

УДК 623.592:623.618:358.4

Ю.І. Полонський, І.О. Борозенець, С.Г. Шило

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНИМИ МОДЕЛЯМИ ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ

Наведені основні етапи розробки апарата формалізації інформаційних моделей повітряної обстановки який ураховує особливості конкретної ситуації, що склалася й з використанням ієрархічної функціональної мережі в інтересах підтримки прийняття рішень операторами на пунктах управління повітряним рухом

Ключові слова: інформаційна модель, адаптивна система, формалізація знань, розпізнавання ситуацій.

Вступ

Постановка задачі. У складній повітряній обстановці (ПО), що динамічно змінюється на пунктах управління повітряним рухом (ПУ ПР) перед операторами виникають складні завдання. Разом із цим посадові особи постійно відволікаються для виклику необхідної інформації й вирішення інших допоміжних завдань. Час на вирішення таких завдань може бути більше часу, необхідного для сприйняття й оцінки інформації, що міститься у відображуваному фрагменті інформаційної моделі (ІМ).

Аналіз стану інформаційного забезпечення процесів оцінки повітряної обстановки на ПУ ПР свідчить, що для формування ІМ повітряної обстановки використовуються пристрої з недостатніми інформаційними можливостями й ергономічними властивостями. Інформаційна модель ПО, яка надається оператору не повною мірою відображає специфіку його діяльності. Можливості сучасних засобів відображення інформації дозволяють знизити часові витрати на оцінку ПО, однак існуючі методи формування й керування ІМ з урахуванням особливостей ситуацій ПО, що склалися не дозволяють підвищити достовірність відображуваної інформації про виниклі ситуації ПО, а це в підсумку знижує ефективність діяльності оператора в цілому.

Таким чином, для розв'язання зазначеного протиріччя, необхідно розробити апарат формалізації процесу формування й управління ІМ з урахуванням особливостей ситуацій ПО, що склалися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові досліджень низки авторів [1 - 4] присвячені розв'язанню проблеми формування й управління ІМ з урахуванням особливостей ситуацій ПО, що склалися. Однак авторами не повною мірою врахована специфіка часткового завдання оцінки ПО на ПУ ПР. Не враховано також, що процес реальної роботи операторів на ПУ ПР вимагає аналізу окремих особливостей ПО, що склалася, а це вимагає використання додаткової інформації. Вказані обставини передбачають застосування адаптивного управління ІМ з врахуванням особливостей ситуацій ПО, що склалися.

Метою й завданням даного дослідження є розробка апарата формалізації процесу формування й управління ІМ з урахуванням особливостей ситуацій ПО, яка склалася, що дозволить підвищити оперативність і обґрунтованість прийняття рішень операторами при оцінці ПО.

Основна частина

Автоматизація всіх основних операцій управління відображенням інформації створює умови для впровадження адаптивного управління системою ІМ, тобто побудови адаптивної системи інформаційних моделей. Така система являється складовою частиною системи підтримки прийняття рішень посадовими особами на ПУ ПР і відноситься до класу систем адаптивного управління. Аналіз систем адаптивного управління свідчить, що їх системотворчим фактором є розпізнавання ситуацій, що вимагають впливів на керований об'єкт. При виборі математичної моделі розпізнавання ситуацій ПО слід керуватися наступними основними вимогами.

1 Модель повинна відображати реальні зв'язки й відносини між ознаками, що характеризують ситуації ПО, а також ураховувати ступінь їх невизначеності.

2 Модель повинна забезпечувати розпізнавання ПО у реальному масштабі часу.

Процес розпізнавання доцільно представити у вигляді функціональної мережі. Побудова функціональної мережі здійснюється на підставі опису ситуацій ПО ознаками згідно з виразом:

$$S_i = \bigcup_{i=1}^n \bigcap_{j=1}^k \pi_{ij}^0,$$

де π_{ij}^0 – визначальна інформаційна ознака, що характеризує найбільш істотні властивості ситуації ПО, що складається; i – порядковий номер множини визначальних ІО.

Аналіз процесів оцінки ПО на ПУ ПР свідчить, що для розпізнавання ситуацій достатньо використати тільки якісні ознаки. Кількісні ознаки необхідно враховувати для ухвалення рішення про видачу операторам додаткової інформації про ситуацію ПО,

що складається у відповідності до алгоритму його діяльності. У цьому випадку функціональну мережу (ФМ) можна представити кортежем вигляду [6]:

$$R = \langle \Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n; \Xi; \Gamma \rangle,$$

де $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ - множина вершин ФМ; Ξ - тип відносин між вершинами; Γ - відображення множини вершин мережі на множину відношень.

Послідовність отримання рішень у процесі розпізнавання ПО відображає відносини між вершинами, що описують цей процес. Оскільки послідовність отримання рішень на кожному кроці процесу розпізнавання реалізується через певний порядок обчислень у часі то правочинно розглядати всі відносини (A) між вершинами мережі як відносини строгого порядку, що відповідають властивостям антирефлексивності (S1), антисиметричності (S2) і транзитивності (S3) [5]:

$$S1 : \alpha_i \alpha_j \rightarrow \alpha_i \neq \alpha_j;$$

$$S2 : A \cap A^{-1} = \emptyset, \text{ або } \alpha_1 \alpha_2$$

та $\alpha_2 \alpha_1$ - взаємовиключаються

Для побудови моделі знань про процеси розпізнавання ситуацій ПО, доцільно використати представлену в [6] модель, яка побудована з використанням однорідної функціональної мережі у вигляді наступного кортежу:

$$M_p = \langle \{H_j\}, \{\Phi_j\}, \{K_\gamma\}, \{D_\beta\}, S, \{P_n\}, \Pi \rangle,$$

де $\{H_j\}_{j=1..k} = \{ \{ \pi_j^3 \}, \{ \pi_j^T \} \}$ - множина вершин формалізованого опису поточних $\{ \pi_j^T \}$ і еталонних $\{ \pi_j^3 \}$ значень ознак; $\{\Phi_j\}_{j=1..J} = \{ f_j(\pi_j^3, \pi_j^T) \}$ - множина вершин визначення ступеня близькості еталонного та поточного значень ознак, $f_j(\pi_j^3, \pi_j^T)$ - функція визначення ступеню близькості ознак;

$\{K_\gamma\}_{\gamma=1..G} = \bigcap_{\gamma=1}^G f_\gamma(\pi_j^3, \pi_j^T)$, $\{D_\beta\}_{\beta=1..B} = \bigcup_{\beta=1}^B f_\beta(\pi_j^3, \pi_j^T)$ - відповідно множина кон'юнктивних і диз'юнктивних вершин формування логіки опису класів подій за результатами порівнянь еталонного й поточного розподілів значень ознак, $G+B=A$ - загальна кількість кон'юнктивних і диз'юнктивних вершин в мережі; S - вершина визначення класу ситуації, що реалізує вирішальне правило визначення класу спостережуваного події; $\{P_n\}_{n=1..N} = \{ \{V_n\}, \{W_n\} \}$ - множина параметричних вершин визначення кількісних $\{V_n\}$ і якісних $\{W_n\}$ характеристик подій, що підлягають розпізнаванню; $\Pi = \langle S, \{V_n\}, \{W_n\} \rangle$ - цільова вершина мережі, що визначає клас події та її характеристики.

Таким чином, у якості формалізованого опису процесу розпізнавання найбільш доцільно вибрати

граф однорідної функціональної мережі, що відображає склад і зміст основних етапів процесу розпізнавання. Процес розпізнавання ситуації повітряної обстановки представлено на рис 1.



Рис. 1. Розпізнавання ситуацій повітряної обстановки, що підлягають відображенню в ІМ

У результаті логічного виводу на формалізованих структурах знань можуть бути розпізнані ситуації, що виникають у повітряному просторі, визначена їхня відповідність значенням інформаційних ознак, що характеризують кожен із ситуацій повітряної обстановки. При побудові системи ІМ рекомендовано забезпечити її «настроювання» на ту ситуацію повітряної обстановки, яку оператор повинен оцінити в теперішній момент часу. Для побудови адаптивної системи ІМ необхідно автоматизувати такі процеси:

- а) розпізнавання ситуації ПО, що склалася в теперішній момент часу;
- б) вибір і відображення тієї ІМ, яка відповідає ситуації повітряної обстановки.

Управління вибором ІМ для відображення поточної ситуації на УОо здійснюється відповідно до правила:

$$I_i = I(S_i).$$

При вирішенні часткових задач оцінки ПО необхідна для операторів ПУ ПР додаткова інформація (інформаційна модель) - $I_{доп}$, відображається на УОд або УОо з використанням ефекту «поліекран», «лупа», «масштабування» і т.д., за правилом:

$$I_{доп} = I_{осн} \wedge \Pi_i^D,$$

де $I_{осн}$ - ІМ, що відображається на УОо.

Реалізація процедур визначення ІО ситуацій, що було розпізнано у процесі оцінки ПО полягає у формуванні множини відображень значень ознак у базі даних (пошук відповідних інформаційних полів по ключу й значень знайдених входжень) [7]:

$$G : \{Pr_j \rightarrow (\Pi_{NПЗ}^{NБ} (V_{S_i})) \rightarrow I(S_i)\}$$

де G - множина значень ознак, які відображено в базі даних (БД); $\Pi_{NПЗ}^{NБ} (V_{S_i})$ - поле запису S_i - і ситуації ПО в бібліотеці БД; НПЗ - імя поля запису;

НБ – ім'я бібліотеки БД; V_{S_i} – кортеж опису S_i -ої ситуації ПО в БД.

Постановка задачі визначення важливості ситуацій ПО формулюється в такий спосіб. Є ряд альтернатив (ситуації ПО) S_i , де $i = 1, 2, \dots, m$. Кожна альтернатива S_i характеризується набором ознак Π_i .

Множина ознак, що характеризують усі відомі ситуації ПО розбивається на підмножини, де j – номер тих ознак з множини Π , які характеризують ситуацію S_i . Після цього проводиться упорядкування альтернатив усередині підмножини Γ_k . При цьому використовується інформація про значення ознак π_j . Визначення пріоритету відображення ситуації в загальній системі, проводиться за методом «зважування»:

$$F_i = \sum_{j \in \Pi_i} w_j \pi_{ij}, \quad 0 \leq F_i \leq 1,$$

де $j = 1, 2, \dots, n$ – номер ознаки з множини Π ; w_j – «ваговий коефіцієнт» j -ї ознаки з множини Π , $0 \leq w_j \leq 1$, $\sum_j w_j = 1$. У цьому випадку пошук розв'язання зводиться до визначення такого F_i , для якого виконується умова:

$$F_i^* = \max F_i.$$

У багатьох випадках є можливість оцінити ваговий коефіцієнт ситуації w_j , не удаючись до аналізу ознак, які її характеризують. Тоді вираз матиме вигляд:

$$F_i^* = \max w_j.$$

На практиці пріоритет ознак доцільно задавати в наступній послідовності: спочатку слід задати ряд пріоритету R , потім вектор пріоритету V , а після цього, знаючи вектори R і V , потрібно визначити ваговий вектор W за допомогою співвідношень:

$$w_j = \prod_{k=j}^n w_k \left(\sum_{j=1}^n \prod_{k=j}^n w_k \right)^{-1}.$$

Якщо пріоритет ознак заданий у вигляді ряду, то при виборі оптимального варіанта розв'язку застосовують принцип «жорсткого пріоритету», при якому здійснюється послідовна оптимізація. При цьому не допускається підвищення рівня ознак з низькими пріоритетами, якщо хоча б незначно знизиться рівень із більш високим пріоритетом.

Висновки

Представлений апарат формалізації процесу адаптивного управління відображенням інформації, передбачає виконання наступного комплексу операцій: визначення характерних ситуацій повітряної обстановки; встановлення ІО ситуації ПО, що однозначно характеризують кожну з них; реалізація процедури розпізнавання ситуацій; встановлення пріоритету оцінки ситуацій; вибір і відображення інформаційних моделей ситуацій ПО відповідно до їхнього пріоритету.

На відміну від відомих запропонований підхід дозволяє визначити рівні адаптації системи інформаційного забезпечення для вирішення задачі автоматизації управління відображенням інформаційних моделей ПО; використана ієрархічна функціональна мережа, як основа для математичної формалізації знань про процеси розпізнавання ситуацій повітряної обстановки на ПУ ПР; розроблені процедури адаптивного управління відображенням інформації, основний зміст яких базується на використанні пріоритету ситуацій обстановки.

Список літератури

1. 2. Венда В.Ф. *Инженерная психология и синтез систем отображения информации* / В.Ф. Венда. – М.: Машиностроение, 1982. – 344 с.
2. 3. Медведев А.В. *Непараметрические системы адаптации* / А.В. Медведев. – Н-ск: Наука, 1983. – 176 с.
3. 5. Ярушек В.Е. *Теоретические основы автоматизации процессов выработки решений в Войсках ПВО* / В.Е. Ярушек. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 324 с.
4. Кучук, Г.А. *Інформаційні технології управління інтегральними потоками даних в інформаційно-телекомунікаційних мережах систем критичного призначення [Текст]* / Г.А. Кучук. – Х.: ХУ ПС, 2013. – 264 с.
5. *Метод формирования информационной модели для перспективных АСУ* / М.А. Павленко, П.Г. Берднік, В.Н. Руденко, А.В. Першин // *Системи управління, навігації та зв'язку*. – Вип. 4. – К.: ЦНДІ навігації та управління, 2007. – С. 137-140.

Надійшла до редколегії 10.06.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.А. Кучук, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ МОДЕЛЯМИ ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКИ

Ю.И. Полонский, И.А. Борозенец, С.Г. Шило

Приведены основные этапы разработки аппарата формализации информационных моделей воздушной обстановки который учитывает особенности конкретно сложившейся ситуаций с использованием иерархической функциональной сети в интересах поддержки принятия решений на пунктах управления воздушным движением.

Ключевые слова: информационная модель, адаптивная система, формализация знаний, распознавание ситуаций.

FORMALIZATION OF THE PROCESS ADAPTIVE MANAGEMENT INFORMATION MODEL AIR SITUATION

Y.I. Polonski, I.O. Borozenec, S.G. Shilo

The main stages of development of the apparatus of formalization of information models of air situation that takes into account specific features of the current situation with the use of a hierarchical functional network in order to support decision-making at air traffic control centers.

Keywords: information model, adaptive system, formalization of knowledge, recognition of situations.