

3. Предложенная концепция дает новое направление для обеспечения безопасного плавания судов в различных условиях плавания и служит начальным этапом построения интеллектуальных систем принятия решения для предупреждения столкновения судов.

Список литературы

1. Международные правила предупреждения столкновений судов в море–1972 (МППСС–72): [текст]: [сб.]. — М.: РКонсульт, 2004. — 80 с.
2. *Baillo F. Collisions — Why do they occur: [text] / F. Baillo (the initiator of the UK Marine Accident Reporting Scheme (MARS)) // Gard News.* — L.: The Nautical Institute (United Kingdom), 2004. — № 173.

УДК 656.61.052:658.011.56

В. В. Астерин,
канд. техн. наук,
ФГБОУ ВПО «Государственный морской
университет им. адм. Ф. Ф. Ушакова»;

Е. В. Хекерт,
д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Государственный морской
университет им. адм. Ф. Ф. Ушакова»

ПРИНЦИПЫ КООРДИНАЦИИ ПОДСИСТЕМ СУДНА ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ

VESSEL SUBSYSTEMS COORDINATION PRINCIPLES FOR COLLISION AVOIDANCE

В статье предложено решать проблемы предупреждения столкновения судов с применением мультиагентного подхода, когда нечеткие действия судов в любых условиях плавания могут координироваться на основе «кооперации». Новый эффективный подход организации предупреждения столкновения судов на основе технологии МАС (многоагентная система) способен повысить эффективность предпринимаемых действий и их предсказуемость.

The article suggests to solve collision prevention problems using multi-agent approach, where fuzzy actions of vessel in different conditions can be coordinated on the basis of “cooperation”. The new effective approach of collision prevention organization based on technology MAS (Multi-Agent System) is able to increase the effectiveness of actions taken and their predictability.

Ключевые слова: предупреждение столкновений, навигация, судовождение, принятие решений, полифакторные модели, многоагентные системы, интегрированная мостиковая система.

Key words: collision avoidance, navigation, decision making, multifactor models, multi-agent systems, integrated bridge system.

КООРДИНИРОВАНИЕ в Системе предупреждения столкновения судов (СПСС) означает такое воздействие на подсистемы судна, которое заставляет их действовать согласованно для достижения основной цели — расхождения судов на заданном расстоянии D_i в зависимости от «обстоятельств и условий плавания».

$$D_i \in (D_{\text{конструктивное}} \vee D_{\text{чрезмерное}} \vee D_{\text{кратчайшее}} \vee D_{\text{безопасное}}), \quad (1)$$

где \vee — оператор «или».

В современных условиях развития техники и технологий для предупреждения столкновения судов судно можно рассматривать как субъект, имеющий системы: целеполагания, моделирования себя (рефлексивность) и окружающей среды (включая управляющую систему); принятия и реализации решений. Такой взаимодействующий характер управления объектами описывается в работах [1, с. 8–14; 2, с. 186–190; 3; 4; 5, с. 37; 6; 7] и называется рефлексией, а системы, обладающие этим свойством, — рефлексивными. Управление судами координируется координатором (МПСС–72) [8] путем назначения управления, то есть путем метауправления, предусматривающего: согласование целей управления; создание управлений, благоприятных для достижения целей; восприятие управляющих воздействий; создание ориентирующей на достижение цели управления, что детально демонстрируется на рис. 1.

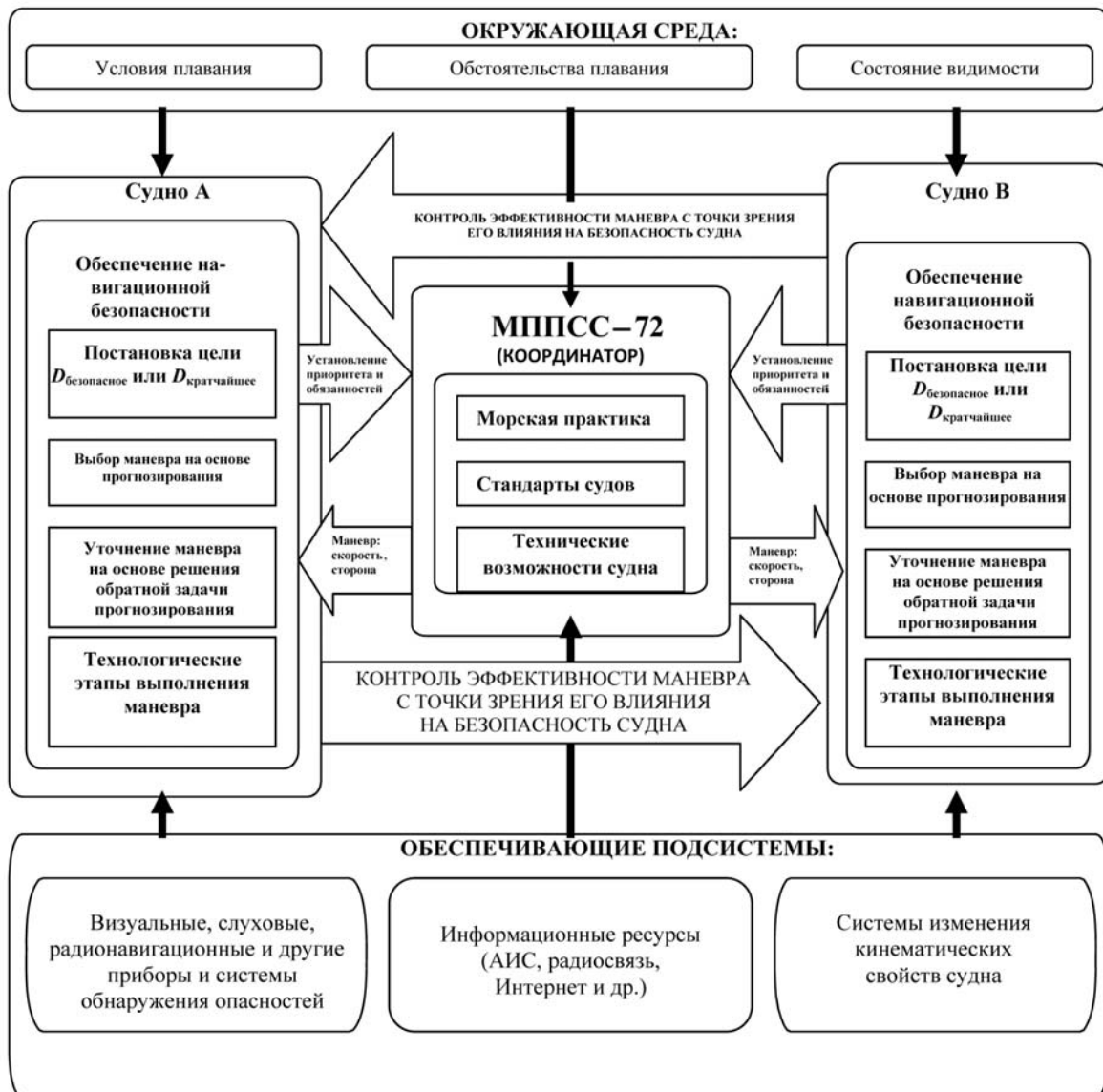


Рис. 1. Координирующий бинарный характер МПСС–72

В модели взаимодействия подсистем (управляющей, управляемой и окружающей среды) аккумулируются знания не только основ мореплавания, но и знания эксплуатации судна. Модель взаимодействия подсистем можно построить на принципе координирующей стратегии управления подсистем. Основная роль *координатора предупреждения столкновения судов* в СПСС заключается в согласованности действий сближающихся и маневрирующих судов, а также в учете «любых других особенностей процесса сближения судов и особенностей самих судов» [9].

Построение модели взаимодействия подсистем производится путем последовательного выдвижения предположений (гипотез) о характере состояния судна и окружающей среды для сведения исходной задачи на профессиональном языке к предложенной схеме моделирования. Причем степень адекватности гипотезы для конкретного состояния судна может изменяться во времени. Выполнение всех этих гипотез обычно проверяется для каждого конкретного случая. Вполне возможно, что точное выполнение гипотез на практике отсутствует, а соответствующие количественные характеристики степени применимости модели взаимодействия подсистем для каждой конкретной ситуации отсутствуют и в модель СПСС они не включаются. Между тем такие характеристики очень важны, особенно при наличии нескольких подсистем и необходимости их согласования и координации.

Глобальная стратегия управления должна предусматривать все возможные варианты реконфигурации СПСС, оперативно реагировать на возникновение аварийных ситуаций, на действие внешних факторов, на изменение приоритетов безопасного состояния судна в зависимости от условий и обстоятельств плавания.

Для обеспечения своей работоспособности координатор должен включать ряд обеспечивающих подсистем, в частности информационных. Задача этих подсистем — представление информации о движении судна, получение данных от информационных источников о состоянии видимости, условиях и обстоятельствах плавания и др.

Следует отметить, что МППСС–72 выступают координатором в ситуации встречи двух судов, то есть имеют бинарный характер. В данном случае действия судоводителей должны соответствовать Правилам ч. В — Правилам плавания и маневрирования. Стратегия расхождения с несколькими опасно сближающимися судами сводится к поиску наиболее опасного судна, и в зависимости от взаимного расположения, времени сближения и состояния судов вырабатывается маневр расхождения.

МППСС–72 содержит две независимые системы координации взаимодействующих судов: для хорошей и ограниченной видимости.

В условиях хорошей видимости Правилами предусмотрены взаимные обязанности судов в зависимости от их начальной относительной позиции, района плавания, возможностей маневрирующих судов, которые определяются родом занятия судов, их конструктивными особенностями или техническим состоянием.

Ситуация обгона судов регламентируется Правилем 13, исключая случай плавания судов в узкостях. Согласно Правилу 13 обгоняющее судно должно уступать дорогу обгоняемому судну. В свою очередь обгоняемое судно должно не мешать обгону и согласно Правилу 17 (а) (1) сохранять параметры движения, за исключением случаев обгона в узкости. На него также распространяются требования п. (в) Правила 17 в тех случаях, когда действия обгоняющего судна создают риск столкновения.

Правило 13 и обязанности судов при обгоне распространяются на все без исключения суда, независимо от их взаимных обязанностей, предписываемых МППСС–72. Так, согласно Правилу 18 суда, имеющие преимущественное право прохода, в случае обгона их судном с механическим двигателем должны в общем случае держаться в стороне от пути обгоняемого судна с механическим двигателем.

Правило 14 касается только судов с механическим двигателем, оно определяет обязанности обоих судов при расхождении и указывает на согласование действий при маневре. В ситуации встречи на противоположных курсах нет привилегированного судна, на оба судна возлагается

обязанность — в случае возникновения опасности столкновения — предпринять действия для расхождения, и при этом оба судна обязаны изменить курс вправо, чтобы пройти у другого судна по левому борту.

Ситуация пересечения курсов. Правило 15 предписывает судам с механическим двигателем взаимные обязанности: судно, наблюдающее другое со своего правого борта, должно уступить ему дорогу.

Взаимные обязанности судов оговорены Правилем 18, согласно которому судно с механическим двигателем на ходу должно уступать дорогу судну, лишенному возможности управляться, ограниченному в возможности маневрировать, занятому ловом рыбы и парусному судну.

Правилем 16 оговаривается, что судно, уступающее дорогу другому судну, должно заблаговременно предпринять соответствующее действие.

Действия судна, которому уступают дорогу, регламентируются Правилем 17, определяющим три области действий судна:

— в первой области судно, которому уступают дорогу, должно сохранять свой курс и скорость;

— во второй области если судно, которому уступают дорогу, обнаружит, что судно, обязанное уступить дорогу, не предпринимает действие, то оно может предпринять меры, чтобы избежать столкновения;

— третья область определяется тем, что когда судно, уступающее дорогу, находится настолько близко, что столкновения нельзя избежать действиями только судна, уступающего дорогу, то оно должно предпринять все меры, чтобы избежать столкновения.

Следовательно, Правилами 2, 16 и 17 регламентируются три области взаимных обязанностей судов и связанные с этими областями три типа бинарной координации:

— координация при нормальном взаимодействии;

— координация при активизированном взаимодействии;

— координация при экстремальном взаимодействии.

В условиях ограниченной видимости плавание судов осуществляется с безопасной скоростью с машинами, готовыми к немедленному реверсированию, то есть в маневренном режиме. Если присутствие другого судна обнаружено с помощью радара, то Правилем 19 назначаются действия для избежания столкновения, исходя из геометрического положения судов. Правилем 35 регламентируется подача звуковых сигналов в зависимости от маневренных возможностей судов в условиях ограниченной видимости, однако действия для избежания столкновений согласно Правилу 19 относятся ко всем судам вне зависимости от их привилегий, если они не ошвартованы, не стоят на якоре или находятся на мели.

На практике в задачах предупреждения столкновения судов могут возникать *особые режимы движения или обстоятельства плавания*. Проблема заключается в том, что, действуя в соответствии с МППСС–72, жесткие критерии навигационной безопасности судов по формуле (1) могут оказаться недостижимыми из-за технических и (или) технологических ограничений. Например, крупнотоннажное судно с механическим двигателем (А), изображенное на рис. 2, согласно МППСС–72 всегда считается «на ходу» и должно быть готово к тому, чтобы уступить дорогу судну (В), идущему на пересечение курса справа. Учитывая размеры крупнотоннажного остановившегося судна с механическим двигателем, не имеющего хода относительно воды (А), и технические ограничения его дизельного двигателя, эффективнее столкновения судов избежать действиями только судна (В).

Таким образом, МППСС–72 не рассматривают лучших альтернативных вариантов принятия решения — «лучшее решение проблемы столкновения судов в целом включает в себя лучшие решения подпроблем». Как уже было показано, на практике истинность данного условия далеко не абсолютна. Действительно, «лучшие» варианты принятия решений по расхождению судов могут оказаться плохо совместимыми с Правилами. В то же время альтернативный вариант решения проблемы, включающий не «самые лучшие», но хорошо «увязанные» друг с другом варианты решений подпроблем, может оказаться в конечном счете более эффективным и безопасным.

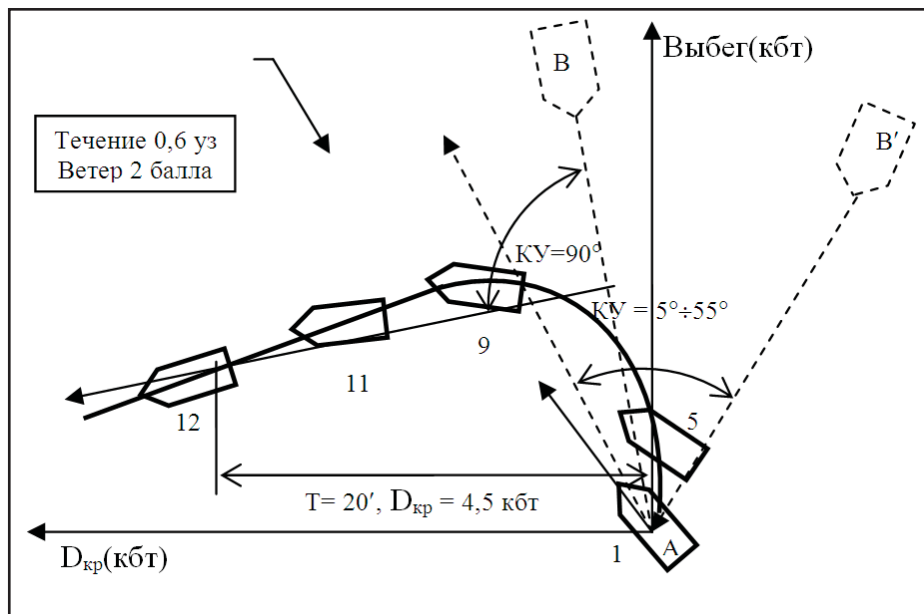


Рис. 2. Маневрирование крупнотоннажного остановившегося судна (А) при обнаружении опасно сближающегося судна (В) на КУ правого борта

Рассмотрим другую ситуацию на рис. 3. Плавание судов в Сингапурском проливе регламентируется требованиями [10; 11]. Крупнотоннажные суда (А и В) должны следовать со скоростью, не превышающей 12 узлов. При подходе с запада к узкости “Selat Philip” крупнотоннажные суда обязаны использовать глубоководный путь (DWR), где он значительно сужается после прохождения буя «МРМ7». Ситуация становится опасной при одновременном подходе двух крупнотоннажных судов с одинаковыми скоростями к поворотному бую, так как ширина полосы движения двух крупнотоннажных судов больше ширины судоходных вод прохода “Selat Philip”. Исходя из геометрического положения, приоритеты судов одинаковы. Какое судно должно первым войти на фарватер? А какое должно уступить дорогу? Ответ в рамках МППСС–72 заключается в п. (b) Правила 2 «Ответственность». Задача безопасного расхождения судов может быть решена, если суда согласуют свои действия и скоординируют маневры.

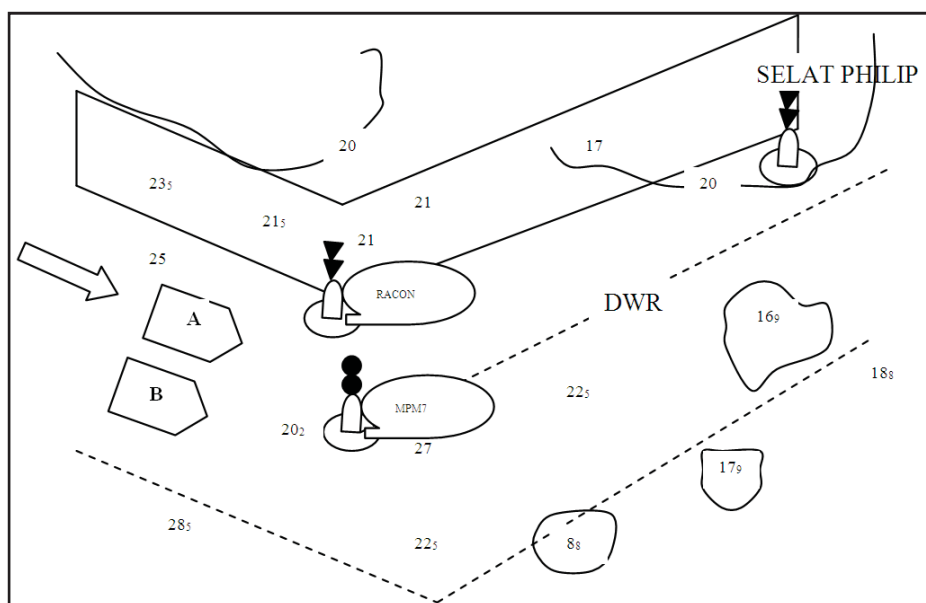


Рис. 3. Схема подхода крупнотоннажных судов (А и В) к DWR “Selat Philip” в Сингапурском проливе

«Среди особых обстоятельств, которые могут вызвать необходимость отступления от Правил для избежания непосредственной опасности, возможна ситуация одновременного расхождения трех или нескольких судов. Принципы маневрирования, заложенные в МППСС–72, исходят из ситуации встречи расхождения только двух судов, каждому из которых предписываются определенные обязанности по отношению к другому, и этим достигается необходимая согласованность действий» [12]. Предсказуемость поведения судов регламентируется МППСС–72 при встрече двух судов. Прогноз же поведения более трех судов на принудительных началах Правил становится затруднительным.

Современные суда — сложные плавучие архитектурные сооружения, состоят из ряда отдельных агрегатов, рабочие процессы которых влияют друг на друга. В свою очередь в процесс расхождения, как правило, вовлечено несколько судов. Каждое судно может располагать определенной частью знаний (информацией) о встречных судах и возможностью обмениваться этими знаниями с другими судами с помощью АИС, УКВ, РЛС, звуковыми, флажными сигналами и другими способами. Свойства взаимосвязанности и взаимовлияния судов друг на друга особенно проявляются в потоке судов, в прибрежных водах, в узкостях, при острой нехватке времени для принятия решения. На практике в сложных условиях плавания для обеспечения безопасности при расхождении нескольких судов у судоводителей возникает потребность в согласованности своих действий. При этом действия судов согласуются формальными и неформальными способами. Возможность появления такого рода кооперации в СПСС приводит к рассмотрению новой концепции *эффективного управления для предупреждения столкновения судов*.

В перечисленных выше примерах решение проблемы предупреждения столкновения судов возможно с применением мультиагентного подхода [13, с. 5–63; 15, с. 330–339], когда нечеткие действия судов координируются на основе «кооперации». Такой подход не противоречит МППСС–72 п. (b) Правила 2 «Ответственность» и позволяет избегать недостатков нечетких Правил.

Задача выработки решений в Многоагентной системе (МАС) по предупреждению столкновений судов разбивается на несколько подзадач, которые распределяются между всеми судами-агентами. Процедура согласования решений организуется следующим способом:

- 1) конфигурируется окружающая среда, ситуация, ограничения, критерии навигационной безопасности, технологические и технические возможности судов-агентов;
- 2) каждый из судов-агентов идентифицирует состояние своего судна и запускает процесс восприятия, прогнозирования действий и их исполнения;
- 3) первый из судов-агентов, спланировавший свою деятельность, предлагает первое действие из своего сценария;
- 4) если действие удовлетворяет общим ограничениям и не вызывает противоречий с планами других судов-агентов, оно считается предварительно принятым. Если нарушены общие ограничения, то первое судно-агент обязано поменять свои действия. Если эти ограничения не нарушены, необходимо решить, кто из судов будет вынужден изменять свои действия;
- 5) процесс согласования и выработки решения заканчивается, когда достигнута заданная цель.

Многоагентная система рассматривает решение одной задачи несколькими судами-агентами. Концепция судов-агентов предусматривает наличие активности, то есть способности компьютерной программы, имеющейся на судне, самостоятельно реагировать на влияние окружающей среды, на критерии навигационной безопасности и выбирать соответствующие действия из списка Правил маневрирования. Для формального определения МАС многоагентная система определяется шестеркой [13]:

$$MAS = (X, E, T, AC, P, ST, EV), \quad (2)$$

- где $X = \{1, \dots, n\}$ — множество неоднородных судов-агентов;
 E — окружающая среда;
 T — семейство приоритетных отношений между судами-агентами;
 AC — множество действий судов-агентов;

P — множество коммуникативных актов;
 ST — множество состояний МАС;
 EV — множество эволюционных стратегий.

Необходимыми условиями реализации судном-агентом некоторого поведения выступают датчики информации и технические системы, непосредственно воспринимающие воздействия внешней среды, исполнительные органы судна-агента, а также процессор — блок переработки информации и память. Под памятью здесь понимается способность судна-агента хранить информацию о своем состоянии и состоянии среды. Уровень интеллектуальности судна-агента зависит от технической обеспеченности судна. Для создания интеллектуального судна-агента на базе интегрированной мостиковой системы (ИМС), изображенной на рис. 4, обязательно должны присутствовать как минимум четыре функции: когнитивная, рассуждающая, коммуникативная и ресурсная.

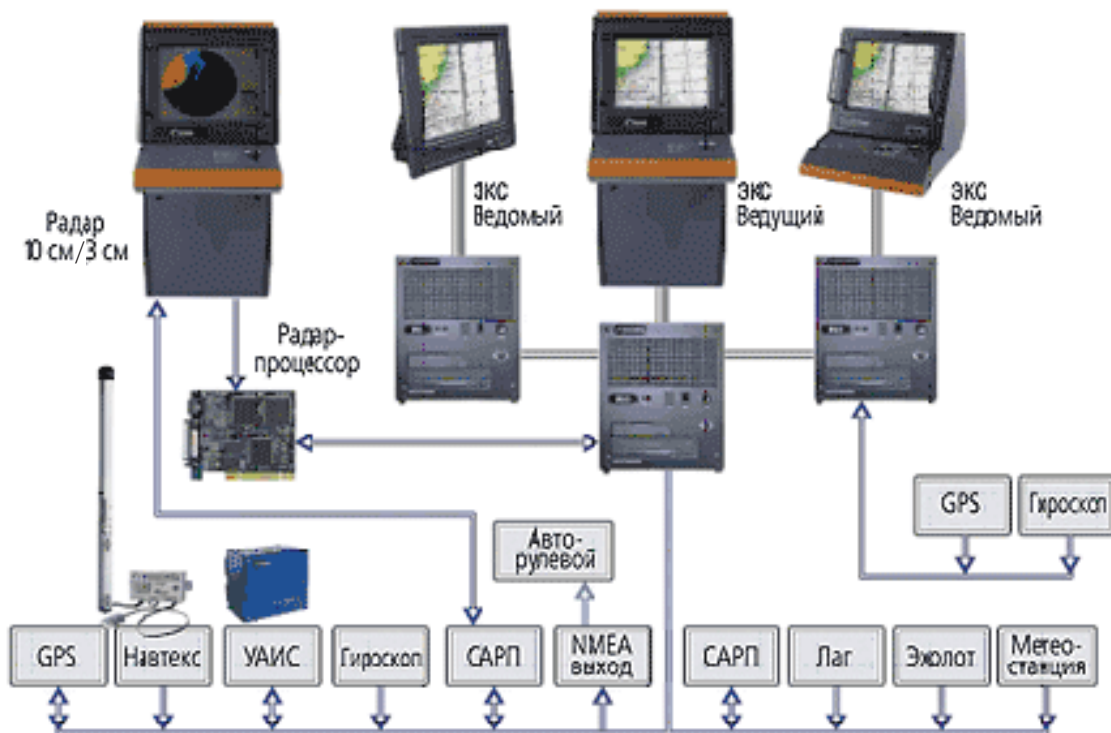


Рис. 4. Интегрированная мостиковая система

Интеллектуальные суда-агенты благодаря богатым техническим возможностям представления внешней среды и возможностям рассуждений могут запоминать и анализировать различные ситуации, предвидеть возможные реакции на свои действия, делать из этого выводы, полезные для дальнейших действий, и планировать свое поведение. Именно развитые когнитивные способности позволяют таким судам-агентам строить «виртуальные миры», работая в которых они формируют планы действий. Интеллектуальные суда-агенты обладают хорошо развитой и пополняемой символической моделью окружающей среды, что достигается благодаря наличию у них базы знаний, механизмов решения и анализа действий.

Для целей организации МАС на маломерных судах (менее 300 рег. т) возможно использование Персональных систем навигации и мониторинга (СНМ). Такая система имеет встроенную GPS и высококачественную электронную картографию, что позволяет легко ориентироваться в море при любых условиях. Данное изделие может быть сопряжено с защищенной радиолнией передачи данных о местоположении маломерного судна, а также необходимой передачей информации для организации кооперации между судами. Подключение специальных медицинских датчиков (достаточно держать СНМ в руке) к персональной СНМ дает возможность контролировать физи-

ческое состояние судоводителя, как с ИМС, так и с любой другой персональной СНМ. В техническом обеспечении маломерные суда, в отличие от ИМС, могут не иметь РЛС, САРП, гирокомпаса, датчиков угловой скорости, метеостанции и т. д. В силу вышеуказанных недостатков маломерные суда-агенты обладают ограниченным видением окружающей среды и диапазоном прогнозирования. Указанный тип судов-агентов можно отнести к коммуникативным судам-агентам. У коммуникативных судов-агентов модель окружающей среды превращается главным образом в модель общения, состоящую из моделей участников, процесса сближения судов и желаемой цели.

Установка на судах основного оборудования для работы в МАС–АИС осуществляется в соответствии с Правилom V/19 Конвенции SOLAS и связанными с ним резолюциями ИМО. 31 декабря 2004 г. истек срок установки оборудования АИС на всех транспортных судах валовой вместимостью 300 т и более, совершающих международные рейсы. Правительства США и Канады рассматривают возможность принятия решения об обязательном оснащении АИС всех судов длиной более 20 м, независимо от назначения и района плавания. Для работы в МАС очень важными становятся вопросы надежности АИС и другой электронной аппаратуры. Расчет реальной пропускной способности канала связи АИС выполняется с учетом особенностей данного района плавания и вероятного количества судов различного вида (стоящих на якоре, движущихся, высокоскоростных, маневрирующих и т. д.). Например, если в радиусе действия станции АИС находится 40 движущихся судов, передающих сообщение о местоположении размером в один слот и с интервалом 2 с, то в минутном кадре окажутся занятыми 1200 слотов из 4500 (для двухчастотных каналов). Расчет, выполненный для районов с наибольшей интенсивностью судоходства (Дуврский и Сингапурский проливы), показал, что в теоретическом радиусе действия станции АИС, равном 40 миль, необходимо обеспечить возможность передачи 2400–3200 сообщений в минуту от различных судов. На практике процессор АИС в зоне Сингапурского пролива «зависает», пропускная способность АИС оказывается недостаточной с учетом реальной интенсивности судоходства.

При разработке интеллектуальных систем решения задач расхождения судов наибольшие трудности у разработчиков возникают при интерпретации и моделировании МППСС–72 из-за их нечеткости и неполноты базы знаний Правил. Выдвигаются предложения о разработке новых правил на иных идейных принципах, нежели МППСС–72, которые якобы смогут облегчить эту задачу. Достоинство нечеткого языка МППСС–72 заключается в том, что он приводит к формальному расширению классов возможных решений задач предупреждения столкновения судов. МППСС–72 имеют широкие возможности в выборе эффективных действий, соотносясь с состоянием судна и окружающей среды. Одновременно современные технические возможности идентификации сужают арсенал допустимых решений на принципах взаимобмена информацией и кооперации между всеми судами. В приложении к более строгим формальным моделям СПСС Правила можно уточнять, корректировать, делая их приемлемыми на математическом уровне при построении СПСС. И наконец, разная степень технической вооруженности судов не позволит в ближайшие годы изменения принципов МППСС–72. Следовательно, перспективы разрабатываемой СПСС должны базироваться на существующих Правилах, которые являются обязательными для всех моряков.

Основные выводы

1. Основная роль Координатора предупреждения столкновения судов в СПСС заключается в согласованности действий сближающихся и маневрирующих судов, а также в учете «любых других особенностей процесса сближения судов и особенностей самих судов».

2. На практике в задачах предупреждения столкновения судов могут возникать особые режимы движения или обстоятельства плавания. Проблема заключается в том, что, действуя в соответствии с МППСС–72, жесткие критерии навигационной безопасности судов могут оказаться недостижимыми из-за технических и (или) технологических ограничений.

3. Решение проблемы предупреждения столкновения судов возможно с применением мульти-агентного подхода, когда нечеткие действия судов в любых условиях плавания могут координироваться на основе «кооперации».

4. Интеллектуальные суда-агенты обладают хорошо развитой и пополняемой символической моделью окружающей среды, что достигается благодаря наличию у них базы знаний, механизмов решения и анализа действий.

5. Новый эффективный подход организации предупреждения столкновения судов на основе технологии МАС способен повысить эффективность предпринимаемых действий и их предсказуемость. По существу МАС-технологии представляют собой качественно новый, более высокий уровень развития СПСС при организации мореплавания, предотвращения столкновений и гибели судов.

6. В МАС МППСС–72 имеют широкие возможности в выборе эффективных действий, соотносясь с состоянием судна и окружающей среды. Одновременно современные технические возможности идентификации сужают арсенал допустимых решений на принципах взаимообмена информацией и кооперации между всеми судами. В приложении к более строгим формальным моделям СПСС Правила можно уточнять, корректировать, делая их приемлемыми на математическом уровне при построении СПСС. И наконец, разная степень технической вооруженности судов не позволит в ближайшие годы изменения принципов МППСС–72. Следовательно, перспективы разрабатываемых СПСС должны базироваться на существующих Правилах, которые являются обязательными для всех моряков.

Список литературы

1. Симанков В. С. Моделирование принятия решений в адаптивных АСУ сложными системами на основе теории информации: [текст] / В. С. Симанков, Е. В. Луценко // Информационные технологии. — 1999. — № 2.

2. Луценко Е. В. Синтез экстремальных систем «человек–машина» на основе принципа многоуровневой адаптивности: [текст] / Е. В. Луценко // Тр. Краснодар. воен. авиац. ин-та: межвуз. науч.-метод. сб. — Краснодар: КВАИ, 1999. — Вып. 4.

3. Луценко Е. В. Универсальная когнитивная аналитическая система «ЭЙДОС» версии 6.2. (Теоретические основы и технология применения адаптивного семантического анализа для поддержки принятия решений при управлении динамическими слабодерминированными многопараметрическими системами): [текст] / Е. В. Луценко. — Краснодар: НПП «ЭЙДОС», 2002. — 241 с.

4. Луценко Е. В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов «ЭЙДОС-5.1»): [текст] / Е. В. Луценко. — Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. — 280 с.

5. Луценко Е. В. Мастеру, звезда которого светит из будущего (беседы об искусстве превращения жемчуга в алмаз): [текст] / Е. В. Луценко. — Краснодар: КубГАУ, 2003. — 719 с.

6. Луценко Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): моногр. (науч. изд.): [текст] / Е. В. Луценко. — Краснодар: КубГАУ, 2002. — 605 с.

7. Луценко Е. В. Интеллектуальные информационные системы: учеб. пособие для студентов специальности: 351400 «Прикладная информатика (по отраслям)»: [текст] / Е. В. Луценко. — Краснодар: КубГАУ, 2004. — 633 с.

8. Международные правила предупреждения столкновений судов в море–1972 (МППСС–72): [текст]: [сб.]. — М.: РКонсульт, 2004. — 80 с.

9. Астерин В. В. Разработка технологий выработки решений по предупреждению столкновения судов: [текст]: дис. ... канд. техн. наук. / В. В. Астерин. — Новороссийск: МГА им. адм. Ф. Ф. Ушакова, 2011. — 151 с.

10. Navigation through the straits of Malacca and Singapore: [text] // IMO Res. A. 375 (X). Adopted on 14 November 1977. — 8 p. (www.imo.org).
11. Safety of navigation in the Singapore strait: [text] // Port marine circular # 20 of 2006. — Singapore: MPA, 2006. — 5 p.
12. Яскевич А. П. Комментарии к МППСС–72: [текст] / А. П. Яскевич, Ю. Г. Зурабов. — М.: Транспорт, 1990. — 479 с.
13. Тарасов В. Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте: [текст] / В. Б. Тарасов // Новости искусственного интеллекта. — 1998. — № 2.
14. Боран-Кешишьян А. Л. Совместное использование теорий вероятностей и возможностей для формального описания надежных событий / А. Л. Боран-Кешишьян // Естественные и технические науки. — М., 2012. — Вып. 2. — С. 415–417.
15. Парасюк И. Н. Нечеткие модели мультиагентных систем в распределенной среде: [текст] / И. Н. Парасюк, С. В. Ершов // Проблемы програмування / Ін-т кибернетики ім. В. М. Глушкова НАН України. — 2010. — № 2–3 (спец. вип.).

УДК 681.5

Е. В. Лавров,
аспирант,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ МОРСКОГО ГОРИЗОНТА

THE LOCALIZATION OF MARITIME OBJECTS ON THE PICTURE

В статье приведено описание работы алгоритма локализации морских объектов на изображении и приведены результаты тестирования данного алгоритма. Исследованы ошибки, возникновение которых возможно при работе с различными видами изображений, и предложены способы их корректировки.

The article gives a description of the operation of maritime objects localization algorithm and the description the results of the algorithm testing. The errors (which can appear during the operation with the different types of the pictures) are studied. The picture correction methods are provided.

Ключевые слова: визуальное наблюдение, автоматизация, обнаружение, локализация.
Key words: visual watching, automation, detection, localization.

ОДНОЙ из ключевых задач автоматизированной судовой системы визуального наблюдения является определение местонахождения морских объектов, находящихся в зоне видимости системы, и их идентификация [2].

Для решения данной задачи необходимо особым образом подготовить исходное изображение, полученное при захвате с устройств ввода графической информации, расположенных по периметру судна. Эту задачу выполняет предыдущий алгоритм, работа которого заключается в нахождении линии горизонта: определении ее местоположения на изображении, а также угла наклона и сдвига линии горизонта относительно условного основного положения линии горизонта, представляющего собой прямую линию, делящую изображение по горизонтали на две равные части, и параллельную ширине видеокартинки. Знание этих параметров позволяет не только выровнять изображение, но и выделить те области изображения, в которых возможно нахождение морских объектов, и тем самым исключить области, в которых вероятность нахождения объектов равна нулю (рис. 1).