

УДК 681.513

Е.А. Українець, Ю.В. Новиков, А.П. Глушко

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

МЕТОД ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Статья посвящена деятельности оператора в системах контроля за порядком использования воздушного пространства. Предложен метод формирования информационных признаков конфликтных ситуаций, возникающих при обработке радиолокационной информации, являющийся частью метода построения информационной модели по разрешению конфликтов.

Ключевые слова: информационная модель, процесс принятия решения, системы управления.

Вступ

Постановка проблемы. В системе контроля за порядком использования воздушного пространства (СКВП) в интересах повышения достоверности оценки воздушной обстановки неизбежно возникает задача объединения информации о воздушных объектах (ВО), поступающей от разных РЛС. Такое объединение составляет основу третичной обработки радиолокационной информации (РЛИ). Современные СКВП оснащены комплексами средств автоматизации (КСА), в которых алгоритмы третичной обработки РЛИ (АТОИ) базируются на методах, разработанных, например, в работах [1]. Вместе с тем, в КСА из-за ошибок оценки характеристик ВО, возможны ситуации, при которых принимается ошибочное решение о том, что два формуляра принадлежат разным ВО. Назовем такие ситуации конфликтными (КС).

Необходимо отметить, что даже при высоком уровне автоматизации решающая роль в разрешении КС отводится человеку. Оператор пункта управления (ПУ) оценивает результаты реализации АТОИ, дополнительные сведения о ВО и принимает окончательное решение об объединении ВО. При разрешении КС оператор использует информационную модель (ИМ) воздушной обстановки, воспроизводимую с помощью средств отображения индивидуального и коллективного пользования. Следует отметить, что в большинстве случаев при разработке ИМ недостаточно внимания уделяется разработке ее фрагментов, ориентированных на разрешение КС. Например, оператор для селекции отображения ВО по разным параметрам тратит значительное время. Из-за этого снижается оперативность оценки воздушной обстановки в целом. При разработке ИМ в интересах повышения достоверности и оперативности оценки обстановки и разрешения КС целесообразно решить следующие основные задачи: формирование фрагментов ИМ, обеспечивающих оперативность оценки и разрешения возникающих КС; автоматизации управления отображением информации на основе распознавания КС и предъявления оператору

того фрагмента ИМ, который обеспечивает разрешение этой ситуации.

Анализ литературы. Теоретические и методологические вопросы построения ИМ состояния элементов промышленных систем достаточно полно изложены в ряде работ, например, [2]. Формирование ИМ в системе аналогичной СКВП рассмотрены в [3]. Эти и другие работы в рассматриваемой предметной области базируются на предположении, что информационные признаки подлежащие отображению известны. Вместе с этим во многих случаях, формирование ИМ приходится начинать с подбора информационных признаков, которые подлежат отображению.

Цель статьи: выбор информационных признаков (ИП), которые характеризуют каждую из КС.

Основной материал

Для формирования ИП рассмотрим простейший АТОИ, который можно условно разделить на несколько этапов. Кратко рассмотрим их содержание. Для обеспечения анализа содержания алгоритма введем следующие обозначения: v_i ($i = 1, 2, \dots, m$) – ВО, о котором поступила информация на ПУ; v_j ($j = 1, 2, \dots, n$) – сопровождаемый ВО. Для обозначения положительного результата отождествления v_i и v_j используем знак « \equiv », т.е. $v_i \equiv v_j$. В интересах формирования множества ИП кратко проанализируем содержание отдельных этапов варианта АТОИ.

1 этап. Отождествление координат отметок ВО.

Исходные данные: множество ВО – N_i ; координаты (x, y) и высота (h) v_i и v_j ; ΔR – размер строка по координатам (x, y) ; ΔH – размер строка по высоте.

Введем признаки k_{ij} и h_{ij} , характеризующие результаты отождествления v_i и v_j , которые формируются по следующим правилам:

$$k_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{при } (|x_i - x_j| \leq \Delta R) \wedge (|y_i - y_j| \leq \Delta R); \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$h_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{при } \exists h_i \wedge \exists h_j \wedge |h_i - h_j| > \Delta H; \\ 1, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В результате формируется множество N_i^K , содержащее те v_j , для которых $(k_{ij} = 1) \wedge (h_{ij} = 1)$.

II этап. Отождествление курса и скорости ВО.

Исходные данные: множество N_i^K , полученное на предыдущем шаге; q_i, q_j – курс v_i и v_j ; v_i, v_j – скорость v_i и v_j ; ΔQ – размер строба по курсу; ΔV – размер строба по скорости. Правила отождествления:

$$q_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{при } \exists q_i \wedge \exists q_j \wedge |q_i - q_j| \leq \Delta Q; \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

$$v_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{при } \exists v_i \wedge \exists v_j \wedge |v_i - v_j| \leq \Delta V; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В результате формируется множество ВО N_i^Π ($N_i^\Pi \subset N_i^K$), для которых $(q_{ij} = 1) \wedge (v_{ij} = 1)$.

III этап. Отождествление признаков государственной принадлежности (ГП) ВО. Исходные данные: множество N_i^Π ; ρ_i, ρ_j – признаки государственной принадлежности v_i и v_j , принимающие значения из множества {00(не определен), 01(чужой), 10(свой), 11(«беда»)}. В этом случае ИП имеет значения:

$$g_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{при } (\rho_i, \rho_j) \notin [(10, 01), (01, 10), (01, 11), (11, 01)]; \\ 0, & \text{при } (\rho_i, \rho_j) \in [(10, 01), (01, 10), (01, 11), (11, 01)]. \end{cases}$$

В результате формируется множество ВО – N_i^ρ ($N_i^\rho \subset N_i^\Pi$), для которых $g_{ij} = 1$.

IV этап. Отождествление по номерам источников РЛИ. Исходные данные: множество N_i^ρ ; η_i, η_j – номера источников, сопровождающих v_i и v_j . Формирование признака отождествления по номерам источников u_{ij} :

$$u_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{при } \eta_i \neq \eta_j \\ 0, & \text{при } \eta_i = \eta_j \end{cases}$$

В результате формируется множество ВО – N_i^H ($N_i^H \subset N_i^\rho$), для которых $u_{ij} = 1$.

V этап. Отождествление по критерию минимального расстояния. Исходные данные: множество N_i^H ; плоскостные координаты (x, y) v_i и v_j . Правило отождествления на данном этапе можно представить как:

$$I_{ij} = \begin{cases} 1, & \left[\left(L_{\min_i} > R1 \right) \wedge \left(L_{\min_i} \leq R2 \right) \wedge \left(\left(N_i^H = 1 \right) \vee \left(\left(N_i^H > 1 \right) \wedge \left("2из34" \right) \right) \right) \right] \vee \\ & \vee \left[\left(L_{\min_i} > R2 \right) \wedge \left("2из34" \right) \right] \vee \left(L_{\min_i} \leq R1 \right); \\ 0, & \text{в противном случае,} \end{cases}$$

где L_{\min_i} – минимальное расстояние до v_i , вычисляемое по формуле $L_{\min_i} = \min_j (R_{ij})$; R_{ij} – расстояние между v_i и v_j , $R_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$; $R1$ и $R2$ – некоторые константы ($R1 < R2$). На практике из-за ошибок измерения координат, недостоверности и неполноты информации о ВО, а также из-за несовершенства АТОИ нередко возникают ситуации, при которых $v_i \equiv v_j$, несмотря на то, что $O_{ij} = 0$. Такие ситуации относятся к конфликтным ситуациям.

Выводы

1. В статье предложен метод формирования информационного признака, обеспечивающих выявление и разрешение операторами ПУ конфликтных ситуаций, возникающих при реализации АТОИ. Основу этого метода составляет последовательный функциональный анализ основных этапов обработки РЛИ с целью выявления причин конфликтных ситуаций.

2. Сформированы информационные признаки, характеризующие конфликтные ситуации при использовании одного из известных алгоритмов отождествления РЛИ.

Список литературы

1. Методика розробки інформаційних елементів при формуванні інформаційної моделі / М.А. Павленко, А.В. Самокіш, П.Г. Берднік, С.І. Сімонов // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2011. – Вип. 2 (92). – С. 112-115.
2. Зинченко В.П. Основы эргономики / В.П. Зинченко, В.М. Мунипов. – М.: Изд. МГУ, 1980. – 244 с.
3. Павленко М.А. Разработка процедуры многоэтапной формализации знаний для экспертных систем реального времени / М.А. Павленко // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 9 (37). – С. 124-133.

Поступила в редколлегию 24.02.2015

Рецензент: д-р техн. наук проф. А.И. Тимочко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

МЕТОД ФОРМАЛІЗАЦІЇ ОЗНАК ПРИ ОБРОБЦІ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Є.О. Українець, Ю.В. Новіков, А.П. Глушко

Стаття присвячена діяльності оператора в системах контролю за порядком використання повітряного простору. Запропоновано метод формування інформаційних ознак конфліктних ситуацій, що виникають при обробці радіолокаційної інформації, що є частиною методу побудови інформаційної моделі з вирішення конфліктів.

Ключові слова: інформаційна модель, процес прийняття рішення, системи управління.

FORMALIZATION OF TRAITS IN RADAR DATA PROCESSING

Е.А. Ukrainets, Y.V. Novikov, A.P. Glushko

The article is devoted to the activities of the operator control systems order the use of airspace. We propose a method of forming informational signs conflicts arising in the processing of radar data, which is part of the method of construction information model for conflict resolution.

Keywords: information model, decision-making process, the control system.