

Контроль повітряного і космічного простору

УДК 681.51:623.592

А.С. Могилатенко¹, Д.Н. Обидин², М.А. Павленко³, П.Г. Бердник⁴¹ Воинская часть А0593, Никополь² Кировоградская летная академия НАУ, Кропивницкий³ Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков⁴ Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, Харьков

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМ ПОТОКОМ СООБЩЕНИЙ О ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТАХ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

Необходимым условием решения задач управления в региональном центре управления воздушным движением является наличие радиолокационной информации о воздушных объектах. Обеспечение радиолокационной информацией регионального центра управления воздушным движением является одной из функций автоматизированной системы управления регионального центра управления воздушным движением и представляет собой совокупность взаимосвязанных мероприятий по выявлению, сбору, обработке, анализу и выдаче данных о воздушных объектах от источников радиолокационной информации на региональном центре управления воздушным движением.

Ключевые слова: анализ, метод, управление воздушным движением.

Анализ методов формализации процесса управления информационным потоком сообщений о ВО в АСУ региональных ЦУВД

Адаптивный подход предусматривает функционирование системы в условиях априорной неопределенности и обеспечивает приспособление к непредвиденным изменениям свойств объекта управления и внешней среды [1]. Под адаптацией понимают процесс целенаправленного изменения параметров, структуры или свойств системы на основании информации, полученной в процессе выполнения основных функций с целью требуемого функционирования системы при изменяющихся условиях [2].

Структурная схема адаптивной системы [2] изображена на рис. 1 и представляет собой замкнутый контур, включающий в себя: объект управления, устройство идентификации, решающее устройство и устройство управления.

В соответствии со схемой на рис. 1 адаптивные системы управления предполагают выполнение трех процедур [1 – 4]:

1) определение динамических характеристик среды и объекта управления в процессе функционирования (устройство идентификации);

2) оценивание состояния объекта управления (решающее устройство);

3) формирование управляющих сигналов на основе информации, получаемой с помощью первых двух процедур (устройство управления).

Определим аналогичные структурные элементы для адаптивной подсистемы обеспечения радиолокационной информацией (РЛИ) регионального центра управления воздушным движением.

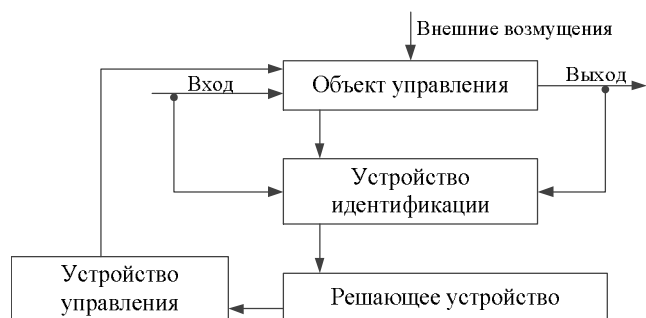


Рис. 1. Структурная схема адаптивной системы

Объектом управления в этом случае является поток сообщений о воздушных объектах (ВО) от источника радиолокационной информации, а внешним возмущениям соответствует подавление элементов автоматизированной системы управления (АСУ) регионального центра управления воздушным движением (ЦУВД). При этом можно выделить основные задачи адаптивного управления, соответствующие вышеуказанным процедурам:

1) задача розпознавання ситуацій застосування методів зчитування та видачі повідомлень про ВО для інформаційного потоку РЛІ;

2) задача розподілення методів зчитування та видачі РЛІ по повідомленням про ВО;

3) задача безпосереднього змінення структури повідомлень про ВО.

Для рішення першої та другої задачі необхідно розробити рішеннячі правила, а для рішення третьої задачі - протокол формування та обробки повідомлень про ВО з змінною структурою. При цьому рішеннячі правила, згідно визначеним принципам, повинні розроблятися з використанням інтелектуальних інформаційних технологій. Однією з основних задач застосування інтелектуальних інформаційних технологій є представлення знань про досліджувану предметну область. Під представленням знань розуміється сукупність методів, способів форм та моделей структурування зображення та формалізації знань [5]. Проведемо аналіз відомих методів представлення знань про задачі управління

Логічні методи представлення знань [6-8]. Ці методи, дозволяють представити знання у вигляді теорем, що передбачає визначення посылок (множество відомих істинних тверджень), що дозволяють сформулювати теорему. Доводовість теореми дозволяє отримати рішення початкової задачі. Відсутність строгої процедури вибору аксіом для логічного виводу; та можливість не отримати результату рішення за обмежене час обмежують застосування логічних методів для представлення знань про задачі формування та видачі повідомлень про ВО.

Методи представлення знань, засновані на мережах Петрі [9, 10]. Данні методи дозволяють докладно та наочно описувати паралельні вичислювальні процеси, тому їх застосування цілеспрямовано при розробці вичислювальних систем та моделей для тестування інтелектуальних систем. Однак вони не придатні для представлення знань про задачі формування та видачі повідомлень про ВО.

Нейромереві методи представлення знань [11, 12]. Данні методи є універсальними, тому можуть застосовуватися для представлення знань про задачі будь-якої предметної області. Однак це вимагає значущих часових та вичислювальних витрат, що не дозволить організувати видачу повідомлень про ВО без затримок. Крім того, нейромереві представлення є громоздкими та важко модифіковуваними.

Методи представлення знань, засновані на логіці категорій [13]. Згідно положенням теорії категорій, для розв'язності методу необхідно встановити всі можливі відносини (морфізми) між об'єктами, що в умовах жорстких времен-

них рамок прийняття рішення та невизначеності початкової інформації є неможливим. Тому застосування логіки категорій не прийнятно для представлення знань про задачі формування та видачі повідомлень про ВО.

Методи представлення знань на основі фреймів [8, 13, 14]. Перевагою даних методів є наочність та природність опису різноманітних ситуацій. Разом з тим, фрейм є множиною описань (слотів), що знаходяться в визначених взаємних відносинах, а слоти пов'язані з процедурами, що передають управління один одному з допомогою обміну повідомленнями, що зменшує можливість адаптації при управлінні інформаційним потоком повідомлень про ВО.

Методи представлення знань у вигляді продукцій [8, 13, 14]. Продукції представляють собою правила виду «Якщо А то В», що пов'язує їх універсальність, застосовність до широкого кола задач, модульності організації знань та декларативність їх представлення.

З допомогою продукцій зручно описувати умови застосування керуючих впливів, що дозволяє застосувати продукції для представлення рішеннячі правил застосування окремих методів зчитування повідомлень та управління дискретністю їх видачі. Однак оперативність виводу рішення в системі продукцій різко зменшується з збільшенням правил, що може призвести до затримки повідомлень про ВО при їх видачі.

Мережеві методи представлення знань [15]. Мережеве представлення знань просте та зрозуміле для сприйняття з-за описування та обробки знань в термінах предметної області, звичайних для людини. При цьому існує можливість контролю коректності знань та забезпечується кінцевість процедури логічного виводу. Однак представлення окремих задач адаптивного управління з допомогою мережі буде громоздким з-за численних умов застосування методів зчитування та видачі повідомлень про ВО, що зменшує оперативність виводу рішення.

Таким чином, аналіз існуючих методів представлення знань показав, що жоден з них не відповідає вимогам по забезпеченню представлення знань про процес формування та видачі повідомлень про ВО в АСУ регіонального ЦУВД. Тому виникає необхідність додаткових досліджень, зокрема мережеві та продукційні методи представлення знань можуть бути взяті за основу при розробці методу формалізації задач формування та видачі повідомлень про ВО в АСУ регіонального ЦУВД.

Постановка задачі досліджень

Аналіз змісту та особливостей забезпечення РЛІ регіонального ЦУВД в сучасних умо-

виях показал, что использование существующих методов согласования производительности источников РЛИ с пропускной способностью каналов передачи данных (ПД) в случаях их перегрузок может привести к противоречию между требуемой и реализуемой точностью и полнотой обеспечения РЛИ регионального ЦУВД. Разрешение данного противоречия направлено на обеспечение регионального ЦУВД необходимой РЛИ для оценки воздушной обстановки. Организация такого обеспечения является важной практической задачей подсистемы информационного обеспечения АСУ [16].

Решение данной задачи возможно с помощью специального метода формирования и выдачи сообщений о ВО, позволяющего адаптировать размер и дискретность выдачи сообщений о ВО к изменениям производительности источников РЛИ и пропускной способности каналов ПД. Разработка такого метода является важным научным заданием при разработке математического и программного обеспечения перспективных АСУ регионального ЦУВД.

В ряде работ изложены современные подходы к решению частных задач информационного обеспечения в АСУ регионального ЦУВД:

использование переменной структуры сообщений о ВО [17, 18];

сжатие телеметрической информации [19-21];

определение важности (степени опасности) ВО;

принципы управления информационным потоком в системе ПД [1-4];

использование интеллектуальных информационных технологий для формализации задач управления динамическими системами.

Вместе с тем, предложенные в данных работах решения не учитывают особенности обеспечения РЛИ регионального ЦУВД, связанные с разной смысловой интерпретации информационных элементов в сообщениях о ВО, ошибками оценивания координатной информации и различными требованиями к качеству РЛИ о ВО в зависимости от этапа действий по ним. Поэтому вопросы формирования и выдачи сообщений о ВО от источников РЛИ на АСУ регионального ЦУВД требуют дальнейших исследований, чему и посвящена данная работа.

Задачу исследований ограничим решением следующих частных задач:

1) разработка методов сжатия сообщений о ВО и управления дискретностью их выдачи от источников РЛИ на АСУ регионального ЦУВД;

2) разработка метода управления информационным потоком сообщений о ВО от источников РЛИ в АСУ регионального ЦУВД с использованием интеллектуальных информационных технологий;

3) оценка эффективности использования разработанного метода формирования и выдачи сообщений о ВО и предложения по его применению в

АСУ регионального ЦУВД. Разработанная группа методов должна обеспечить требуемые значения показателей полноты и точности обеспечения РЛИ АСУ регионального ЦУВД.

Выводы

1. Анализ содержания процесса обеспечения РЛИ регионального ЦУВД показал, что в условиях интенсивного подавления элементов АСУ регионального ЦУВД может привести к превышению требуемой производительности источников РЛИ на 50% над пропускной способностью каналов ПД.

2. Применение существующих методов увеличения или восстановления пропускной способности каналов ПД (выделение дополнительных и использование запасных каналов ПД, а также маршрутизация сообщений) может оказаться практически невозможным, ввиду интенсивного подавления системы ПД. Применение существующих методов уменьшения производительности источников РЛИ (группирование (укрупнение) ВО; селекция (отбор) ВО для их выдачи; увеличение дискретности выдачи РЛИ для всех ВО; сжатие данных) снижают полноту и точность обеспечения РЛИ регионального ЦУВД.

3. Оценка полноты и точности обеспечения РЛИ регионального ЦУВД показала, что при использовании существующих методов уменьшения производительности источников РЛИ не обеспечиваются требуемые значения показателя полноты (коэффициента проводки трасс $K_{пр} \geq 0,88$) и точности (с.к.о. координатной РЛИ $\sigma \leq 1000$ м.) по причинам фиксированной структуры сообщений о ВО и дискретности их выдачи в АСУ регионального ЦУВД.

4. Использование международного протокола обмена РЛИ ASTERIX с переменной структурой сообщений о ВО позволяет уменьшить производительность источника РЛИ за счет сжатия информационных элементов. Однако существующие методы сжатия не учитывают неоднородность семантической интерпретации информационных элементов в сообщениях и ошибки координат ВО, что не обеспечивает требуемого сжатия сообщений о ВО. Это обуславливает необходимость дополнительных исследований в области сжатия данных.

Анализ требований к качеству РЛИ по ВО показал, что обеспечить обоснованное управление дискретностью выдачи сообщений о ВО можно на основе совместной оценки важности РЛИ для потребителя, подлетного времени ВО до установленных рубежей и требуемой точности РЛИ. Это обуславливает необходимость дополнительных исследований по оценке важности РЛИ для потребителя и ее совместного учета с указанными факторами.

5. Для обоснованной оценки характеристик воздушной обстановки и выбора соответствующих методов сжатия и выдачи сообщений с использова-

нием знаний об исследуемой предметной области, учитывающих опыт специалистов, целесообразно использовать адаптивный подход к управлению информационным потоком РЛИ на основе интеллектуальных информационных технологий. Анализ существующих методов представления знаний показал, что ни один из них не соответствует требованиям по обеспечению представления знаний о задачах формирования и выдачи сообщений о ВО в АСУ регионального ЦУВД, что обуславливает необходимость дополнительных исследований.

6. Противоречие между требуемой и реализуемой полнотой и точностью обеспечения РЛИ регионального ЦУВД и недостаточная развитость теоретической базы для его разрешения обуславливают необходимость проведения дальнейших исследований в соответствии с направлениями, изложенными в постановке задачи.

Список литературы

1. Буков В.Н. Адаптивные прогнозирующие системы управления полетом / В.Н. Буков. – М.: Наука, 1987. – 232 с.
2. Советов Б.Я., Стах В.М. Построение адаптивных систем передачи информации для автоматизированного управления. - Л.: Энергоиздат., 1982. - 120 с.
3. Кунцевич В.М. Адаптивное управление: алгоритмы, системы, применение. - К.: Вища школа, 1988. - 64 с.
4. Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы: Учебное пособие для вузов. - М.: Высш. школа, 1980. – 287 с.
5. ДСТУ 2481-94. Системи оброблення інформації. Інтелектуальні інформаційні технології. Терміни та визначення. - ІС: Держстандарт України, 1994. - 15 с
6. Вагин В.Н. Дедукция и обобщение в системах принятия решений. -М.: Наука. 1988. - 384 с.
7. Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем: Пер. с англ.- М.: Наука, 1983. - 360 с.
8. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
9. Васильев В.В., Кузьмук В.В. Сети Петри, параллельные модели и алгоритмы мультипроцессорных систем. – К.: Наукова думка. 1990. – 216 с
10. Питерсон Д. Теория сетей Петри и моделирование систем / Д. Питерсон. – М.: Наука. 1988. – 263 с.
11. Круглов В.В., Борисов В.В.. Искусственные нейронные сети Теория и практика. – М.: Горячая линия - Телеком. 2001. – 381 с.
12. Борисов В.В. Основы построения нейронных сетей / В.В. Борисов, В.В. Круглов, Е.В. Харитонов. – Смоленск: ВУ ПВО ВС РФ. 1999. – 297 с.
13. Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в системах управления / В.Е. Ярушек и др. – Х.: ХВУ, 1993. – 446 с.
14. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. – М.: Радио и связь. 1985. – 373 с.
15. Ярушек В.Е. О формализованной модели для планирования действий управляемых объектов в динамической среде // Проблемы бионики. Вып. 29. – Х.: Вища школа, 1982. - С. 88-95.
16. Глебов Ю.В., Абрамов В.А. Автоматизация боевого управления в войсках ПВО. - Х.: ВИРТА ПВО, 1988. - 230 с.
17. Eurocontrol standard document for radar dataexchange, Part 1 - All Purpose Structure- Eurocontrol Radar Information Exchange (ASTERIX), (Ref: SUR.ET1 .ST05.2000 - STD-01-01), November 1997, 59 p.
18. Дж. Ирвин, Д. Харль. Передача данных в сетях: инженерный подход: перевод с англ. - СПб.: БХВ - Петербург, 2003. - 448 с.
19. Амелькин В.А. Методы нумерационного кодирования. - Новосибирск: Наука, 1986. - 158 с.
20. Колесник Ю.В., Литвин А.И., Подгорный О.В. Сжатие сообщений с помощью метода кодирования длин серий // Электронное моделирование. – 1995. – Т. 17, № 2. – С. 90-92.
21. Ольховский Ю.Б. Сжатие данных при телеизмерениях / Ю.Б. Ольховский, О.Н. Новоселов, А.П. Мановцев. Под ред. В.В. Чернова. – М.: Сов. радио, 1971. – 304 с.

Надійшла до редколегії 16.10.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.І. Тимочко, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКОМ ПОВІДРОМЛЕНЬ ПРО ПОВІТРЯНІ ОБ'ЄКТИ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ ЦЕНТРІВ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

А.С. Могілатенко, Д.Н. Обидин, М.А. Павленко, П.Г. Бердник

Необхідною умовою вирішення завдань управління в регіональному центрі управління повітряним рухом є наявність радіолокаційної інформації про повітряні об'єкти. Забезпечення радіолокаційної інформацією регіонального центру управління повітряним рухом є однією з функцій автоматизованої системи управління регіонального центру управління повітряним рухом і являє собою сукупність взаємопов'язаних заходів по виявленню, збору, обробки, аналізу і видачі даних про повітряні об'єкти від джерел радіолокаційної інформації на регіональному центрі управління повітряним рухом.

Ключові слова: аналіз, метод, управління, управління повітряним рухом.

ANALYSIS METHODS FORMALIZATION OF THE PROCESS INFORMATION MANAGEMENT REPORTING OF AIR OBJECTS IN THE AUTOMATED SYSTEM OF REGIONAL AIR TRAFFIC CONTROL CENTER. PROBLEM RESEARCH

A.S. Mohilatenko, D.N. Obidin, M.A. Pavlenko, P.G. Berdnik

A necessary condition for control tasks in the regional air traffic control center is the availability of radar information on air facilities. Providing radar information of the regional air traffic control center is one of the functions of the automated control system of regional air traffic control center and is a set of interrelated measures for the identification, collection, processing, analysis and delivery of data on air targets from radar data sources at the regional air traffic control center.

Keywords: analysis, method, management, air traffic control.