

МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

УДК 681.3.053

Э.Д. Павлыгин, П.И. Соснин

МНОГОАГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ОБСТАНОВКИ МОРСКОГО СУДНА

Павлыгин Эдуард Дмитриевич, окончил радиотехнический факультет Ульяновского политехнического института. Первый заместитель генерального директора по науке ФНПЦ ОАО «НПО «Марс». Имеет изобретения в области разработки автоматизированных систем и комплексов управления, устройств обработки радиолокационных сигналов. [e-mail: mars@mv.ru].

Соснин Петр Иванович, заслуженный работник высшей школы РФ, доктор технических наук, профессор. Окончил радиотехнический факультет Ульяновского политехнического института. Заведующий кафедрой «Вычислительная техника» Ульяновского государственного технического университета. Имеет многочисленные труды в области концептуального проектирования автоматизированных систем. [e-mail: sosnin@ulstu.ru].

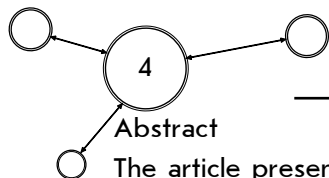
Аннотация

В статье предлагается и описывается интегрированная система сбора, обработки и представления первичной идентификационно-измерительной информации об окружающей обстановке морского судна (ООС). Предложенное многоагентное решение задачи интеграции обеспечивает событийное управление информационными процессами как на уровне динамических (надводных и воздушных) объектов в зоне наблюдения, так и на уровне информационных объектов, структурирующих входные информационные потоки о происходящем в окружении судна. В разработанном программном комплексе (C#, .Net 3.5, .Net Remouting) используются четыре слоя программных агентов A^1 , A^2 , A^3 и A^4 , связанных в единое целое системой задач существования агентов, в которой действует система транспортировки данных.

В число задач обработки информации введены и решены задача отождествления информации, поступающей от нескольких радиолокационных станций (РЛС), и задача группирования надводных и воздушных динамических объектов. Многоагентность и многозадачность, положенные в основу разработки, открывают ряд апробированных возможностей для ее развития, в том числе и с позиций использования системы в задачах управления судном.

Важным достоинством разработанной системы является то, что в ее потенциал вложен тренажерно-обучающий режим. На текущий момент времени разработанная система прошла проверки и подтвердила, что работает устойчиво в тренажерной комплектации, отличающейся от комплектации режима эксплуатации (в основном) источниками потоков первичной информации.

Ключевые слова: многоагентное моделирование, визуализация, окружающая обстановка судна, интегрированная система сбора информации.



Abstract

The article presents and describes an integrated system for acquisition, processing and presentation of primary identification and measurement data on seagoing-craft environment. The offered multi-agent solution of integration task ensures event-driven management for information processes both at level of dynamic (sea and air) objects within control area and at level of information objects structuring input flows of data on events in vessel environment. The developed software system (C#, .Net 3.5, .Net Remoting) uses four layers of software agents A^1 , A^2 , A^3 and A^4 , integrated into the comprehensive whole by feasibility-problem system of agents where the data-transportation system operates.

A task of identification of data incoming from multiple radars and a task of sea and air dynamic-object grouping are introduced into the set of data-processing tasks and solved. The multi-agent and multi-task features the development is based on, enable a range of approved opportunities of its development including from the point of view of the system's use for vessel control.

The developed system has a training mode as a potential. This fact is an important advantage of the developed system. Actually, the developed system has passed tests and confirmed its reliability for the training purposes which are different from those of the complete set in the operating (main) mode using sources of raw data flows.

Key words: many-agent modeling, visualization, vessel environment, integrated data-acquisition system.

ВВЕДЕНИЕ

Любое современное морское судно решает навигационные и другие задачи, используя разнородную и богатую первичную информацию, поступающую в его систему управления из многочисленных источников. Одной из важнейших форм интеграции поступающей информации является представление окружающей обстановки судна, ориентированное на лиц, принимающих оперативные решения. За осуществление интеграции в форме ООС и принятие решений на ее основе обычно несет ответственность специализированная автоматизированная подсистема, включенная в систему управления судном.

По сути дела на такую подсистему интеграции информации возложена задача моделирования ООС с обязательным ее визуальным представлением, способствующим результативному управлению судном. Сущность моделирования такова, что в текущем состоянии ООС особый интерес представляют надводные и воздушные динамические объекты разных типов, которые пересекают границы обстановки, решая собственные задачи, возможно групповые, причем для судна представляют интерес объекты, находящиеся внутри выделенного окружения.

Необходимо отметить, что результативность моделирования в существенной мере зависит от адекватности представления окружающей обстановки и от форм интерактивного взаимодействия лиц, принимающих решения, с динамическими объектами, находящимися в границах ООС.

Обеспечение заданной степени адекватности, включая ее визуальное отражение, приводит к ряду существенных требований, предъявляемых к программным комплексам моделирования как системам реального времени. Важнейшими из таких требований являются использование единого информационного источника данных и многозадачное распараллеливание процессов, вносящих

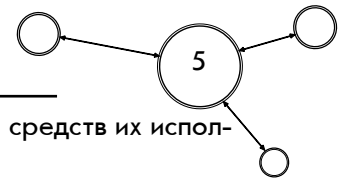
существенный вклад в спецификацию реального времени. Рациональная реализация этой спецификации считается актуальной в проблемной области систем реального времени [3].

В статье предлагается многоагентное моделирование ООС, исходящее из использования программных агентов как для представления динамических объектов в окружении судна, так и для формирования из потока первичной информации единого информационного источника данных. Ориентация на программные агенты с их событийным управлением нацелена на обеспечение распараллеливания процессов. В реализации многоагентного моделирования особое внимание уделено визуализации, которая нацелена не только на интеграцию и результативное интерактивное взаимодействие, но и на возможности визуального оценивания того, что наблюдается в ООС.

1 Исходные предпосылки

Известны различные формы реализации специализированных средств, обеспечивающих моделирование и визуализацию окружающей обстановки морского судна [1]. В типичном случае такие комплексы средств разрабатывают как автоматизированные системы (АС), интенсивно использующие программное обеспечение. В такой версии реализации АС источники первичной информации явно или опосредованно включают в состав ее комплекса средств.

Разумеется, в реализациях АС, моделирующих ООС (обозначим их АСМООС), в первую очередь, исходят из тех задач, для решения которых их предполагается использовать. В числе таких задач важное место занимает тот их класс, который обслуживает мониторинг ООС, нацеленный на обеспечение безопасности мореплавания. К числу известных систем, обслуживающих мониторинг ООС (назовем их СМООС), относятся NaviPilot 4000, Navi-Fisher 3000,



Navi-Sailor 3000, Navi-Sailor 4000 и Tsunamis NaviGator, функциональный потенциал и характеристики которых доступны в Интернете по их именам как ключам поиска.

Для названных систем, обслуживающих мониторинг, и других систем, выполняющих функцию освещения ООС, характерна разработка АСМООС как специализированной подсистемы, жестко встроенной в СМООС [6–8, 10]. Однако проблемы мониторинга не исчерпывают тот потенциал моделирования, который должен быть заложен в АСМООС. Средства моделирования и визуализации должны разрабатываться как подсистема, но подсистема, встроенная в систему управления судном, в которой функциональный потенциал АСМООС открыт для решения как задач мониторинга, так и задач (реального времени) других классов. Другими словами, встроенная (в систему управления судном) подсистема АСМООС должна быть открыта для ее настройки на положение дел в ООС и на ее расширение, обусловленное необходимостью решения новых оперативных задач.

Все вышесказанное привело авторов к решениям:

- использовать в разработке АСМООС многоагентный подход [4];
- разрабатывать многоагентную АСМООС как специализированную АС, запрограммированную в инструментально-технологической среде вопросно-ответного моделирования (WIQA – Working In Questions and Answers) [9].

В основу выбора инструментария WIQA было положено следующее:

- инструментарий предназначен для интерактивного моделирования сложных задач, решение которых осуществляется автоматизированно и в общем случае коллективно в корпоративных сетях, что соответствует системе задач управления, которые приходится решать на морском судне;
- важнейшей компонентой инструментария WIQA является база данных, иерархическая модель которой включает два согласованных визуализируемых дерева, что позволяет загружать в базу как необходимые задачи, так и использовать ее часть как единый информационный источник необходимых данных;
- предусмотренные в инструментарии средства его функционального расширения включают средства поддержки разработки новых плагинов и программных агентов, а также встроенные средства динамической компиляции, позволяющие создавать и расширять базы прецедентов и, тем самым, настраивать инструментарий на предметные приложения;
- наличие опыта использования программных агентов в решении задач [2], реализованных с помощью инструментария WIQA;
- наличие в системе WIQA средств создания автоматизированных методик действий пользо-

вателей и специализированных средств их исполнения пользователями.

2 Многоагентный подход к моделированию и визуализации ООС

В соответствии с выбранными установками, представленными выше, разработана и исследована многоагентная АСМООС, в которой надводные и воздушные (динамические) объекты и определяющие их информационные объекты, начинающие свою жизнь в источниках первичной информации, реализованы как программные агенты, связанные в единое целое системой задач, решаемых в системе управления морского судна. Обобщенная схема многоагентной АСМООС, на которой представлены только программные агенты без деталей среды их интеграции, приведена на рисунке 1.

В разработанном программном комплексе АСМООС используются четыре слоя программных агентов A^1, A^2, A^3 и A^4 , связанных в единое целое системой задач существования агентов, в которой действует система транспортировки данных. Структурно-формальное представление АСМООС имеет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned}
 S &= \{A^1, A^2, A^3, A^4, s(e)\} \\
 A^1 &= \{A_j^1(A_j^0)\}, \quad j = \overline{1, J}; \\
 A^2 &= \{A_{mj}^2(S(A_r^3, \{A_j^1\}))\}, \quad m = \overline{1, M}, \quad j = \overline{1, J}, \\
 &\quad r = \overline{1, R}; \\
 A^3 &= \{A_r^3(S(A_v^4, \{A_{mi}^2\}))\}, \quad r = \overline{1, R}, \quad v = \overline{1, V}, \\
 &\quad m = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, I}; \\
 A^4 &= \{A_v^4(S(\{A_r^3\}))\}, \quad v = \overline{1, V}, \quad r = \overline{1, R}; \\
 s(e) &= s(\{A^l\}, \{A^l\}, t_n), \quad l = \overline{1, 4}, \quad n = \overline{1, N},
 \end{aligned} \right\} (1)$$

где $s(e)$ – связность агентов, заданная системой транспортировки информационных единиц между их слоями, явным представителем которой является используемая индексация агентов.

Со слоями агентов связано следующее содержание:

- слой агентов A^0 представляет идентификационные или измерительные средства, в частности РЛС, направляющие потоки первичной информации в комплекс АСМООС;
- слой агентов A^1 , названный на рисунке 1 «ИС_Агенты», обеспечивает преобразование входных потоков первичной информации во внутренний для АСМООС формат;
- слой агентов A^2 , состоящий из Ch_Агентов, отвечает за выборку в реальном времени из первичной информации значений определенных

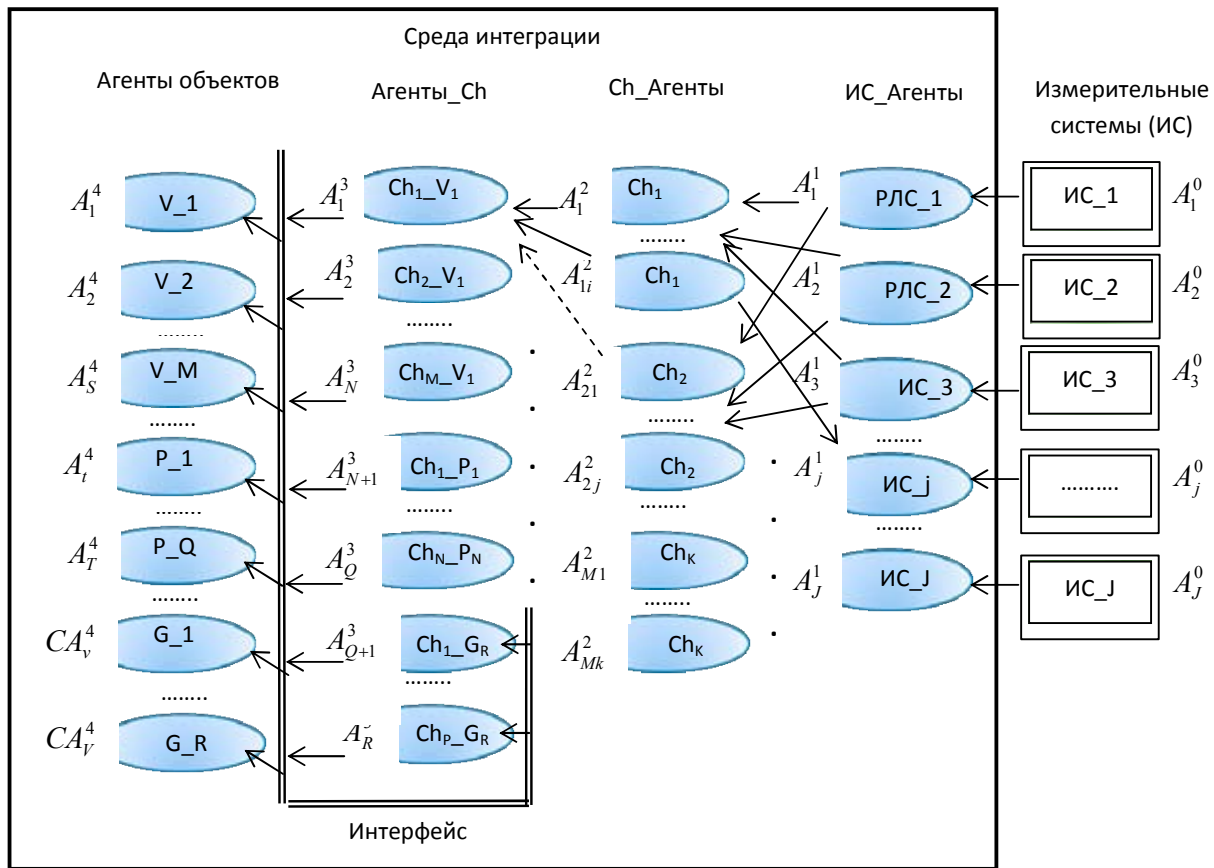


Рис. 1. Многоагентная структура АСМООС

характеристик динамических объектов и группирование (согласованных во времени) значений идентичных характеристик;

- слой агентов A^3 , объединяющий Агенты_Ch, нацелен на определение интегральных (результатирующих) значений характеристик с учетом погрешностей и отождествлений, о которых будет сказано ниже;

- слой агентов A^4 , названный «Агенты объектов», представляет динамические объекты, обнаруженные в ООС в течение времени нахождения этих объектов в ООС;

- агенты CA_V^4 слоя A^4 представляют в АСМООС идентифицированные группы надводных или воздушных объектов с учетом характеристик групп G_R .

Динамика каждого агента любого слоя, выраженная через его характеристики, представляется с помощью значений этих характеристик, привязанных к реальному (или модельному) времени. Существование любого агента определяется набором задач, за решение которых он несет ответственность.

Для визуализации агентов используются механизмы визуализации дерева задач системы управления судном, включая задачи существования агентов, визуализации надводных динамических объектов V_n на модели карты, визуализации воздушных объектов P_q на модельном представлении воздушного пространства области ООС и задачу интегральной визуализации всех динамических объектов в изометрическом представлении ООС.

лизиции воздушных объектов P_q на модельном представлении воздушного пространства области ООС и задачу интегральной визуализации всех динамических объектов в изометрическом представлении ООС.

3 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДЕРЕВА ЗАДАЧ АСМООС

Одной из важнейших составляющих многоагентного моделирования ООС является представление каждого агента фрагментом дерева задач АСМООС. Такой фрагмент, как динамический конструкт, имитирующий динамику соответствующего объекта ООС или информационного объекта, представляет «существование» агента в АСМООС, его «жизнь».

«Жизнь» любого агента A_V^4 четвертого слоя A^4 в комплексе АСМООС начинается с момента вхождения соответствующего динамического объекта в область ООС. В этот момент типовой фрагмент дерева задач, представляющий задачу существования агента (включая все подчиненные задачи), извлекается из библиотеки «шаблонов» и встраивается (как экземпляр типовой задачи) в дерево задач, визуальное представление которого обобщенно приведено на рисунке 2 с целью демонстрации интерфейсных форм и их содержания (через имена областей).

Как отмечалось выше, комплекс АСМООС реализован как приложение, разработанное в

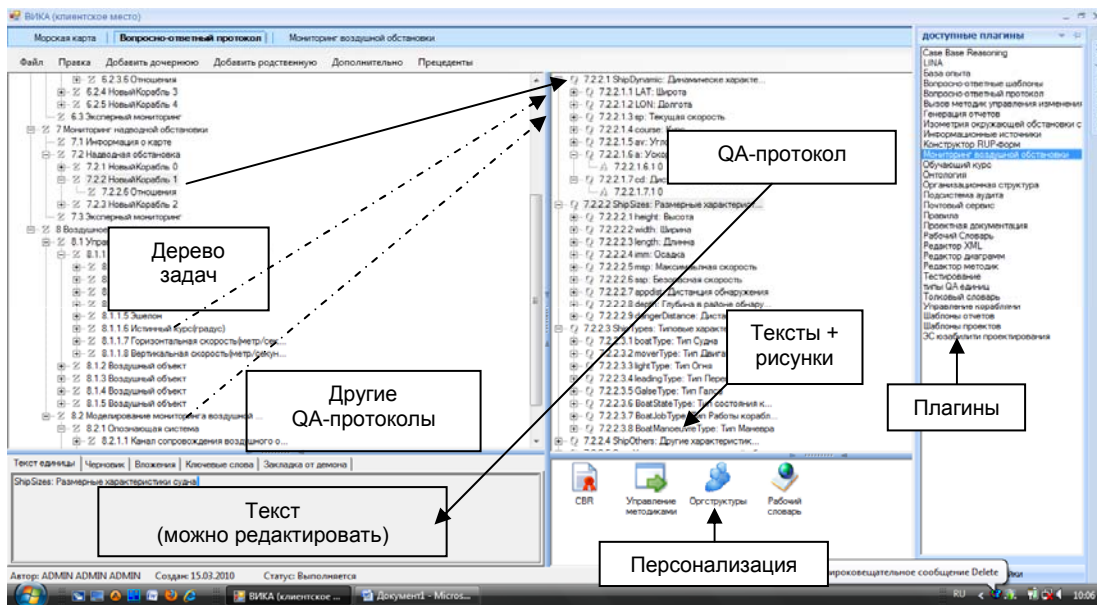


Рис. 2. Основной скриншот визуализации задач АСМООС

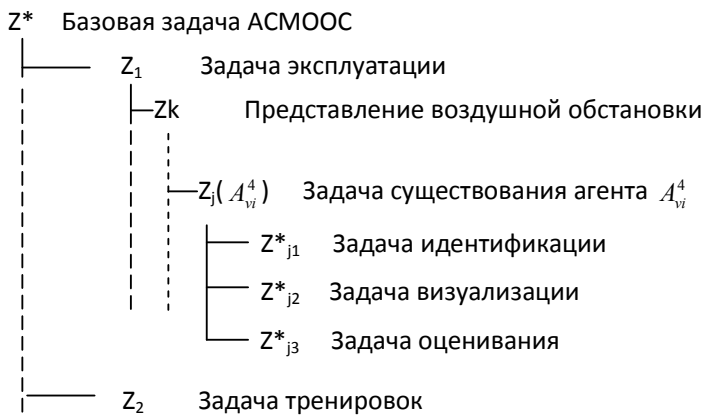


Рис. 3. Фрагмент дерева задач

инструментальной среде WIQA, обслуживающей вопросно-ответное моделирование сложных задач, включающих иерархическое множество подчиненных подзадач, что и приводит к представлению сложной задачи в виде визуализируемого дерева задач.

Специфику вопросно-ответного моделирования сложной задачи Z^* составляет представление каждой задачи Z_i дерева задач, включая корневую задачу Z^* , ее вопросно-ответной моделью (QA-моделью), раскрывающей задачу с позиций рассуждений, в результате которых строится решение задачи, и повторение которых позволяет понять задачу и/или решать ее повторно, когда в этом возникает необходимость.

Одной из форм визуализации QA-модели является ее представление на экране монитора (рис. 2) вопросно-ответным протоколом (QA-протоколом), регистрирующим иерархическую систему вопросов и ответов, с помощью которых было построено и зарегистрировано решение задачи. Каждая составляющая протокола (любой вопрос Q или любой ответ A) интерактивно доступна, может содержать рисунки, схемы и редактироваться. Интерактивный

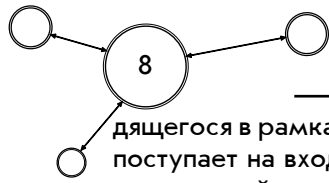
доступ к другим позитивным проявлениям конструкторов типа «задача», «вопрос» и «ответ» обеспечивается набором специальных расширений (плагинов), в частности плагином «Оргструктура», позволяющим персонифицировать ответственность за задачи и их QA-модели.

Средства представления задач, их моделей и решений в инструментарию WIQA унаследованы приложением АСМООС, разработанном на базе этого инструментария. Детали такого наследования продемонстрируем на примере задачи существования агента, моделирующего воздушный объект (рис. 3).

Существование агента, моделирующего воздушный объект, включает его идентификацию, в результате которой его характеристикам (включая навигационные характеристики) приписываются значения, сформированные агентами третьего слоя. Задача визуализации обеспечивает регистрацию местоположения агента в цилиндрической и изометрической системах координат и интегральное представление ООС. Задача оценивания дополняет визуальное представление агента характеристиками, позволяющими без вычислений оценить место агента в области ООС. На рисунке 3 отражен тот факт (задачи Z_1 и Z_2), что многоагентная АСМООС ориентирована на ее использование как в режиме эксплуатации, так и в режиме тренировок.

4 Задача отождествления динамических объектов

Как уже отмечалось, слой ИС-Агентов несет ответственность за разделение входного потока первичной информации на подпотоки, каждый из которых содержит динамическую последовательность значений определенной характеристики определенного динамического объекта, нахо-



дящегося в рамках ООС. Каждый такой подпоток поступает на вход соответствующего Ch_i Агента, который решает задачу определения интегральных характеристик подпотока, в первую очередь, его вероятностных и точностных характеристик. Необходимость в таких характеристиках в основном обусловлена тем, что:

- в окружающей обстановке судна может находиться множество динамических объектов, среди которых наблюдаются объекты, измеряемые характеристики которых с учетом погрешностей перекрываются, что создает проблемы для идентификации объектов;

- на судне используется ряд систем (например, РЛС), поставляющих первичную информацию об одних и тех же характеристиках объектов мониторинга.

Последнее приводит к задаче отождествления информации о тех характеристиках объекта, которые поступают от различных идентификационно-измерительных систем в отмеченных условиях. Решение задачи отождествления является функцией тех Агентов Ch_i , которые интегрируют поступающий на них подпоток значений, используя механизмы отождествления.

В основу решения задачи отождествления информации, поступающей от двух РЛС, положены следующие рассуждения. Первоначально поступающая от двух РЛС информация интерпретируется как данные (о двух различных объектах), включающие:

- местоположение объекта O_1 в виде пеленга (α_1) и дальности (d_1), полученных от первого источника;
- местоположение объекта O_2 в виде пеленга (α_2) и дальности (d_2), полученных от второго источника;
- характеристики первого источника как среднеквадратические отклонения при измерении пеленга (σ_1^α) и дальности (σ_1^d);
- характеристики второго источника как среднеквадратические отклонения при измерении пеленга (σ_2^α) и дальности (σ_2^d).

Предполагается, что пеленг i -го объекта (α_i) является случайной величиной ξ_i^α , распределенной по нормальному закону с неизвестным математическим ожиданием и среднеквадратическим отклонением σ_i^α . Аналогично дальность i -го объекта d_i рассматривается как случайная величина ξ_i^d , нормально распределенная с неизвестным математическим ожиданием и среднеквадратическим отклонением σ_i^d .

Рассмотрим случайную величину, представляющую собой разность пеленгов по формуле:

$$\xi^\alpha = \xi_1^\alpha - \xi_2^\alpha . \tag{2}$$

Известно, что случайная величина ξ^α является нормально распределенной, причем дисперсия вычисляется по формуле:

$$\sigma^\alpha = \sqrt{(\sigma_1^\alpha)^2 + (\sigma_2^\alpha)^2} . \tag{3}$$

Аналогично рассмотрим случайную величину, представляющую собой разность дальностей по формуле:

$$\xi^d = \xi_1^d - \xi_2^d . \tag{4}$$

Математические ожидания рассмотренных выше случайных величин ξ^α и ξ^d зависят от состояния самой тактической обстановки, а именно: если объекты O_1 и O_2 представляют собой один и тот же объект, то $M\xi^\alpha = 0$, $M\xi^d = 0$, в противном случае, хотя бы одно из упомянутых математических ожиданий должно быть отлично от нуля.

Отмеченное выводит на две взаимоисключающие гипотезы:

- гипотеза H_0 , когда истинное состояние тактической обстановки есть один физический объект, представленный двумя источниками O_1 и O_2 ;
- гипотеза H_1 , когда истинное состояние тактической обстановки есть два различных физических объекта O_1 и O_2 , представленных, соответственно, первым и вторым источником.

Оценивание гипотез завершает действия в процессе решения задачи отождествления. В том случае, когда подтверждается гипотеза H_1 , Агент Ch_i , решавший задачу отождествления, «сообщает» соответствующему Ch_i Агенту, что ему следует перенаправить один из подпотоков данных другому Агенту Ch_q , и указывает его адрес.

5 Задача группирования динамических объектов

К числу важнейших задач моделирования окружающей обстановки морского судна относится группирование надводных и воздушных движущихся объектов. Наличие группы указывает на общие целевые задачи объектов мониторинга, что открывает возможность для идентификации таких задач или для определения информации, способствующей такой идентификации.

Задача группирования относится к классу задач распознавания образов, в решении которых накоплена богатейшая практика. Суть алгорит-

ма группирования заключается в следующем: необходимо на основе заданных допустимых границ, ограничивающих некоторые области в пространственном расположении объектов, выявить естественные физические скопления этих объектов, входящих в эти области. С другой стороны, необходимо выработать центр и минимально допустимый радиус каждой из физических групп.

Для решения задачи группирования используется метод, заключающийся в том, что на основе итераций по перебору объектов и границ областей (между минимальным и максимальным допустимыми радиусами) определяется центр и границы этих областей для целенаправленно движущихся объектов, возможно изменяющих характеристики движения. Заметим, что подобным образом идентифицируют пульсары и определяют их звездный состав.

Если количество объектов в отобранной группе (ОГ) меньше минимального допустимого, то группа не формируется, основной объект исключается из общего списка объектов (ОСО), и осуществляется переход к следующему объекту. В противном случае, формируется группа объектов, все объекты, вошедшие в эту группу, далее не рассматриваются и исключаются из списка ОСО.

Решение задачи группирования осуществляют $Ch_Агенты$, отмеченные на рисунке 1 именами A_{Q+1}^3 и A_R^3 . Формирование групп начинает агент A_{Q+1}^3 , выделяя (и исключая) первую группу из списка объектов ОСО. Скорректированный список ОСО передается агенту A_{Q+2}^3 и так далее до состава ОСО, возможно пустого, который не соответствует требованиям группы.

По каждой сформированной группе определяют ее обобщенные характеристики: номер группы, тип, госпринадлежность, координаты центра масс, генеральная скорость, генеральный курс, высота центра масс (для воздушных объектов), протяженность группы по ее генеральному курсу движения, ширина группы по ее генеральному курсу, количество объектов в группе, список всех объектов, входящих в состав данной группы. Сам факт выявления группы используется как причина для порождения представляющего ее агента типа CA_v^4 , которому и приписываются вычисленные характеристики группы.

Агенты, отвечающие за группирование и регистрацию результатов, регулярно и ситуативно проверяют свое право на существование. Основанием для ситуативного пересмотра состава группы и ее характеристик является существенное изменение характеристик хотя бы одного из членов группы.

6 Задача предупреждения столкновения судов

Потенциал многоагентного моделирования ООС прошел проверку на его использование в задаче предупреждения столкновения судов. Для решения такой задачи в среде WIQA создано приложение «Система экспертного мониторинга EmWIQA» [2], в основу которой положены международные правила предупреждения столкновения судов МППСС-72 [5].

В системе EmWIQA используется только часть многоагентного представления ООС, моделирующая надводные динамические объекты, типовая задача существования которых усложнена за счет включения в ее состав подзадачи, вычисляющей и регистрирующей отношения между судами, находящимися в ООС; и подзадачи, имитирующей автоматическую (и регулярную) проверку каждым из агентов правил, регулирующих обгон одного судна другим, встречное движение судов и движение судов по пересекающимся курсам.

Отмеченная нагрузка на активность агентов, моделирующих суда, вводит в динамику ООС нормативные закономерности движения, предотвращающие столкновения, открывает возможность для прогнозирования опасных сближений и на такой основе обеспечивает возможность планирования не только их одношаговые, но и многошаговые расхождения.

Отметим, что лица, ответственные на судне за предупреждение столкновений, в любой момент времени могут включиться в интерактивное взаимодействие с любым агентом системы EmWIQA, а также с картографической визуальной моделью ООС.

7 Визуализация надводных объектов

Визуализация, которая используется для надводных объектов, приведена на рисунке 4, где свое судно, то есть судно, освещающее ООС, выделяется цветом среди других (типовых) изображений судов.

Моделируемые суда и их поведение наложены (дополнительным слоем) на картографический фрагмент области мореплавания [2]. Каждое судно (а вернее его агент) представлено на карте не только его изображением, но и набором характеристик судна, а также информацией об отношениях его движения к движениям других судов. На фоне карты в любой момент времени можно открыть упорядоченный список опасных судов.

8 Визуализация воздушных объектов

В решениях по визуализации воздушной обстановки ООС заимствована графика, которая применяется на экранах радиолокаторов. В таких заимствованиях учтена и возможность использования средств АСМООС в тренажерных целях. Основной скриншот визуализации воз-

душной обстановки приведен на рисунке 5.

Визуализация воздушных объектов ООС осуществляется в цилиндрической системе координат, центр которой совпадает с местоположением судна. Отсчеты по вертикали представлены в двух формах — в форме абсолютных значений высоты полета, привязанных к нормативному эшелонированию, и в форме цветовой гаммы, связанной с абсолютной шкалой на экране монитора и используемой для раскраски воздушного объекта.

Правая часть визуального представления используется для интерактивного формирования

моделей воздушных объектов (позиционирование и направление полета) в тренажерном режиме. Остальные характеристики, включая вероятностные характеристики потоков данных, формируются с помощью генератора случайных значений (размытость моделей объектов в левой части экрана).

9 ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

В состав средств визуализации АСМОС включены средства интеграции надводной и воздушной обстановок в форме их изометрического визуального представления, включающе-

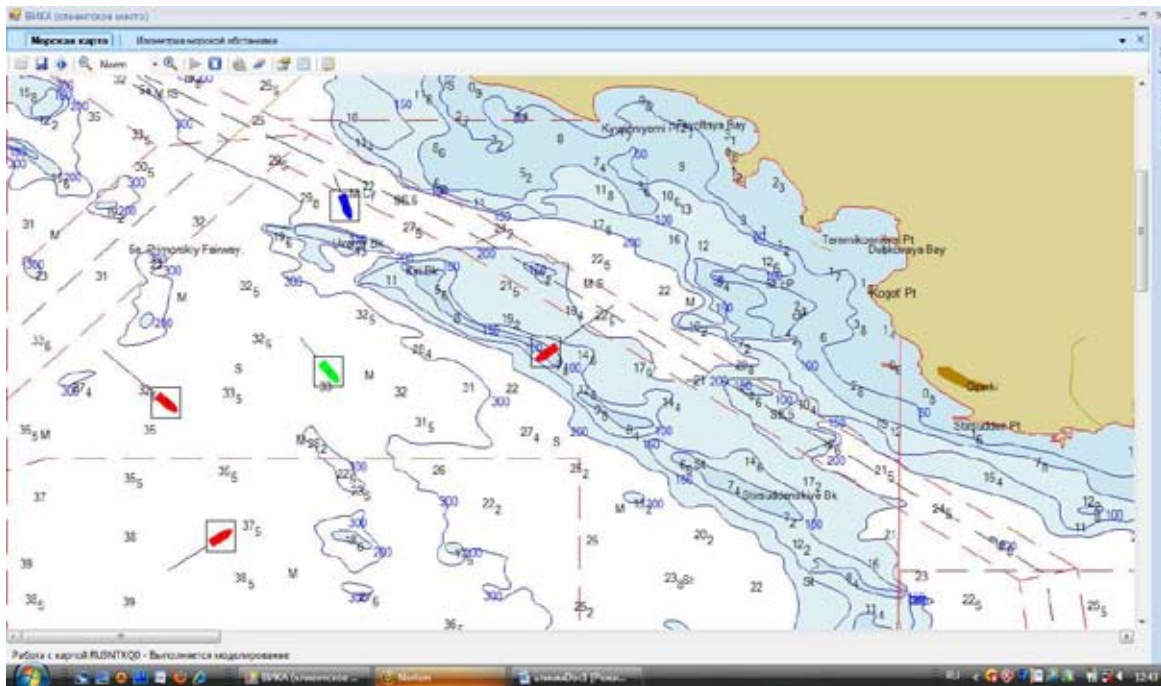


Рис. 4. Визуализация надводной обстановки

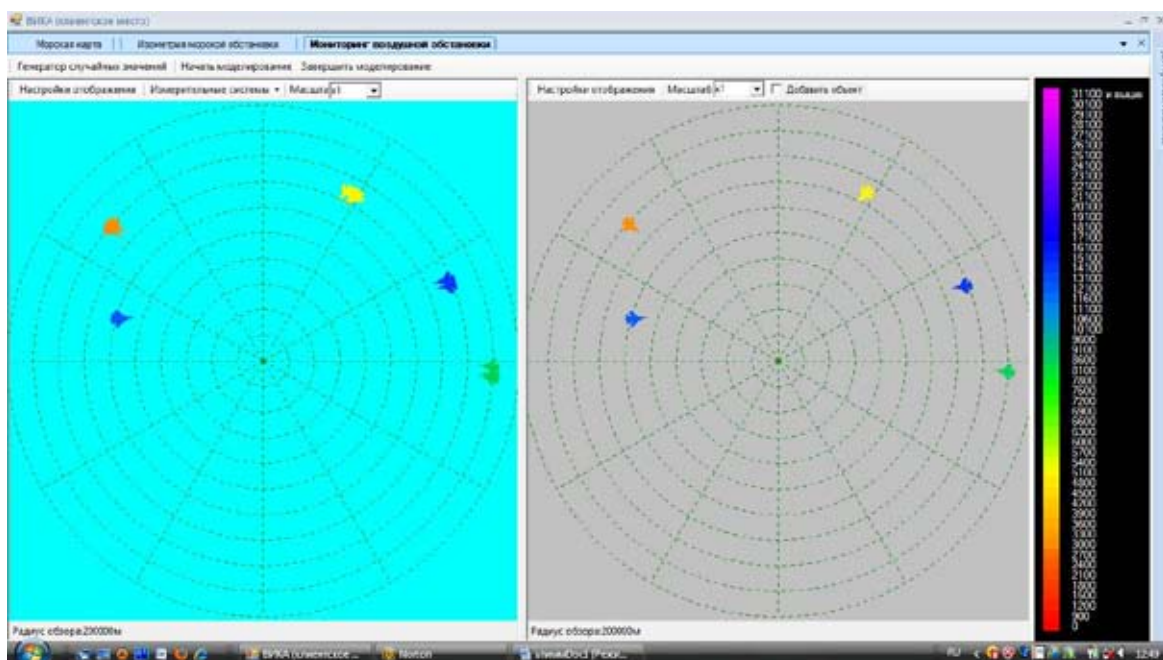


Рис. 5. Визуализация воздушной обстановки

го представление всех динамических объектов ООС с учетом их координатного местоположения. Состояния надводной и воздушной обстановок интегрируются и визуально доступны так, как показано на рисунке 6.

Используемый в текущий момент плавания фрагмент карты преобразуется по законам изометрии, сохраняя представление судов, но с упрощенной формой их изображения. Для воздушных объектов, кроме их упрощенного изображения, вводятся проекционные отрезки, что способствует оцениванию расстояний без вычислений.

10 Вопросы реализации АСМООС

Как уже было отмечено выше, разработка многоагентной АСМООС проведена в инструментально-технологической среде WIQA

с ориентацией на режим эксплуатации и тренажерный режим. Основной причиной различия компонентного состава АСМООС, обслуживающего эксплуатацию, и состава, обслуживающего тренировки, является различие в источниках первичной информации. В режиме тренировки роль таких источников возложена на интерактивное позиционирование динамических объектов, генератор случайных значений характеристик и комплекс процедур, имитирующих движение объектов.

В многоагентной АСМООС сохранена клиент-серверная организация и унифицированное представление задач QA-моделями. В тех задачах, где это целесообразно, могут быть активизированы любые модельные виды из набора, приведенного на рисунке 7. Два из этих видов (задачный и логико-лингвистический в форме

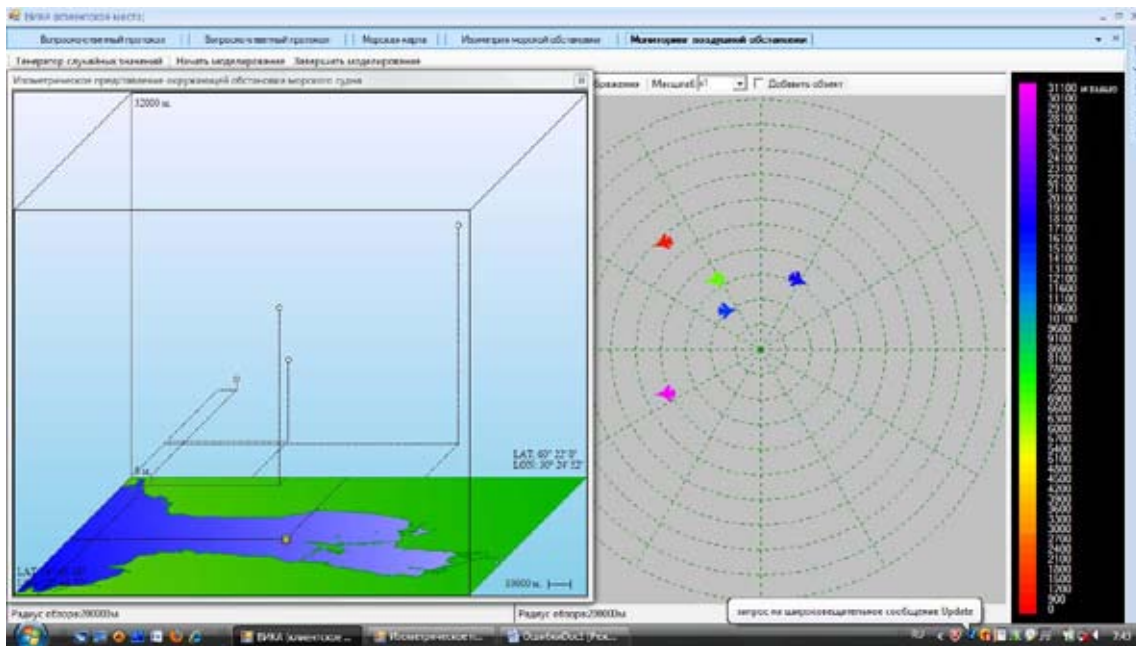


Рис. 6. Изометрическая визуализация

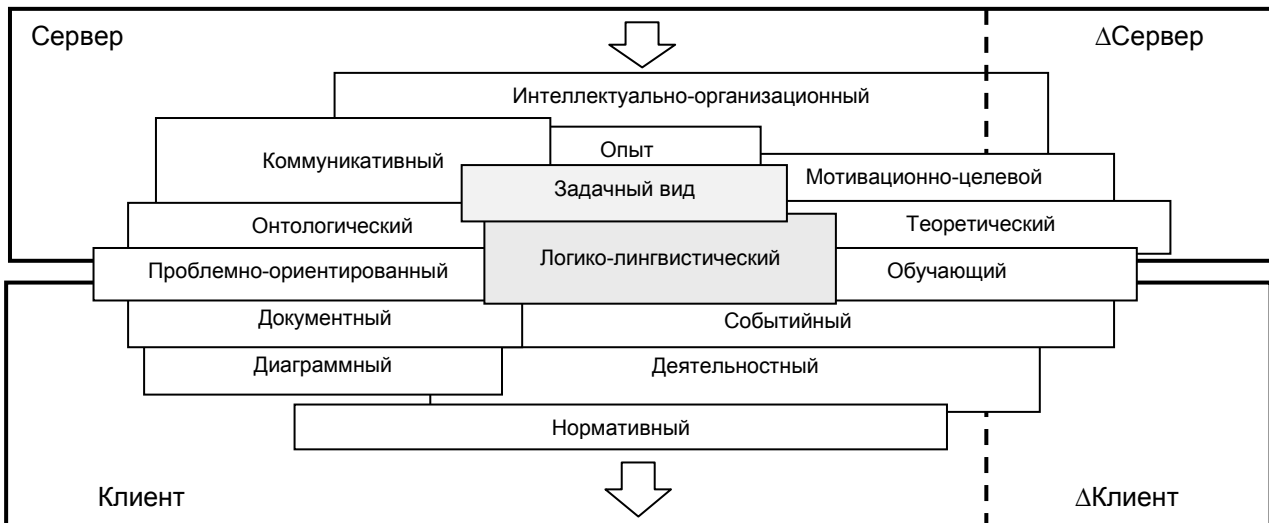


Рис. 7. Наследование и развитие в комплексе АСМООС

QA-протокола) раскрыты выше в п. 3. Полезные варианты комплектации модельных видов и их содержание раскрыты в публикации [9].

На рисунке 7, включенном в статью для демонстрации возможных приложений АСМООС, также отражен факт дополнения базового набора средств комплекса WIQA программными расширениями (Δ Сервер + Δ Клиент), обеспечивающими реализацию специфики задач АСМООС. Эта специфика запрограммирована в трех плагинах, моделирующих надводные объекты ООС, воздушные объекты ООС и их интегральную визуализацию в изометрии. В каждом плагине выделены режим настройки визуализации и режим имитации движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из принципиальных проблем создания интегрированных систем управления морским судном считается комплексирование средств, предоставляющих первичную идентификационно-измерительную информацию, со средствами ее обработки и визуализации, способствующими принятию управленческих решений. Проблема обусловлена тем, что многочисленные источники первичной информации о динамике ООС разнородны и находятся как на судне, так и вне его, причем потоки входной информации содержат избыточную информацию, составляющие которой (а вернее их значения) привязаны к реальному времени.

Именно из-за этого проблематична разработка монолитной программной части АСМООС. В программном моделировании динамики ООС целесообразно использовать такую объектно-ориентированную дифференциацию, которая направлена на событийное представление динамических объектов вокруг судна. Представление многоагентное решение проблемы удовлетворяет таким требованиям, обеспечивая событийное управление процессами АСМООС как на уровне динамических объектов, так и на уровне информационных объектов, структурирующих входные информационные потоки о происходящем в ООС.

Дополнительный вклад в полезную структуризацию программного кода АСМООС, упрощающую его создание и модификации, вносит унифицированное представление задач, каждая из которых встроена в общее дерево задач АСМООС. Основным механизмом взаимодействия задач в процессе их согласованного решения является обмен данными, представление которых унифицировано и визуально доступно лицам, принимающим управленческие решения. Заметим, что каждая задача принятия решений включается в соответствующую «точку» общего дерева задач.

Многоагентность и многозадачность, положенные в основу разработки АСМООС, открывают

ряд апробированных возможностей для ее развития, в том числе и с позиций использования АСМООС в задачах управления судном. К таким возможностям относятся: определение новых задач, для решения которых достаточно средств комплекса WIQA, программирование и включение в процессы новых программных агентов, а также разработка очередных дополнительных плагинов.

Важным достоинством разработанной системы является то, что в ее функциональный потенциал вложен тренажерно-обучающий режим. На текущий момент времени АСМООС прошла проверки и подтвердила, что работает устойчиво в тренажерной комплектации, отличающейся от комплектации режима эксплуатации (в основном) источниками потоков первичной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированные системы мониторинга судоходства / А. Н. Маринич [и др.] / под общ. ред. Ю. М. Устинова. — СПб. : Судостроение, 2003. — 248 с.
2. Соснин П. И. Принятие решений в экспертных вопросно-ответных средах / П. И. Соснин, Д. В. Касапенко // Труды Международной конференции «Интеллектуальные системы». — М. : Физматлит, 2008. — С. 248—255.
3. Сулейманова А. М. Системы реального времени : учеб. пособие / А. М. Сулейманова. — Уфа : Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2004. — 292 с.
4. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к многоагентным организациям: философия, психология, информатика / В. Б. Тарасов. — М. : Эдиториал УРССБ, 2002. — 352 с.
5. Cockcroft A.N. Guide to the Collision Avoidance Rules: International Regulations for Preventing Collisions at Sea, Butterworth-Heinemann, 2003.
6. Knoska J. J., Dalrymple M. L. and Williams W. D. Marine vessel monitoring system / US Patent 7327286, 2008.
7. Hales L. Z., Vessel positioning, survey controls and dredge monitoring systems; - Summary report for technical area 4/ Technical report drp-95-9, 1995. P. 62.
8. Margarit G., Milanés J. A. and Tabasco A. Operational Ship Monitoring System Based on Synthetic Aperture Radar Processing/ Remote Sens. Vol. 1, 2009. pp. 375—392.
9. Sosnin P. Means of question-answer interaction for collaborative development activity / Hindawi Publishing Corporation, Advances in Human-Computer Interaction, Volume 2009, Article ID 619405, 2009. P. 18, doi:10.1155/2009/619405.
10. Urbański J., Morgaś W., Czaplewski K.: The ship's navigation system for the XXI century / International scientific journal "Transport Problems" Vol. 3 # 2, 2008. pp. 45—51.