

# ПОДХОД К ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ О ПОВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ В ИМИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

Макарова Е. С., Герцев А. В., Дубровский А. А., Гусева А. В.

Научно-исследовательский центр моделирования военных действий, кафедра информационно-вычислительных систем, Учреждение образования << Военная академия РБ >>

Минск, Республика Беларусь

E-mail: makarova\_\_ekaterina@tut.by

*Доклад посвящен актуальной теме принятия решений о поведении объектов в имитационной системе моделирования военных действий. Рассмотрены существующие подходы к принятию решений, отмечены их недостатки. Приведен способ описания состояний модельного объекта. Предложен подход к принятию решений о поведении модельного объекта.*

## ВВЕДЕНИЕ

Искусству ведения военных действий с давних пор уделялось большое внимание. На протяжении многих веков от знаний, опыта и действий военачальников зависела жизнь не только миллионов людей, но и целых цивилизаций. В ходе военных действий решалась судьба государств. Опыт военачальников передавался из поколения в поколение, а совершенствовался в ходе реальных боевых действий, ценою человеческих жизней.

В настоящее время в целях обучения будущих командиров, а также анализа и прогнозирования исхода военных действий различного масштаба широко применяется моделирование. Такой подход позволяет с меньшими затратами и потерями достичь поставленной цели, обосновать и принять эффективное решение.

При моделировании военных действий наибольшее распространение получило имитационное моделирование, в виду сложности таких действий как таковых. Как правило, в военных действиях принимает участие большое количество объектов, создание аналитических моделей которых может быть затруднительным. Имитационные модели же позволяют изучить интересующую ситуацию с необходимой степенью детализации, используя разные принципы формирования модельного времени. А многократное проигрывание конкретной боевой задачи позволит восполнить недостающие данные. Таким образом приобретается опыт ведения боев без их фактического проведения.

Для решения описанных выше задач применяются имитационные системы моделирования военных действий.

## I. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПОДХОДЫ К ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ О ПОВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ

В процессе моделирования военных действий участвует большое количество объектов, характеристики которых с течением времени могут изменяться под воздействием других объектов

или каких-либо случайных событий. В виду этого, достаточно сложно формализовать поведение каждого объекта, записать его в алгоритмическом виде. В существующих системах моделирования военных действий принятие решений о поведении объектов осуществляется на основе вероятностного подхода (<<Свислочь>>, РБ) или при помощи экспертной системы (JWARS, США[1]). Следует заметить, что использование вероятностного подхода, когда решение о поведении объектов принимается на основании розыгрыша случайной величины, не всегда дает верный с точки зрения экспертов результат. В свою очередь, использование экспертной системы при принятии решений о поведении объектов может замедлять процесс моделирования или даже приостанавливать его, так как окончательное решение о поведении объектов принимает человек-оператор на основе рекомендаций системы. Возникает необходимость разработки методики принятия решений о поведении объектов, лишенной описанных выше недостатков.

## II. ПОДХОД К ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ О ПОВЕДЕНИИ ОБЪЕКТА

Пусть имеется модельный объект  $A$ , способный перемещаться, обнаруживать другие объекты и обладающий некоторым вооружением. Перед началом моделирования задается маршрут движения этого объекта путем указания начальной и конечной точек маршрута. Далее специальный модуль осуществляет построение маршрута с учетом его проходимости и минимальности затрачиваемого времени[2]. В момент времени  $t$  данный объект будет находиться в состоянии  $s_t(v, v', r, r', d, d') \in S$ , где  $S$  – множество всех возможных состояний объекта;  $v \in \{0, 1\}$  – состояние вооружения объекта, потенциальная возможность его использовать;  $v' \in \{0, 1\}$  – использование вооружения в момент времени  $t$ ;  $r \in \{0, 1\}$  – потенциальная возможность обнаружения других объектов;  $r' \in \{0, 1\}$  – наличие обнаруженных объектов в момент времени  $t$ ;  $d \in \{0, 1\}$  – потенциальная возможность пере-

мещаться;  $d' \in \{0, 1\}$  – признак перемещения в момент времени  $t$ .

Значения описанных выше параметров определяются из соотношений:

$$v = v(p, h, g) = p \wedge h \wedge g,$$

где  $p$  – признак наличия патронов, определяется по формуле

$$p = \begin{cases} 0, & \text{если количество патронов} < \alpha \\ 1, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$h$  – признак работоспособности объекта, определяется по формуле

$$h = \begin{cases} 0, & \text{если степень поражения объекта} > \beta \\ 1, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$g$  – признак наличия вооружения, определяется по формуле

$$g = \begin{cases} 0, & \text{если объект имеет вооружение} \\ 1, & \text{иначе;} \end{cases}$$

$\alpha$  и  $\beta$  – некоторые пороговые значения, задаваемые экспертами.

$$d = d(m, h) = m \wedge h,$$

где  $m$  – признак наличия маршрута движения, определяется по формуле

$$m = \begin{cases} 0, & \text{если маршрут не задан} \\ 1, & \text{иначе.} \end{cases}$$

где  $q$  – площадь зоны обнаружения,  $\gamma$  – пороговое значение, задаваемое экспертами.

$$v' = v'(v, c_1) = v \wedge c_1, \quad (1)$$

где  $c_1$  – команда начала стрельбы.

$$d' = d'(d, c_2) = v \wedge c_2, \quad (2)$$

где  $c_2$  – команда начала движения.

$$r' = r'(v, c_3) = v \wedge c_3, \quad (3)$$

где  $c_3$  – команда начала обнаружения объектов.

Таким образом, состояние объекта  $s_t(v, v', r, d, d')$  =  $(s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6)$ ,  $s_i \in \{0, 1\}$ ,  $i = \overline{1, 6}$ ,  $s_t \in S$ ,  $|S| = 2^6$ . Однако, с учетом (1)–(3) получаем  $|S| = 27$ .

Возможность и условия перехода модельного объекта из одного состояния в другое задаются экспертами до начала процесса моделирования. Например, модельный объект может перейти из состояния  $s' = (1, 0, 1, 0, 1, 0)$  в состояние  $s'' = (1, 0, 1, 0, 1, 1)$  после подачи ему команды двигаться по маршруту, из состояния  $s'' = (1, 0, 1, 0, 1, 1)$  в состояние  $s''' = (1, 1, 1, 0, 1, 1)$  после подачи ему команды начать стрельбу и так далее.

Соответствующие команды генерируются при наступлении событий, также описанных экспертами до начала процесса моделирования. Например, команда двигаться по маршруту может быть сгенерирована при наступлении события нажатия кнопки начала процесса моделирования при условии, что объект может двигаться. Команда начать стрельбу может быть сгенерирована при появлении в зоне обнаружения объектов противника при условии, что объект может начать стрельбу.

Таким образом, принятие решений о поведении объектов осуществляется на основании заранее заданных экспертами правил и условий, позволяет избежать случайного развития событий и не требует непосредственного участия экспертов в процессе моделирования.

1. Резяпов, Н., Имитационная система моделирования боевых действий JWARS ВС США / Н. Резяпов, С. Чесноков, М. Инюхин // Зарубежн. воен. обозрение. – 2008. – № 11. – С. 24–32.
2. Булойчик, В.М., Алгоритм поиска маршрута, обеспечивающего необходимые условия передвижения мотострелковому подразделению / В.М. Булойчик, А.А. Дубровский, Д.М. Скрипко // Вестник ВА РБ. – 2010. – № 2(27). – С. 45–52.
3. Булойчик, В.М., Алгоритм Имитационный подход к моделированию боя подразделения сухопутных войск / В.М. Булойчик, А.А. Дубровский // Сб. науч. стат. ВА РБ. – 2008. – № 14. – С. 58–64.
4. Булойчик, В.М., Системный подход к формализации процессов боевых действий в операциях при создании моделирующих комплексов / В.М. Булойчик, В.К. Синявский // Наука и воен. безоп. Науч.-теор. прил. к журналу «Армия». МО РБ. – 2008. – № 4(20). – С. 40–45.
5. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев // Издательство: Высш. шк., 2001. – 343 с.
6. Ткаченко, П. Н. Математические модели боевых действий / П. Н. Ткаченко, Л. Н. Куцев, Г. А. Мещеряков, А. М. Чавкин, А. Д. Чебыкин // М.: Советское радио, 1969. – 240 с.