

УДК 623.765:681.513.6

І.В. Баришев

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського "ХАІ", Харків

МЕТОД РОЗПІЗНАВАННЯ СИТУАЦІЙ ПОВІТРЯНОЇ ОБСТАНОВКИ У СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

У статті запропонований метод розпізнавання ситуацій повітряної обстановки для вирішення задач інформаційного забезпечення процесів прийняття рішень оператором у системах управління повітряним рухом. Факт настання будь-якої події описується за допомогою набору ознак мовою булевої алгебри та пропонується процедура обробки цих ознак.

Ключові слова: системи управління повітряним рухом, процес прийняття рішення, розпізнавання ситуацій, ознаки.

Вступ

Актуальність. Прийняття рішень в системах управління повітряним рухом базується на розпізнаванні ситуацій повітряної обстановки. Велика кількість факторів, що потребує урахування, їх різноманітність та невизначеність ускладнює цей процес. Існуючі системи не враховують або спрощують використання таких ознак.

Таким чином, завдання розробки методу розпізнавання ситуацій повітряної обстановки у системах управління повітряним рухом є актуальним.

Аналіз літератури. Дослідженню методів розпізнавання ситуацій в різних галузях присвячені роботи [1 – 4]. В цих та інших роботах для опису невизначених величин використовують методи теорії імовірності. При цьому основним поняттям при опису обмежень на значення ознак є поняття імовірнісної міри.

Таким чином, питання, пов'язані з урахуванням різноманітних та невизначених ознак при розпізнаванні ситуацій досліджені й представлені в літературі недостатньо й вимагають проведення подальших досліджень.

Мета статті. Представити результати розробки методу розпізнавання ситуацій повітряної обстановки у системах управління повітряним рухом.

Основна частина

Припускається, що кожна зі спостережуваних ситуацій повітряної обстановки має деякий набір властивих їй ознак [5].

Ознаки повинні мати властивості адитивності, тобто бути незалежними одна від одної (з погляду задач розпізнавання). Відсутність даної властивості веде до необхідності урахування їхньої взаємної кореляції, що істотно ускладнює розрахунки, веде до збільшення часу обробки ознак. Адитивність ознак досягається шляхом одержання інформації про виниклу ситуацію від різних незалежних джерел.

Крім того, ознаки повинні бути інформативними. В роботах [5, 6, 7] викладений підхід для виділення інформаційних ознак.

Набір ознак повинен враховувати якомога більше число особливостей, що стосуються до конкретно виниклої ситуації повітряної обстановки. Це необхідно для оперативного й достовірного розпізнавання ситуації по сукупності непрямих ознак.

Розглянемо особливості даних, що надходять до системи управління повітряним рухом.

У складі формалізованих повідомлень від джерел інформації присутні, як правило, дані про значення координатних і некоординатних ознак. До

координатних ознак належать оцінки значень координат і траєкторних параметрів В. До некоординатних ознак належать оцінки значень нетраєкторних параметрів, а також окремі рішення про класи В. Основною особливістю даних є їхня різномірність.

Виявимо розходження в математичних властивостях множин припустимих значень ознак. У багатьох випадках можливе введення метрики на множині припустимих значень ознак, що дозволяє дати кількісну оцінку тому або іншому значенню ознаки, а також провадити кількісне порівняння різних значень ознак між собою. У цьому випадку множина припустимих значень ознаки, як правило, являє собою підмножину дійсних чисел, яка наділена звичайною евклідовою метрикою. У літературі такі ознаки називаються ознаками з метричними шкалами. Умовимося називати їх далі кількісними ознаками. До кількісних ознак належать: оцінки координат і траєкторних параметрів повітряних об'єктів, кількість повітряних об'єктів (груп повітряних об'єктів), оцінки амплітуди (вектора амплітуд) відбитого сигналу й т.п.

Елементи множини припустимих значень ознаки можуть мати якісний характер. У самому загальному випадку множина припустимих значень ознаки не наділена ніякою структурою порядку, тобто його значення мають вигляд якісних описів, ніяк не зв'язаних між собою. Умовимося називати ознаки з подібними множинами припустимих значень якісними ознаками. До якісних ознак належать: оцінка класу й типу В, ознаки прогнозування траєкторії, ознаки візуального спостереження оцінки виду перешкоди, поведінкові ознаки й т.д.

Факт настання будь-якої події можна описати мовою булевої алгебри у вигляді формули [7]:

$$h_t^\alpha = \bigcup_{i=1}^J \bigcap_{j=1}^{n_i} \left(\varphi_{ij} / t = t^* \right),$$

де φ_{ij} – деяка перемінна, що описує прояв події h_t^α ; n_i – кількість характеристичних ознак в i -й підмножині; $t = t^*$ – однозначно визначальне настання α -ї події h_t^α , що наступили в момент часу t^* ; j – кількість груп ознак, що описують подію h_t^α .

Опис подій може бути здійснений за допомогою набору ознак, які можуть бути доступні π_{ij}^t й недоступні ξ_{ir}^t для спостереження в момент часу t . Різниця між ознаками $\{\pi_{ij}^t\}$ і $\{\xi_{ir}^t\}$ полягає в тому, що для першої групи ознак їхнє значення (присутність S або відсутність N) завжди відомо, а якщо немає – то може бути визначено, для другої групи – невідомо.

Подія h_t^α може бути представлена у вигляді формули

$$h_t^\alpha = \bigcup_{i=1}^I \left(\bigcap_{j=0}^{k_i} \pi_{ij} \right) \bigcap \left(\bigcap_{r=0}^{m_i} \xi_{ir} \right), \quad (1)$$

де k_i – кількість спостережуваних ознак; m_i – кількість неспостережуваних ознак; $k_i + m_i = n_i$ – для всіх i , а π_{i0} і ξ_{i0} позначають присутність S для всіх $I \leq i \leq 1$.

У загальному випадку ознаки $\{\pi_{ij}^t\}$ можуть містити елемент невизначеності, а в процесі визначення присутності деяких похідних понять використовується логічний вивід.

У цьому випадку присутність ознаки $\{\pi_{ij}^t\}$ можна представити у вигляді формули

$$\pi_{ij}^t = I\pi_{ij}^t \bigcup \left(\neg J\pi_{ij}^t \right) \bigcup \sigma_{ij}, \quad (2)$$

де $I\pi_{ij}^t$ – внутрішність π_{ij}^t , що має властивість $I\pi_{ij}^t \Rightarrow \pi_{ij}^t$; σ_{ij} – невідома змінна, приймаюча значення S або N у результаті остаточного розпізнавання ЦС у процесі логічного виводу; ($i = 1, 2, \dots, J$; $j = 1, 2, \dots, k_i$).

Відповідно

$$\neg \pi_{ij}^t = I\neg \pi_{ij}^t \bigcup \left(\neg J\neg \pi_{ij}^t \right) \bigcup \rho_{ij}, \quad (3)$$

де ρ_{ij} – незалежна невідома змінна, обумовлена аналогічно σ_{ij} .

Підставляючи (2) і (3) в (1), отримаємо

$$h_t^\alpha = \bigcup_{i=1}^I \left[\left(\bigcap_{j=0}^{k_i} \left(I\pi_{ij}^t \bigcup \left(\neg J\pi_{ij}^t \right) \bigcup \sigma_{ij} \right) \right) \bigcap \left(\bigcap_{r=0}^{m_i} \xi_{ir}^t \right) \right]; \quad (4)$$

$$\neg h_t^\alpha = \bigcup_{i=1}^I \left[\left(\bigcap_{j=0}^{k_i} \left(I\neg \pi_{ij}^t \bigcup \left(\neg J\neg \pi_{ij}^t \right) \bigcup \rho_{ij} \right) \right) \bigcap \left(\bigcap_{r=0}^{m_i} \neg \xi_{ir}^t \right) \right]. \quad (5)$$

Надаючи ξ_{ir}^t , σ_{ij} , ρ_{ij} в (4) і (5) всі значення присутності з $\{S, N\}$ і крім елементів, для яких

$$\bigcap_{r=0}^{m_i} \neg \xi_{ir}^t = N,$$

одержимо деяку множину формул Ψ_x , що є інтерпретацією (4) і (5) при заданих значеннях ξ_{ir}^t , σ_{ij} , ρ_{ij} .

Установимо на множини Ψ_x відношення часткового порядку за правилом $\Psi_1 \leq \Psi_2$, якщо має місце

еквівалентність $\Psi_1 \Rightarrow \Psi_2 \equiv S$ (якщо є присутнім Ψ_1 , то є присутнім і Ψ_2).

Виділимо в множині інтерпретацій Ψ_x найбільшу підмножину $I_x \in \Psi_x$, елементи якої однозначно визначають присутність події h_t^α , тобто $\Psi \Rightarrow x \equiv S$, і найменшу підмножину C_x , що не має дану властивість, але має місце у випадку присутності події, $x \Rightarrow \Psi \equiv S$.

Прийmemo I_x і C_x як внутрішність і замикання формули h_t^α .

З (4) і (5) маємо

$$Ih_t^\alpha \equiv \begin{cases} \bigcup_{i \in Q} \bigcap_{j=0}^{k_i} I\pi_{ij}^t, & \text{якщо } Q = \{i/m_i = 0\} \neq \emptyset, \\ N, & \text{якщо } Q = \emptyset, \end{cases}$$

$$I-h_t^\alpha \equiv \begin{cases} \bigcap_{i=1}^I \bigcup_{j=0}^{k_i} I-\pi_{ij}^t, & \text{якщо } P = \{i/k_i = 0\} = \emptyset, \\ N, & \text{якщо } P \neq \emptyset. \end{cases}$$

З отриманих виразів можна зробити висновок, що однозначне розпізнавання події h_t^α можливо тільки по внутрішності Ih_t^α або $I-h_t^\alpha$.

Крім того, внутрішності будь-яких формул і їхніх доповнень повинні бути представлені у вигляді виразів, складених з ознак, визначення значення істинності яких можливо в процесі управління (доступних для спостереження). У цьому випадку прагматичний опис станів зовнішнього середовища дозволить у процесі розпізнавання робити однозначні висновки.

Висновки

У статті запропонований метод розпізнавання ситуацій повітряної обстановки у системах управління повітряним рухом.

Надійшла до редколегії 2.12.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Д. Карлов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОД РАСПОЗНАВАНИЯ СИТУАЦИЙ ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

И.В. Барышев

В статье предложен метод распознавания ситуаций воздушной обстановки для решения задач информационного обеспечения процессов принятия решений оператором в системах управления воздушным движением. Факт наступления любого события описывается с помощью набора признаков языком булевой алгебры и предлагается процедура обработки этих признаков.

Ключевые слова: системы управления воздушным движением, процесс принятия решения, распознавание ситуаций, признаки.

A METHOD OF RECOGNITION OF SITUATIONS OF AIR SITUATION IS IN CONTROL THE SYSTEM BY AIR MOTION

I.V. Baryshev

In the article the method of recognition of situations of air situation is offered for the decision of tasks of the informative providing of processes of making a decision an operator in control the system by air motion. The fact of offensive of any event is described by the set of signs the language of boole algebra and procedure of treatment of these signs is offered.

Keywords: control the system by air motion, decision-making process, recognition of situations, signs.