XXXI Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научной конференции. Ч. IV: С.39-40, 2003.

УДК 519.7

Н.Л.Булех (асп., каф. МПУ), С.Ф.Бурдаков, д.т.н., проф.

АЛГОРИТМЫ ДВИЖЕНИЯ ЗАЩИТНИКА В ЗАДАЧЕ ПРЕСЛЕДОВАНИЯ

Возникновение теории дифференциальных игр было связано с приложениями в военном деле, когда оказалось необходимым математически описать и исследовать взаимодействие во времени конфликтующих сторон. Первой работой в этой области прикладной математики является книга Р.Айзекса «Дифференциальные игры» [1]. Основными проблемами в дифференциальных играх N объектов являются разработка принципа оптимальности (определение того, что является оптимальным поведением), доказательство его существования и поиск аналитических методов или численных алгоритмов нахождения оптимального решения. В данной работе рассматривается задача преследования, как типичный пример дифференциальной игры.

Общая постановка задачи преследования, предусматривает нахождение на плоскости или в пространстве два класса объектов: преследователи и убегающие. Целью преследователей является захват убегающих игроков, желательно за наименьшее время, а целью убегающих – избежать захвата преследующими, или по возможности оттянуть захват. Для убегающих игроков задачи преследования рассматривают два типа движения: активный и пассивный. При пассивном поведении – убегающие игроки не могут изменять первоначальную траекторию движения. В случае активного поведения убегающие игроки получают и обрабатывают информацию о местонахождении преследователей и имеют возможность изменять траектории движения. Для преследователей рассматриваются только активные варианты движения.

Впервые, решение задачи преследования в простейшей постановке было предложено в [1]. На плоскости располагаются два объекта: убегающий (E) и преследователь (P). Рассматриваются только простые движения объектов, т.е. движения с постоянной скоростью (максимальной) по произвольной траектории. Предполагается, что участники владеют полной информацией о взаимном расположении и скоростях. Предлагается алгоритм движения преследователя, при следовании которому он всегда настигает нападающего, при условии выполнения неравенства:

$$v_P \geq v_E, \tag{1}$$

где v_p – скорость преследователя, v_E – скорость нападающего. Предложенный алгоритм строится на основе окружностей Аполлония. В дальнейшем данный алгоритм будем называть «Алгоритмом Айзекса».

Авторами исследуется частный случай задачи преследования – задача «Охрана объекта от нападения». На плоскости располагаются три объекта: защитник (P), нападающий (E), цель (C). Задачей защитника является охрана цели, т.е. предотвращение приближения к цели нападающего на критическое расстояние. Задача нападающего – приблизиться к цели на расстояние меньшее критического (такая постановка задачи преследования определена в [2], как дифференциальная игра с линией жизни).

Решение задачи «Охрана объекта от нападения» строится на основании алгоритма Айзекса, при отсутствии полной информации объектов друг о друге. Предполагается, что защитник не имеет информации о направлении движения и скорости нападающего, а информацию о его координатах получает с запаздыванием.

Оценка (1) была уточнена, с учетом положения цели и начального расположения защитника и нападающего:

$$v_P \geq \frac{((y_P - y_E)(x_E - x_C) - (y_E - y_C)(x_P - x_E))}{(x_E - x_C)^2 + (y_E - y_C)^2} v_E, \tag{2}$$

где (x_P, y_P) – начальные координаты защитника, (x_E, y_E) - начальные координаты защитника, (x_C, y_C) - координаты цели. Оценка (2) является необходимым условием для успешного решения задачи, поставленной перед защитником.

При численном моделировании задачи «Охрана объекта от нападения» сравнивалось два метода: метод Айзекса и метод «Собачья кривая» [3]. Моделировалось, как пассивное, так и активное поведение нападающего.

Выводы. Получена уточняющая формула для соотношения скоростей нападающего и защитника в задаче «Охрана объекта от нападения». Произведено численное моделирование движение защитника по методам Айзекса и «собачей кривой». Рассмотрены активное и пассивное поведения нападающего.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Айзекс Р. Дифференциальные игры. М.: Мир, 1967. 480 с.
2. Петросян Л. А. Дифференциальные игры преследования. Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1977. 224 с.
3. Петросян Л.А., Рихсиев Б.Б. Преследование на плоскости. М.: Наука, 1991. 96с.