ИМИТАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

А. М. Пуртов (Омск)

Проблемы целенаправленного движения и принятия решений являются предметом исследований в различных областях научно-практической деятельности: философии, психологии, экономике, военном деле, технике, спорте, математике и др. В каждой из областей решаются свои задачи, используются специфические методы, алгоритмы, критерии. Точные алгоритмы принятия решений в хорошо формализованных ситуациях разрабатываются математической теорией принятия решений. Большинство реальных ситуаций трудно формализовать. В таких случаях для принятия решений используются проверенные практикой относительно простые методы, алгоритмы. Известные специалисты в области математической теории принятия решений Р.Л.Кини и Г.Райффа в одной из своих последних работ [1] отмечают, что методам принятия решений в реальных ситуациях уделяется незаслуженно мало внимания. Интересно, что в этой работе, имеющей большое значение для практики принятия решений, авторам удалось обойтись без математических формул.

Величина выигрыша является важным критерием качества деятельности лица, принимающего решения (игрока). С точки зрения общества (множества игроков) большое значение имеет возможность получения точных оценок стандартных ситуаций в результате многочисленных реализаций процессов принятия решений. Например, цель шахматиста состоит в наборе максимального количества очков. Каждому шахматисту важно знать хотя бы статистические оценки известных позиций (стандартных, часто возникающих ситуаций). Такие оценки являются результатом многочисленных сыгранных партий. Одним из критериев качества шахматного (информационного) процесса можно считать близость получаемых статистических оценок к абсолютным (неизвестным, но существующим) оценкам позиций.

Цель представляемой работы – сравнительный анализ априорных (практических) алгоритмов принятия решений. Основными критериями качества алгоритмов являются величина выигрыша игроков и близость получаемых статистических оценок к известным абсолютным оценкам ситуаций. Для решения поставленной задачи используется имитационное моделирование.

Анализ стратегий на матричных играх

В матричных играх можно аналитически найти цену игры (абсолютную оценку ситуации) и оптимальные стратегии для игроков. Это делает их удобным объектом для сравнительного анализа различных стратегий, алгоритмов принятия решений.

На GPSS PC были построены имитационные модели поведения игроков, проведены эксперименты. В одной из серий экспериментов использовалась матрица, заимствованная в [2] и приведенная на рис. 1. Игроки независимо друг от друга выбирают строки и столбцы матрицы. Цель игрока 1, выбирающего строки, получить максимальный выигрыш. Цель игрока 2, выбирающего столбцы, минимизировать выигрыш игрока 1. При имитации удобно представлять этот процесс в виде графа. Это позволяет использовать понятия траекторий движения, стоимости вершин. Стоимость начальной вершины равна цене игры.

Эксперименты заключались в проведении турниров среди игроков, использующих разные стратегии. Словом «ход» будем обозначать один выбор игроком строки или столбца. Словом «партия» будем обозначать процесс выбора игроками заданного на входе модели какого-то количества ходов. В процессе моделирования (в каждой партии) формируются статистические оценки стоимости вершин и вероятностей переходов. Обозначим S(i) – статистическая оценка стоимости вершины i. Результат партии определялся следующим образом:

S(0)>1,86 – победа игрока, выбирающего строки;

S(0)<1,84 – победа игрока, выбирающего столбцы;

1,84≤S(0)≤1,84 – ничья.

За победу присуждалась 1, за ничью 0,5.

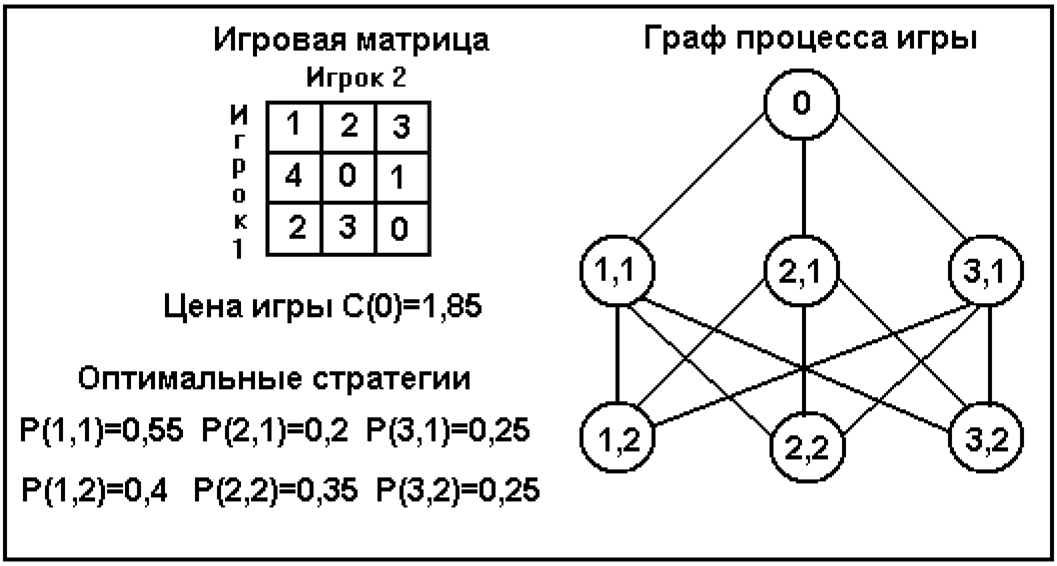

Рис. 1. Матричная игра 3Х3

В турнире участвовали игроки, использующие различные стратегии.

SP1 – оптимальная стратегия. Вероятности выбора строк (вершин графа) 0,55; 0,2; 0,25. Вероятности выбора столбцов 0,4; 0,35; 0,25.

Для игроков, использующих другие стратегии, были выдвинуты следующие требования, встречающиеся в реальных условиях.

игроки не знают абсолютные оценки стоимости вершин (значения игровой матрицы);

игроки ничего не знают о стратегиях, используемых другими игроками;

игрокам известны текущие статистические оценки стоимости вершин;

стратегии должны быть легко реализуемы на практике.

В результате для экспериментов были выбраны стратегии SP2 – SP5.

SP2 – выбор вершины с вероятностью, пропорциональной S(i) (с учетом цели игрока).

SP3 –если после выбора i-й вершины ход оказался неудачным, на следующем ходу игрок выбирает другую вершину (для игрока, выбирающего строки, ход считается неудачным, если приз меньше S(0), для игрока, выбирающего столбцы, ход считается неудачным, если приз больше S(0)). Новая вершина выбирается с вероятностью, пропорциональной S(i), (с учетом цели игрока).

Для стратегий SP2 и SP3 важно набрать объективную первоначальную статистику. Если одна вершина случайно окажется «плохой», то из-за малой вероятности ее выбора будет долго такой и оставаться.

SP4 – простой последовательный перебор вершин независимо от ситуации.

SP5 – игрок меняет вершину в том случае, если сделал неудачный ход. Выбор вершины детерминированный, простым перебором.

При моделировании в каждой партии каждый игрок делал по 50 000 ходов.

Основные цели моделирования заключались в сравнительной оценке стратегий по двум критериям:

– относительная сила игроков (количество набранных очков);

– близость получаемой статистической оценки S(0) к абсолютной оценке C(0).

Результаты турнира приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты турнира 1

Стратегия	**SP1**	**SP2**	**SP3**	**SP4**	**SP5**	**Очки**
SP1	h	0,5 1,84 C	0,5 1,84 C	0,5 1,85 C	0,5 1,85 C	2
SP2	0,5 1,84 R	h	1 0,82 C	0 1,79 R	0 1,79 R	1,5
SP3	0,5 1,84 R	0 1,82 R	h	0 1,56 R	0 1,53 R	0,5
SP4	0,5 1,85 R	1 1,79 C	1 1,56 C	h	1 3,0 R	3,5
SP5	0,5 1,85 R	1 1,79 C	1 1,53 C	0 3,0 C	h	2,5

В верхней части ячеек приведены результаты партий. Последний столбец показывает количество набранных очков игроком в турнире. В нижней части ячеек приведены значения S(0), полученные в соответствующих партиях. Буквой обозначено, строки или столбцы выбирал игрок во время партии: R означает, что игрок выбирал строки, пытаясь увеличить стоимость партии, C означает, что игрок выбирал столбцы, пытаясь уменьшить стоимость партии.

По результатам турнира 1 можно сделать следующие выводы.

Игрок SP1, применяющий оптимальную, с математической точки зрения, стратегию, обеспечивает во всех партиях приз, примерно равный вычисленной абсолютной цене игры. Поэтому он со всеми игроками делает ничью (с позиции силы). Это походит на сильного шахматиста, который делает со всеми игроками ничью (независимо от их силы) на основании того, что начальная позиция объективно равная.

Игроки SP2 и SP3, выбирающие вершины с вероятностями, зависящими от текущих статистических оценок, набрали наименьшее число очков. Это связано с тем, что статистические оценки стоимости вершин изменяются относительно медленно. Поэтому игроки, использующие такие оценки для принятия решений, консервативны, не реагируют оперативно на изменение обстановки.

Лучшие результаты показали игроки, «энергично», детерминировано меняющие выбор вершин. Их турнирная победа над игроком SP1 обеспечена более успешным выступлением против «слабых» игроков. Успех игрока SP4, использующего самую простую стратегию, неожиданный, но объяснимый. Он связан со спецификой игры и особенностями игроков SP3 и SP5. Они только после неудачного хода меняют выбор. А игрок SP4 меняет выбор всегда. Поэтому изменение выбора игроками SP5 и SP3 оказывается несвоевременным.

С точки зрения получения оценки стоимости игры (близости S(0) к C(0)) стратегии SP4 и SP5 оказались, наоборот, значительно хуже стратегий SP2 и SP3. Например, в партии SP2 и SP3 стоимость S(0) = 1,82, а в партии между SP4 и SP5 получено S(0) = 3,0.

Поэтому для организации информационного процесса, целью которого было бы получение оценки стоимости игры, в данных условиях слабые игроки подошли бы больше, чем сильные.

В следующей серии экспериментов значения игровой матрицы были случайными величинами. Через каждые 100 ходов начальные значения игровой матрицы умножались на равномерно распределенную случайную величину от 0 до 2 (на самом деле модельные величины были в 1000 раз больше для использования целых чисел).

В турнире 2 участвовали те же игроки, что и в турнире 1.

Таблица 2

Результаты турнира 2

	SP1	**SP2**	**SP3**	**SP4**	**SP5**	**Очки**
SP1	h	0.5 1,84 C	0 2,0 C	0.5 1,85 C	0 2,3 C	1
SP2	0,5 1,84 R	h	0 1,94 C	0 1,81 R	0 1,49 R	0.5
SP3	1 2,0 R	1 1,94 R	h	0 1,7 R	0 1,46 R	2
SP4	0.5 1,85 R	1 1,81 C	1 1,7 C	h	1 2,05 R	3.5
SP5	1 2,03 R	1 1,49 C	1 1,46 C	0 2,05 C	h	3

Результаты турнира 2 (табл. 2) показывают, что в условиях случайного изменения стоимости вершин увеличилось преимущество игроков, часто меняющих свой выбор. Оптимальная стратегия, использующая фиксированные вероятности выбора вершин, оказалась неэффективной.

Стратегии, для которых выбор вершин зависит от S(i), в матричных играх показали плохие результаты. Одну из основных причин этого продемонстрируем на модели игры, представленной на рис. 2. Если игрок 1 всегда выбирает вершину с максимальной величиной S(i) а игрок 2 всегда выбирает вершину с минимальным значением S(i), возникает циклический процесс, изображенный на рис. 3. Ось X – разность текущих статистических оценок вершин, выбираемых первым игроком, ось Y – разность текущих статистических оценок вершин, выбираемых вторым игроком. В области 1 первый игрок всегда выбирает вершину [1,1] (строку 1), пытаясь увеличить S(0), а игрок 2 всегда выбирает вершину [1,2] (столбец 1), пытаясь уменьшить S(0). При этом S(1,1) и S(1,2) постепенно увеличиваются. Происходит переход в область 2. Игрок 1 продолжает выбирать вершину [1,1], а игрок 2 начинает выбирать вершину [2,2]. Стоимости этих вершин начинают уменьшаться. Процесс становится циклическим. Причем на каждом новом витке переход из одной области в другую осуществляется все дольше (с точки зрения количества ходов), так как необходимо все больше реализаций для существенного изменения старой статистики. Это говорит о необходимости разработки алгоритмов обновления статистик.

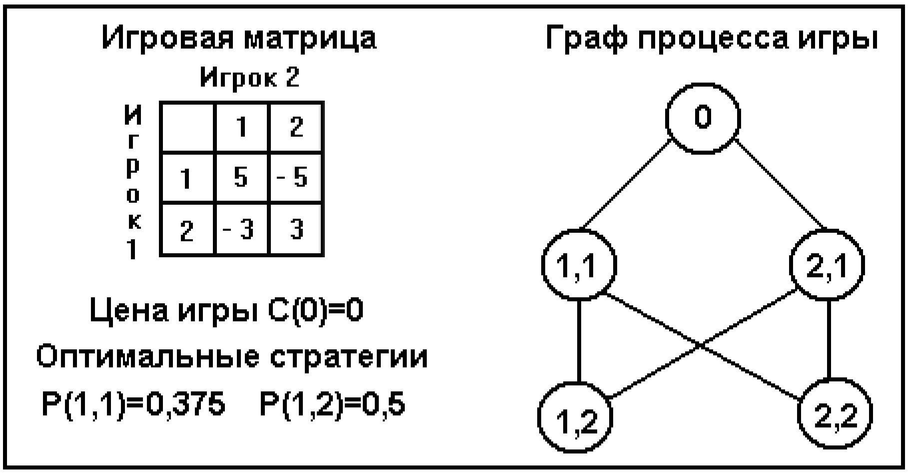

Рис. 2. Матричная игра 2X2

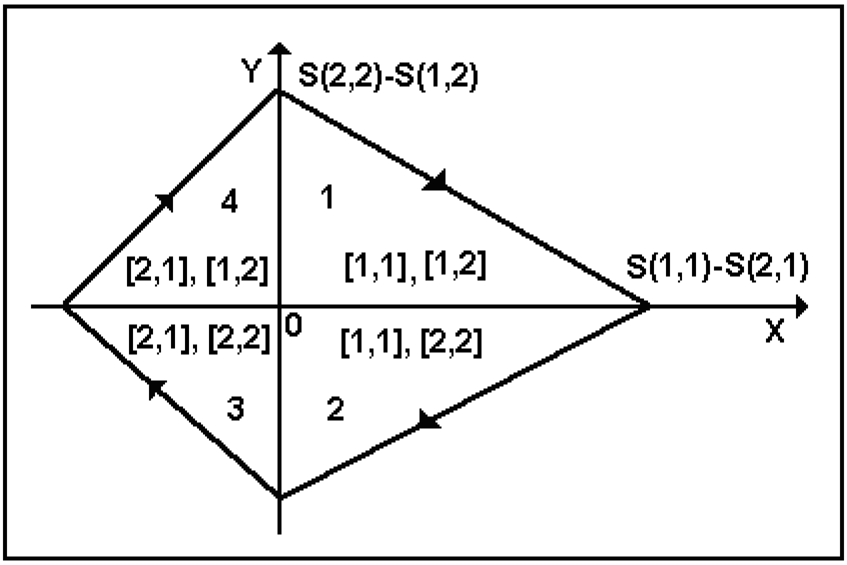

Рис. 3. Циклический процесс

Приведенные результаты показывают, что априорные процедуры принятия решений могут быть эффективны даже при отсутствии сведений о значениях игровой матрицы. Удобным методом анализа реальных алгоритмов является имитационное моделирование.

Литература

1. **Мак Кинси Дж.** Введение в теорию игр.: Пер. с англ./Под ред. Д. Б.Юдина. М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1960. 420с.
2. **Хэммонд Джон С., Кини Ральф Л., Райффа Говард.** Умный выбор: как научиться принимать правильные решения.: Пер. с англ. Новосибирск: Изд-во Сиб. унив., 2007. 187 с.