

ОБУЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ**И.Г. Нафиев, Е.А. Решетняк (Воронеж)**

В соответствии с определением [1], являющимся наиболее близким к рассматриваемой области, система поддержки принятия решений (СППР) – это компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных для полного и объективного анализа областях деятельности. Относительно военной области здесь следует добавить, что на принятие решений очень часто накладываются жесткие временные ограничения, что дополнительно затрудняет проведение анализа исходных данных.

Еще одной особенностью военной области является слабая формализация существенной доли задач управления войсками и оружием. Для таких задач неоправданно сложно применять традиционные математические методы поиска их решений, в связи с чем все большее распространение получают технологии искусственного интеллекта (ИИ).

Поэтому современные СППР военного назначения наряду с традиционными математическими методами используют элементы ИИ. Исходя из этого, вполне справедливо будет назвать такие системы поддержки принятия решений интеллектуальными (ИСППР).

В [2-4] показано, что наиболее перспективной технологией ИИ являются нейронные сети (НС). По сравнению с существующими технологиями можно отметить следующие их преимущества: удобство работы со сложными нелинейными зависимостями; устойчивость к зашумленности и неполноте исходных данных; наличие возможности автоматизированного дообучения при появлении новой информации.

С другой стороны, обучение НС решению слабоформализованных задач управления войсками и оружием имеет существенную трудность. Заключается она в получении обучающей выборки, содержащей множество показательных [5] наборов исходных данных $\{(x^i_1, x^i_2, \dots, x^i_N) \mid i=1, \dots, M\}$ и соответствующих им эффективных решений $\{(y^i_1, y^i_2, \dots, y^i_K) \mid i=1, \dots, M\}$. При этом получение первой составляющей обучающей выборки, как правило, не представляет собой сложности; сложность заключается в получении эффективных решений, поскольку далеко не всегда имеется обратная связь, а соответственно и возможность оценки эффективности того или иного решения по боевым показателям. Можно получить лишь экспертные оценки, основанные на опыте локальных конфликтов, а также проведении командно-штабных и оперативно-тактических учений. Но и это, с точки зрения достоверности оценок возможно только для ограниченного количества сценариев боевых действий.

Для парирования обозначенной проблемы авторами предлагается подход, суть которого состоит в следующем. Получение эффективных решений – допустимых значений управляемых параметров, обеспечивающих максимум целевой функции, – для различных вариантов боевой обстановки можно рассматривать как задачу оптимизации:

$$(y^i_1, y^i_2, \dots, y^i_K)^* = \arg \max_{\Omega Y^i} \{F^U \mid (x^i_1, x^i_2, \dots, x^i_N)\},$$

где $(y^i_1, y^i_2, \dots, y^i_K)^*$ – эффективное решение, определенное на множестве ΩY^i для варианта боевой обстановки, описывающегося набором значений параметров $(x^i_1, x^i_2, \dots, x^i_N)$, F^U – целевая функция оптимизационной задачи.

Для реализации целевой функции F^I предлагается использовать имитационную модель (ИМ), адекватно отображающую процесс конфликтного взаимодействия двух противоборствующих сторон с учетом различных значений управляемых параметров и имеющую выход на значения боевых показателей эффективности действия своих войск. Для генерации наборов значений управляемых параметров и направленного поиска эффективных решений предлагается применять генетический алгоритм (ГА). Выбор ГА как метода оптимизации обусловлен следующими его преимуществами: отсутствие необходимости формальной записи целевой функции; показывает хорошую скорость при большом количестве оптимизируемых параметров (в рассматриваемом случае их может быть до нескольких десятков); устойчивость к попаданию решений в локальные минимумы целевой функции [6].

Обобщенная схема предлагаемого подхода представлена на рис. 1.

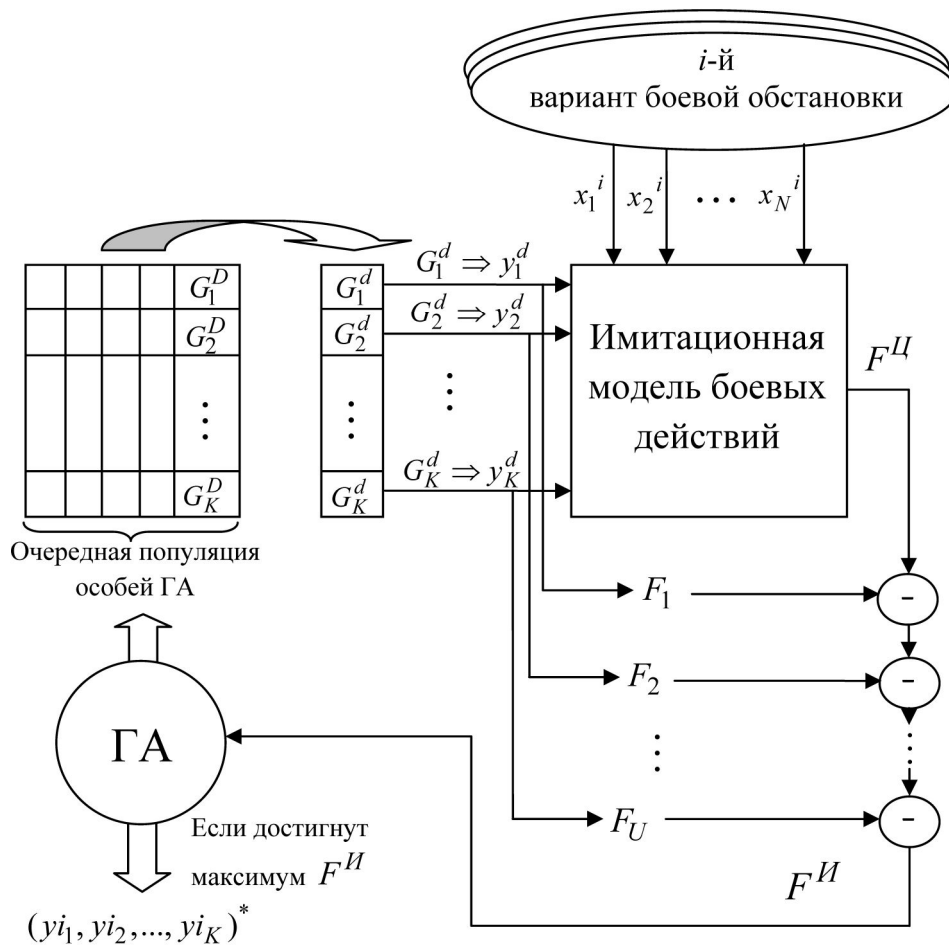


Рис. 1. Схема совместного использования имитационной модели боевых действий и генетического алгоритма для поиска эффективных решений по управлению своими войсками и оружием

Поиск решений осуществляется отдельно для каждого варианта боевой обстановки, описывающегося набором исходных данных $(x_1^i, x_2^i, \dots, x_N^i)$. Эти исходные данные иницируют соответствующие параметры ИМ боевых действий, далее осуществляется функционирование ГА. На каждом этапе его работы формируется популяция из D особей, каждая из которых содержит K генов – по числу выбранных для оптимизации управляемых параметров задачи. Особь $d, d = \overline{1, D}$ на рисунке 1 является одним из вариантов решения

задачи (вариантом сочетания значений оптимизируемых параметров), для которого требуется определить, насколько он эффективен. Для этого значения, хранимые в генах особи $G_1^d, G_2^d, \dots, G_K^d$, из двоичного представления декодируются в десятичное $y^d_1, y^d_2, \dots, y^d_K$. Для поступившего варианта решения ИМ вычисляет значение оцениваемого боевого показателя, являющееся, по сути, значением целевой функции $F^Ц$. Одновременно вычисляются значения штрафных функций F_1, F_2, \dots, F_U , являющихся положительными и характеризующих величину штрафа за неудовлетворение значений управляемых параметров заданным ограничениям. Затем определяется итоговый функционал:

$$F^И = F^Ц - \sum_{u=1}^U F_u.$$

На основании значений функционала, полученных для всех особей текущего этапа, ГА принимает решение о продолжении своей работы. Если заданный критерий останова не выполнен (это может быть количество этапов, в течение которых изменение максимального значения функционала не превысило некоторую пороговую величину), то к существующей популяции применяются генетические операторы [6], формируется новая популяция и поиск эффективного решения продолжается. Если максимум найден, то соответствующее ему решение $(y^*_1, y^*_2, \dots, y^*_K)$ считается наиболее эффективным для данного варианта боевой обстановки и передается на выход, после чего работа ГА завершается.

Аналогичным образом находятся эффективные решения для всех M вариантов боевой обстановки. В результате формируется набор таких решений, который может быть использован в качестве эталонных выходных значений для обучения НС реализации слабоструктурированных задач управления войсками и оружием.

Здесь следует особо отметить, что реальная эффективность полученных с использованием предложенного подхода решений в существенной мере зависит от качества реализации имитационной модели. Под этим подразумеваются насколько полно и достоверно отражены в ИМ:

- структура, состав и характеристики объектов противоборствующих сторон;
- существенные характеристики конфликтного взаимодействия;
- взаимосвязь между управляющими и управляемыми объектами;
- информационные процессы, протекающие в системах управления.

Первые два пункта должны быть реализованы в едином комплексе ИМ верхнего уровня, содержащем модели сценариев боевых действий с участием различных воинских формирований. Задачей исследований при создании ИСППР для конкретной системы управления является разработка субмодели, реализующей последние два пункта и имеющей возможность «подключения» к указанному комплексу имитационных моделей. Схема построения и исследования такой субмодели, представляющей собой ИМ функционирования системы управления военного назначения, приведена на рис. 2.

В дальнейшем ИМ можно достаточно просто расширять или дорабатывать с учетом меняющихся форм и способов ведения боевых действий, алгоритмов и методов планирования применения сил и средств, параметров и характеристик вооружения и военной техники и т.д. Кроме того, модель может проходить верификацию в ходе учений и тренировок, что позволит повышать ее качество, а следовательно, и качество разрабатываемой с ее помощью ИСППР.



Рис. 2. Схема построения и исследования имитационной модели функционирования системы управления военного назначения

Таким образом, предложенный новый подход позволяет парировать отсутствие объективной и достаточной обратной связи об эффективности принимаемых решений. С его помощью без привлечения людей и техники можно получать наборы достаточно эффективных решений слабоструктурированных задач управления подчиненными силами и средствами для различных вариантов боевой обстановки. При этом найденные решения могут выступать в роли эталонных при обучении ИСППР.

Предложенный подход был успешно апробирован при разработке ИСППР для подсистемы управления радиоэлектронной борьбой единой системы управления в тактическом звене.

Литература

1. **Баин А.М.** Современные информационные технологии систем поддержки принятия решений. – М.: ИД «Форум», 2009. – 240 с.
2. **Царегородцев В. Г.** Перспективы распараллеливания программ нейросетевого анализа и обработки данных // Материалы III Всеросс. конф. «Математика, информатика, управление», Иркутск, 2004.
3. **Горбань А. Н.** Обобщенная аппроксимационная теорема и вычислительные возможности нейронных сетей // Сибирский журнал вычислительной математики. – 1998. – Т. 1. – № 1.
4. **Бакумов В. В., Нафиев И.Г.** Оценка эффективности систем управления на основе нечетких нейронных сетей // «Телекоммуникации». – 2010. – № 2.
5. **Хайкин С.** Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. – 1104 с.
6. **Рутковская Д., Пилинский М.** Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.