служит для идентификации судов, их габаритов, курса и других параметров с помощью радиоволн ОВЧ/УКВ-диапазона. Существуют два класса АИС: системы класса А обеспечивают надёжную передачу сообщений о своём судне другим судам с системой АИС благодаря особому, гарантирующему доставку пакетов информации, протоколу; системы класса В гарантируют, что вы получите информацию от приёмника класса А, но не обещают, что другое судно «услышит» вас – только если для вас останется свободное место в протоколе передачи.

В Международном Регламенте Радиосвязи закреплено для использования в целях АИС два канала: AIS-1 (87В – 161,975 МГц) и AIS-2 (88В – 162,025 МГц), которые должны использоваться повсеместно, за исключением регионов с особым частотным регулированием. Пропускная способность каждого канала – до 2000 сообщений в минуту. В соответствии с Конвенцией SOLAS 74/88 установка АИС является обязательной для судов водоизмещением свыше 300 регистровых тонн, совершающих международные рейсы, судов водоизмещением более 500 регистровых тонн, не совершающих международные рейсы, и всех пассажирских судов. Суда и яхты с меньшим водоизмещением могут быть оборудованы устройством АИС класса В. Передача данных осуществляется на

международных каналах связи AIS 1 и AIS 2 в протоколе SOTDMA (Self Organising Time Division Multiple Access). Применяется частотная модуляция с манипуляцией GMSK [17].

Для информации, передаваемой через АИС существует строгая регламентация о периодах отправки данных о судне (см. таблицу).

Периоды отправки данных через АИС

Тип судна	Период отправки
Судно на якорю или в процессе швартовки, перемещающееся со скоростью не более 3 узлов (морских миль в час)	3 минуты
Судно на якорю или в процессе швартовки, перемещающееся со скоростью более 3 узлов	10 секунд
Суда идущие со скоростью до 14 узлов	3 – 10 секунд
Суда идущие со скоростью от 14 до 23 узлов	2 – 6 секунд
Суда идущие со скоростью свыше 23 узлов	2 секунды
Спортивные плавсредства	30 секунд

Использование информации, полученной от АИС, имеет целый ряд очевидных преимуществ: относительная простота обработки информации о местоположении судов, высокая точность координат (точность определения координат по GPS составляет примерно 10 метров), использование радиочастот, не требующих прямой видимости, радиус зоны покрытия зависит от высоты установки антенны и может составлять до 40 миль. Однако существует и ряд недостатков: не все суда оснащены устройствами АИС, в случае неисправности или преднамеренного вмешательства в работу оборудования, система может выдавать неверные координаты судна, которые невозможно проверить. Кроме того, система АИС не позволяет получать информацию об иных плавучих объектах: айсберги, упавшие в воду грузы и другие объекты, представляющие опасность для мореплавания.

В настоящее время, учитывая особенности каждого метода, управление портами осуществляется, как правило, с применением одновременно нескольких методов, что позволяет использовать преимущества каждого из них и нивелировать недостатки их раздельного применения. Вместе с тем, задача моделирования движения в интересах научных исследований предъявляет меньшие требования к надёжности и достоверности используемой информации, чем задача непосредственного управления движением, поэтому можно ограничиться использованием наиболее простого и доступного метода, которым является получение данных с Автоматической идентификационной системы.

СБОР АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ДАННЫХ О ДВИЖЕНИИ СУДОВ

Получение данных напрямую от АИС связано с проблемой приобретения или получения физического доступа к соответствующему оборудованию, это является сложной задачей для исследовательских коллективов, не имеющих налаженных связей с промышленной средой, особенно на начальном этапе научной работы. Вместе с тем, существуют интернет-сайты, которые публикуют в открытом доступе (или по подписке) информацию о движении судов, полученную через сеть приёмников сигналов АИС (ряд сайтов дает возможность любому владельцу приёмника передавать данные на их сайт с помощью специализированных программ). Использование таких сайтов позволяет полностью отказаться от использования реального оборудования, что даёт ряд очевидных преимуществ: минимальные финансовые затраты на получение информации, отсутствие ограничений по местоположению оборудования для сбора данных, возможность получения информации о сотнях портов по всему миру. Однако отметим следующие недостатки: не гарантируется постоянная работа сервиса, небольшая частота обновления информации (порядка 1-5 минут).

Примерами таких сайтов являются: www.marinetraffic.com, www.vesseltracker.com, www.vesselfinder.com, shipfinder.co. Указанные сайты достаточно похожи по предоставляемой информации (это обусловлено единым основным источником, которым служит передатчик АИС) и по реализации со стороны клиента, однако различаются как зоной охвата (определяемой источниками информации), так и условиями получения информации (определяется лицензией).

Рассмотрим каждый сайт более подробно.

www.vesseltracker.com – для просмотра положений судов требуется регистрация (это осложняет автоматическую загрузку данных), кроме того, при бесплатной регистрации доступна информация только о пассажирских судах, что делает данный сайт малоприменимым для сбора необходимых данных.

www.vesselfinder.com – информация предоставлена в свободном доступе, однако, на данном сайте нет информации о судах находящихся в портах Дальнего Востока России.

shipfinder.co – информация предоставлена в свободном доступе, зона покрытия аналогична сайту www.vesselfinder.com.

www.marinetraffic.com – информация предоставлена в свободном доступе, зона покрытия включает в себя порт Владивосток (является в настоящий момент основным исследуемым объектом авторов), Находка (данные не всегда доступны) и Советская Гавань. К сожалению, другие порты Дальнего Востока не представлены.

Учитывая зону покрытия и условия предоставления информации, в качестве основы разработанной системы сбора данных был выбран сайт www.marinetraffic.com, который позволяет получать сведения бесплатно и

без регистрации. Кроме того, данные с этого сайта включают в себя достаточно много служебной информации о судне (название, флаг, длина и MMSI-номер). Сбор данных с сайта и обработка их до вида, пригодного для моделирования движения судов, является основной задачей разработанной информационной системы.

Сайт в наглядном виде предоставляет информацию о судах, находящихся в зоне действия приёмников АИС, которые передают информацию на его серверы. На странице с картой Земли (в качестве основной карты используется сервис Google Maps) можно выбрать любой интересующий регион, однако, данные по судам доступны не для всех портов (например, порты Залива Петра Великого, Славянка и Зарубино на этом сайте не представлены, а порт Находка доступен не всегда). Информация на сайте обновляется достаточно редко: намного реже указанных в таблице обязательных периодов отправки данных. Кроме того, информация по каждому судну даётся с указанием возраста данных (в минутах от текущего момента). Это приводит к тому, что данные, полученные в одном сеансе диалога с сайтом, могут относиться к разным моментам времени для разных судов (например, может быть указано, что информация о судне «1» получена пять минут назад, а о судне «2» – три минуты назад). Эта особенность делает такую информацию не пригодной для использования без предварительного её накопления и обработки. Кроме того, на сайте явно указано, что информация с него не может быть использована для обеспечения безопасности движения судов, так как не обладает необходимой полнотой и актуальностью. Тем не менее, данные сайта достаточно точны для применения в задачах моделирования коллективного движения судов в исследовательских целях [1, 3, 7].

К сожалению, указанный сайт также не обладает публичным интерфейсом для выгрузки сведений о судах, именно поэтому для сбора данных потребовалось разработать специальный программный модуль. Программа анализирует запросы, на базе которых браузер отображает карту с находящимися на ней судами. В ходе анализа был установлен минимальный набор запросов, позволяющий получить информацию о судах, находящихся в определённой акватории.

РАБОТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ТРАФИКА МОРСКОЙ АКВАТОРИИ

Информационная система выполняет следующие функции:

1. Сбор данных с сайта, их предварительный анализ и удаление ошибочных данных.
2. Разделение постоянных и переменных данных о судне, занесение информации в базу данных.
3. Преобразование относительных временных меток в абсолютные.
4. Экспорт данных в различные форматы.

Данные, получаемые с сайта системой, представляют собой запись следующего вида:

[... ,
[43.06146, 131.7068, "NADEZHDA", 9, 30, 21, "RU",
273199300, 109, 1],
[43.021, 131.7477, "NEKSU", 7, 266, 12, "MN",
457073000, 66, 3],
[43.07449, 131.7513, "VLADIMIR VYSOTSKIY", 8,
37, 72, "RU", 273152400, 152, 4],
...].

Запись – это строка, для акватории порта Владивосток она содержит информацию в среднем о 80 судах и её длина около 5500 символов.

При сопоставлении информации, отображаемой на сайте, был определён формат полученных данных:

43.06146 – широта (координаты судна в десятичных долях),
131.7068 – долгота (координаты судна в десятичных долях),
"NADEZHDA" – название судна,
9 – тип судна,
30 – курса судна,
21 – скорость судна указана в узлах, умноженных на 10,
"RU" – флаг судна,
273199300 – MMSI-идентификатор судна,
109 – длина судна в метрах,
1 – возраст данных в минутах от текущего момента.

Объём собираемых показателей можно оценить следующим образом. Данные загружаются каждую минуту, что составляет $24 \cdot 60 \cdot 30 = 43200$ записей в месяц. Средний размер записи по акватории, например, порта Владивосток, около 5 КБ. Таким образом, за месяц собираются данные объёмом примерно 220 МБ. Такой объём данных вполне может быть обработан обычной настольной рабочей станцией без привлечения дорого серверного оборудования.

Разработанная система реализует разделение процедур сбора данных с сайта и загрузки их в базу данных, что позволяет решить ряд технических задач: отслеживание изменения формата данных, их недоступности, объединение данных, загруженных разными серверами, сохранение полной исходной информации на случай необходимости повторной обработки.

Полученные данные о судах проходят обработку для приведения к истинным временным отметкам (с точностью до минуты). При этом отбрасывается множество дублирующих данных, которые возникают, например, если с сайта в первую минуту получена информация с возрастом в 2 мин., а во вторую минуту получена информация об этом же судне с возрастом в 3 мин. В этом случае обе записи относятся к одному и тому же моменту времени и, соответственно, не несут никакой дополнительной информации. Статистика, собранная за сентябрь 2012 г., показала, что примерно из 1 600 000 записей с информацией о положении судна, лишь 512 000 (примерно треть) являются уникальными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Собранные системой данные позволили решить целый ряд судоводительских практических и исследовательских задач, связанных с движением судов в

акватории порта Владивосток. Так, например, «наложение» координат движущихся судов на карту акватории наглядно показало основные зоны и фарватеры движения судов, позволило оценить интенсивность трафика на том или ином участке акватории в зависимости от времени года и времени суток.

Был проведён анализ решения задачи по распознаванию опасного сближения судов и выделения различных уровней опасности способом, описанным в статье [7]. Сближающиеся суда, движущиеся прямолинейно и равномерно, считаются имеющими уровень опасности «Red» (высокий уровень опасности). Маневрирующие сближающиеся суда считаются имеющими уровень опасности «Yellow» (низкий уровень опасности). Анализ дал представление о частоте возникновения и географической привязке опасных ситуаций того или иного типа. Было замечено, что наибольшее количество тревог возникает во внутренних портовых водах, где суда располагаются близко друг к другу и высока интенсивность движения малых плавсредств (катеров, буксиров). Оба уровня тревоги имеют место и при движении судов вне портовых вод: Амурском, Уссурийском заливах, проливе Босфор Восточный. Доля тревожных сигналов уровня «Yellow» составляет около 20%, места их генерации не образуют устойчивых зон. Тот факт, что на конкретной акватории доля ситуаций уровня «Yellow» достаточно значительна, говорит о том, что их выделение способно существенно снизить нагрузку на операторов СУДС.

К настоящему времени авторами собраны сведения о движении судов в акватории порта Владивосток (осень-зима 2012-2013 гг.). Имеется возможность использовать систему для сбора данных по другим акваториям. Данные представляют собой исключительную ценность для проведения исследований в области управления коллективным движением судов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tam C. K., Bucknall R. Collision risk assessment for ships // *Journal of Marine Science and Technology*. – 2010. – Vol. 15, № 3. – P. 257-270.
2. Silveira P.A.M., Teixeira A.P., Guedes Soares G. Use of AIS data to characterise marine traffic patterns and ship collision risk off the coast of Portugal // *Journal of Navigation*. – 2013. – Vol. 66, № 6. – P. 879-898.
3. Гриняк В.М., Головченко Б.С., Малько В.Н. Распознавание опасных ситуаций системами управления движением судов // *Транспорт: наука, техника, управление*. – 2011. – №8. – С. 11-14.
4. Некрасов С.Н., Капустин И.В., Старов М.С. Оценка и прогнозирование опасных навигационных ситуаций // *Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова* – 2013. – №2. – С. 98-100.
5. Мироненко А.А. Модель программного движения судна в стеснённых водах // *Мехатроника, автоматизация, управление* – 2013. – №2. – С. 65-70.
6. Гриняк В.М., Трофимов М.В. Нечеткое сопровождение траектории движения судна // *Жур-*

- нал университета водных коммуникаций – 2012. – №1. – С. 119-124.
7. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Прогнозирование опасных ситуаций при управлении движением на море // Изв. РАН. Теория и системы управления. – 2004. – №3. – С. 127-136.
 8. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Нейронечеткая модель сопровождения траектории судна обзорной РЛС // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2013. – №8. – С. 14-21.
 9. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Нейронечеткая обучаемая система распознавания воздушных объектов // Информационные технологии. – 2013. – №11. – С. 58-63.
 10. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Классификация движущихся объектов типа «надводный-воздушный» в лингвистических переменных // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 2013. – №11. – С. 20-25.
 11. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Нечеткая система распознавания воздушных объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – №7. – С. 9-14.
 12. Девятисильный А.С., Гриняк В.М. Нечеткая система экспертных оценок характера движения судна // Информационные технологии. – 2012. – №8. – С. 66-70.
 13. Гриняк В.М., Трофимов М.В. Мультимодельное сопровождение траектории движущихся судов с нечетким критерием детекции маневра // Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. – 2011. – №3. – С.112-121.
 14. Техническое описание радар-процессоров. – URL: <http://www.ipmce.ru/custom/navigation/radar-process/>
 15. Лавров Е.В. Локализация объектов на изображении морского горизонта // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2013. – №2. – С.22-26.
 16. Лавров Е.В. Генерация панорамного изображения в судовой автоматизированной системе визуального наблюдения // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2013. – № 3. – С.33-37.
 17. Маринич А.Н. Судовая автоматическая идентификационная система АИС. – М.: Судостроение, 2004. – 180 с.

Материал поступил в редакцию 18.04.14.

Сведения об авторах

ГРИНЯК Виктор Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры Прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения Дальневосточного федерального университета, Владивосток
e-mail: Viktor.Grinyak@vvsu.ru

ГОЛОВЧЕНКО Борис Сергеевич – инженер кафедры Информационных систем и прикладной информатики Владивостокского государственного университета экономики и сервиса
e-mail: Boris.Golovchenko@vvsu.ru