

УДК 681.324

Н.О. КОРОЛЮК¹, А.И. ТИМОЧКО¹, О.В. КАСЬЯН²¹*Харьковский университет Воздушных Сил, Украина*²*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОПЕРАТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ НАВЕДЕНИИ

Рассматривается вопрос создания системы поддержки принятия решения на основе логико-лингвистической модели для повышения оперативности и качества принятия решения при наведении истребителей на воздушные цели противника

перехват, наведение, топливный расчет, параметры траектории, многоступенчатая селекция, сближение перехватчиков

Введение

В процессе выполнения боевой задачи истребителями по перехвату и уничтожению воздушных целей противника одной из основных задач экипажей является вывод истребителя в район воздушной цели с точностью, которая обеспечит своевременное обнаружение и опознавание воздушной цели противника, и поражение ее с первой атаки.

Повышение сложности самолетовождения при полетах на малых и предельно малых высотах, необходимость выполнения маневрирования в условиях огневого воздействия противника приводят к неточному выводу истребителя в район воздушной цели противника и трудностям ее поиска, часто преждевременному включению бортовой радиолокационной станции. В этих условиях экипаж будет вынужден выполнить повторный заход, что снижает элемент внезапности атаки или приводит к срыву выполнения боевой задачи. Кроме того, значительно возрастают потери истребителей от средств противовоздушной обороны противника или от огня самой воздушной цели.

Таким образом, в настоящее время необходимость и возможность создания системы поддержки принятия решения (СППР) на основе логико-

лингвистических моделей для повышения оперативности и качества принятия решения при наведении истребителей на воздушные цели противника является *актуальной*.

Задачи, решаемые командиром, – это, как правило, многокритериальные задачи, в которых необходимо учитывать большое количество факторов, оценивать эффективность принимаемых решений и их последствия. Противоречивость требований к результату решений, неоднозначность оценки ситуации, физиологические и психологические особенности человека сильно усложняют процесс принятия решений, не позволяют лицу, принимающему решение (ЛПР), эффективно обрабатывать объемы информации и оперативно анализировать ее [1].

Основные задачи, решаемые группой программ управления и наведения

Анализ алгоритмов работы существующих автоматизированных систем наведения показывает, что основными задачами, решаемыми группой программ системы управления и наведения, являются нижеперечисленные [2]:

1. *Определение параметров перехвата.*

При решении данной задачи производятся расче-

ты, в результате которых происходит выбор метода наведения, полусферы атаки, выбор программы скорости, а также выполняются три топливных расчета:

а) определение возможности выполнения боевой задачи по топливу с учетом возвращения на аэродром:

$$G_{НЕОБХ} = G_{НАВ} + G_{ВОЗВ}. \quad (1)$$

б) расчет топлива, необходимый для полета до рубежа наведения

$$G_{НАВ} = G_H + G_{РАЗГ} + G_{ВМ} + G_A + G_{КР} + G_{БАЛ}, \quad (2)$$

где G_H – топливо, необходимое на набор высоты; $G_{РАЗГ}$ – топливо, необходимое на разгон; $G_{ВМ}$ – топливо, необходимое для вертикального маневра; G_A – топливо, необходимое на атаку; $G_{КР}$ – топливо, необходимое для полета на крейсерском участке; $G_{БАЛ}$ – топливо, необходимое для выполнения балансного участка на программной скорости.

в) расчет топлива, необходимый для возвращения от рубежа до аэродрома:

$$G_R = G_{БОРТ} - G_{НЕОБХ}, \quad (3)$$

где $G_{БОРТ}$, $G_{НЕОБХ}$ – текущий остаток топлива на борту истребителя и необходимое топливо на разгон.

2. *Реализация процесса наведения*, который лежит в основе предварительных штурманских расчетов на перехват по определению располагаемых рубежей ввода истребителей в бой и рубежа перехвата.

Параметры траектории при наведении определяются в результате решения задачи математического программирования с использованием метода штрафов. Для этого вводится функция штрафов

$$U(q; \lambda) = F(q) + \lambda \Phi(q) - \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^5 \ln q_i(q), \quad (4)$$

где $q = (\psi, P, R, S, l)$ – параметры траектории (курс, угол встречи, радиус основного разворота, длина прямолинейного участка до разворота, длина прямолинейного участка после разворота). С помощью

этой функции задача на условный экстремум сводится к последовательности решения задач на безусловный экстремум, что позволяет применить простые методы решения. Для этого $\lambda = \lambda_i = const$ и

$$U(q) = \frac{\partial U(q)}{\partial q} = 0. \quad (6)$$

Выходом программы являются параметры наведения.

3. *Выявление возможностей опасного сближения перехватчиков с другими воздушными объектами.*

Программа построена по принципу многоступенчатой селекции, где каждая последовательная ступень производит все более точный отбор по совокупности признаков возможного конфликта. Первоначальный отбор производится по взаимной дальности и вычисляется по аппроксимирующей формуле

$$D_{ПР} = T_3(V_{П} + V_{ПР}), \quad (7)$$

где $T_3 = 100$ с – временная константа; $V_{П}$, $V_{ПР}$ – текущие скорости истребителя и проверяемого объекта.

Для объектов, прошедших отбор, определяется возможность попадания их в строб по высоте $\Delta H_{ДОП}$

$$|\Delta H| \leq \Delta H_{ДОП}, \quad (8)$$

$$\Delta H = H_{П} - H_{ПР}, \quad (9)$$

где $\Delta H_{ДОП}$ – строб по высоте, зависящий от ошибок измерения и возможного изменения высоты ($H_{П}$) истребителя, выполняющего программу полета в вертикальной плоскости за время $T_3 = 100$ с. Конфликтная ситуация снимается при выполнении двух требований.

Таким образом, для решения данного комплекса задач применимы традиционные подходы – теория дифференциальных игр, теория экспертных оценок и

др., которые, в свою очередь, не учитывают многих характеристик воздушной цели и среды воздействия по ней.

Подход к разработке автоматизированной системы

Исходя из вышесказанного, необходимо разработать такую автоматизированную систему, которая бы позволяла лицу, принимающему решение, за минимально короткое время давать рекомендации по наведению с учетом вышеперечисленных условий полета.

Такая система реализуется с помощью системы поддержки принятия решения, которая, обрабатывая и анализируя входную информацию, работает в диалоговом режиме с лицом, принимающим решение [3].

Поступающая информация об объекте, среде воздействия, а также процессе движения истребителя и цели, является нечеткой и неполной, что приводит к необходимости использования нечетких моделей представления знаний. В рамках такого подхода в качестве значений переменных допускаются не только количественные характеристики, но и качественные (лингвистические) [4].

Формализация нечетких понятий и отклонений обеспечивается введением понятий нечеткой и лингвистической переменных, нечеткого множества и отношения. Понятия нечеткой и лингвистических переменных обеспечивают подход от словесных описаний к символьным и числовым (для удобства работы на ЭВМ), а понятия нечеткого множества и отношения являются средством, при помощи которого этот переход достигается. Лингвистический подход обеспечивает обработку нечеткой информации на всех стадиях от моделирования объекта до принятия решения [5].

Предлагается в дальнейшей работе разработать логико-лингвистическую модель принятия решений

для наведения, структуру, программно-алгоритмическое описание данной системы.

Заключение

Без средств искусственного интеллекта полноценное разрешение задач автоматического поиска способов достижения цели являются проблематичным. Таким образом, задача информационной поддержки принятия решений на основании неполной информации с использованием современных компьютерных технологий имеет важное научно-практическое значение.

Литература

1. Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федун Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. – М.: Физико-математическая литература, 2000. – 352 с.
2. Горбатенко С.А., Макашов С.М., Полушки Ю.Ф., Шефтель Л.В. Расчет и анализ движения летательных аппаратов. Инженерный справочник. – М.: Машиностроение, 1971. – 352 с.
3. Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.В. Человеко-машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – К.: Наук. думка, 1993. – 183 с.
4. Тейз А., Грибомон П., Луи Ж. Логический подход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию. – М.: Мир, 1990. – 432 с.
5. Аверкин А.Н., Батыршин И.З., Блишун А.Ф., Силов В.Б., Тарасов В.Б. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 312 с.

Поступила в редакцию 11.04.05

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.Ф. Кривуля, Национальный университет радиозлектроники, Харьков.