

The reasonable choice of ranging criteria correlation in multiple target pursuit problem

Olena Markova, Timur Zheldak

Department of System Analysis and Management,
State Higher Education Institution "National Mining
University", 19, K.Marx av., Dnipropetrovsk, Ukraine.
E-mail: markova_lena@i.ua, timer@i.ua

The pursuit game is traditional but not enough investigated [1]. Particular case for this type of game is a game with a life line when fugitives have a certain area to make themselves secure when it is reached.

The authors focus their attention on a problem of consequent pursuit where the quality criterion is the aggregate time spent for reaching all the fugitives.

To implement the pursuer's efficient behavior five criteria were introduced. According to them target ranging and current choice of pursuit object is held through evaluation of every target. Thus the problem of optimal correlation formation of these criteria with increase in pursuer efficiency target is urgent

To recommence the optimal correlation criteria first of all it is necessary to choose metrics as it gives the answers to the key questions:

1) is zero value of certain priority possible if that means that in fact the target choice criterion is not considered?

2) in how many times can one criterion be more important than another one?

To recommence the optimal correlation, imitating modeling based on Monte-Carlo method is offered.

To hold the modeling with the respect to certain distribution law the criteria correlations were generated in random order and the modeling of pursuit game was launched. The number of targets, their types and behavior were also generated with regard to probability distribution law, which responds to their distribution in the real-life environment.

The results of imitating modeling of probable criteria priority correlation with the probable character of the fugitive group behavior showed that the perfect correlation does not exist. At the same time the number of correlations called "pilots' characters" that provide the most qualitative solution to the problem was chosen.

It is suggested to adapt the decision maker's behavior to the terms of differential game by means of intellectual system which uses knowledge gained from investigations based on Bayesian networks or decision trees.

Раціональний вибір співвідношення критеріїв ранжування у задачі переслідування множини цілей

Олена Маркова, Тимур Желдак

Кафедра системного аналізу і управління, Державний вищий навчальний заклад "Національний гірничий університет", УКРАЇНА, м.Дніпропетровськ, просп. К.Маркса, 19,
E-mail: markova_lena@i.ua, timer@i.ua

В роботі досліджено оптимальні співвідношення уведених раніше критеріїв вибору цілі переслідувачем у диференційній грі групового переслідування. Для вибору метрики, у якій задаються оцінки важливості критеріїв та оптимальних співвідношень виконано імітаційне моделювання методом Монте-Карло. Показано, що не існує жодного "ідеального співвідношення". Результати імітаційного моделювання використані у якості даних для побудови системи правил, за якими має діяти об'єкт, що керує переслідувачем. У якості механізму побудови правил запропоновані мережі Байєса та дерева рішень.

Ключові слова - моделювання, переслідування, критеріїв, вибір, Монте-Карло, оптимальний, правила.

I. Задача динамічного комівояжера

Однією із традиційних та досить мало досліджених задач теорії ігор є так звана гра переслідування [1]. Особливим випадком такої гри є гра з лінією життя, коли втікачі мають певну область простору, досягнувши якої, можуть забезпечити себе від переслідування. Подібні ігри знайшли широке застосування у військовій справі, охороні порядку, спортивних змаганнях, тощо.

Ігри переслідування поділяються на ігри групового переслідування, коли кілька переслідувачів намагаються захопити одну ціль або їх групу, та ігри послідовного переслідування, коли один переслідувач намагається наздогнати кількох втікачів.

Мірою оптимальності розв'язку задачі може бути як якісне рішення – кількість захоплених переслідувачем цілей, так і ступеневе. У останньому випадку мова йде про мінімізацію часу захоплення усіх цілей або інша характеристика, що виражена дійсним числом.

Автори зосереджують свою увагу на задачі почергового переслідування, в якій критерієм якості є сумарний час затримання всіх втікачів. Задача складається з двох підзадач: визначення порядку затримання та безпосереднього переслідування при заданому порядку обслуговування.

II. Критерії вибору поточної цілі

У попередніх роботах [2] було представлено прототип системи підтримки прийняття рішень переслідувачем, що моделює розв'язання задачі динамічного комівояжера з метою максимізації його ефективності в багатокритеріальному просторі рішень, заснованої на раціональній поведінці.

Для реалізації раціональної поведінки переслідувача було введено дев'ять критеріїв, через оцінки кожної цілі за якими виконується ранжування цілей та вибір поточного об'єкту переслідування. До критеріїв увійшли:

- K1 – відстань до цілі;
- K2 – швидкість руху цілі;
- K3 – напрямок руху цілі відносно переслідувача;
- K4 – напрямок руху цілі відносно зони безпеки;
- K5 – озброєність або потенційна небезпека;
- K6 – маневреність цілі;
- K7 – відстань цілі до “лінії життя” (зони безпеки);
- K8 – апріорна важливість цілі;
- K9 – роль у групі.

Сукупність значень вагів критеріїв утворюють так званий “характер пілота” – опис його пріоритетів при виборі цілі. Ваги критеріїв нормалізуються та множаться кожен на характеристику цілі за критерієм, також нормалізовану. Поточною ціллю переслідування обирається втікач, який має найвищу оцінку за лінійною згортокою критеріїв.

Для оцінки важливості вказаних критеріїв з точки зору пілота в [2] було обрано цілочисельну метрику [0..5]. Приклад преставлення вагів критеріїв у даній метриці та їх нормалізація ілюструються даними у таблиці.

ПРИКЛАД ОПИСУ “ХАРАКТЕРА ПІЛОТА”
В МЕТРИЦІ [0..5]

Критерій	Пріоритет	
	у метриці	нормалізований
K1	1	0,045
K2	4	0,182
K3	5	0,227
K4	0	0
K5	1	0,045
K6	5	0,227
K7	3	0,136
K8	1	0,045
K9	2	0,091
Сума	22	1

Як показав аналіз експериментальних досліджень, застосована метрика та підібрані інтуїтивно співвідношення пріоритетів критеріїв ранжування цілей не забезпечують високої ефективності переслідування.

Таким чином, актуальною є задача є формування оптимального співвідношення критеріїв K1-K9 з метою підвищення ефективності дій переслідувача.

III. Вибір співвідношення критеріїв

Для відновлення оптимального “характеру пілота”, насамперед, слід обрати метрику, у якій будуть визначатися пріоритети критеріїв. Саме метрика визначатиме відповіді на два ключових питання при формуванні “характеру пілота”:

1) чи можливе нульове значення певного пріоритету, що означатиме фактичне неврахування критерію вибору цілі?

2) у скільки разів один критерій може бути важливіший за інший?

Оскільки задача має багатовимірний імовірнісний характер, для відновлення оптимального співвідношення (чи набору таких співвідношень, в разі якщо жодне сполучення пріоритетів критеріїв не забезпечить абсолютної переваги над іншими) пропонується виконати імітаційне моделювання методом Монте-Карло.

Для його проведення необхідно за певним законом розподілу задавати випадковим чином масив співвідношень критеріїв, кожного разу запускаючи для такого співвідношення моделювання гри переслідування. Кількість цілей, їх тип та поведінка також мають бути розподілені за певним законом розподілу ймовірностей, який відповідає їх розподілу в реальних умовах.

Після проведення численних дослідів були встановлені ряд співвідношень, які стабільно призводять до найкращого результату, незалежно від типу цілей, їх кількості, наявності та форми зони безпеки, розподілу ролей у групі. В результаті експериментів з'ясовано, що жодного “універсального” співвідношення, яке б помітно переважало інших, не існує.

Отримані масиви даних імітаційного моделювання були піддані інтелектуальному аналізу даних з метою добування знань. Для побудови правил поведінки пілота переслідувача застосовані наївні мережі Байєса та дерева рішень.

Висновок

Результати імітаційного моделювання ймовірних співвідношень пріоритетів критеріїв при ймовірному характері групової поведінки втікачів показав, що не існує універсального їх співвідношення. Водночас, обрано ряд співвідношень, названих “характерами пілотів”, які забезпечують найбільш якісний розв'язок задачі.

Запропоновано адаптувати поведінку об'єкта прийняття рішень до умов диференційної гри за допомогою інтелектуальної системи, що використовує знання, добути з дослідів за допомогою мережі Байєса або дерев рішень.

Література

- [1] Белоусов А.А. О решении игровой задачи динамического коммивояжера / А.А. Белоусов, Ю.И. Бердышев, А.Г. Ченцов, А.А. Чикрий // Кибернетика и системный анализ. – 2010. – №5. – с. 40-45.
- [2] Маркова Е.А. Моделирование решений задачи динамического коммивояжера с различными приоритетами целей // Системный анализ и информационные технологии: материалы Международной научно-технической конференции SAIT 2011, Киев, 23–28 мая 2011 г. / УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”. – К.: УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”, 2011. – с. 282.