

Санкт-Петербургский государственный университет
информационных технологий, механики и оптики

Кафедра «Компьютерные технологии»

А.А. Шевченко, М.В. Костенко

Автоматическая генерация тактик для игроков в футбол

Санкт-Петербург
2010

Оглавление

Введение.....	3
1. Постановка задачи	4
1.1. Игровой эпизод.....	4
1.2. Игрок	5
1.3. Тактика	5
2. Алгоритм построения тактик.....	7
2.1. Выбор игрового действия игрока в общем случае.....	7
2.2. Выбор игрового действия игрока защищающейся команды	7
3. Подсчет вероятностей выигрыша игрового эпизода сторонами	9
4. Целесообразность использования генетического алгоритма.....	10
5. Генетический алгоритм	11
6. Результаты.....	12
Заключение	13
Источники	14
Приложение. Сгенерированная тактика для эпизода “стенка“ на поле 5x5.....	15

Введение

В настоящей работе исследуется возможность автоматического построения тактик поведения футболистов с использованием генетических алгоритмов. Работа базируется на бакалаврской работе Михаила Царева [1], в которой предложен новый метод описания поведения игроков во время футбольного матча.

Концепция данного метода состоит в том, что футбольный матч можно разделить на последовательность связанных между собой игровых эпизодов. Поэтому «игру команды можно рассматривать, как «большой» алгоритм, состоящий из нескольких частных алгоритмов, реализованных игроками команды. С формальной точки зрения футбольный матч можно рассматривать как ряд игровых действий и связей между ними. Игровые действия всегда имеют результат, который может быть положительным или отрицательным. Игровым эпизодом назовем множество связанных между собой игровых действий».

1. Постановка задачи

Пусть задан игровой эпизод и зафиксирован уровень выполнения игроками базовых действий (разд. 1.2).

Необходимо при заданных тактиках всех игроков одной команды построить оптимальную тактику для всех игроков другой команды.

В данной работе в качестве примера игрового эпизода рассматривается эпизод «стенка». В отличие от традиционной «стенки» при розыгрыше штрафного, в этом случае два нападающих обыгрывают одного защитника.

1.1. Игровой эпизод

Концепция игрового эпизода подробно описана в работе [1].

Для простоты, поле считается квадратом $n \times n$, каждый игрок в каждый момент времени находится в одной из клеток поля. На рис. 1 представлен пример поля 3×3 с игроками.

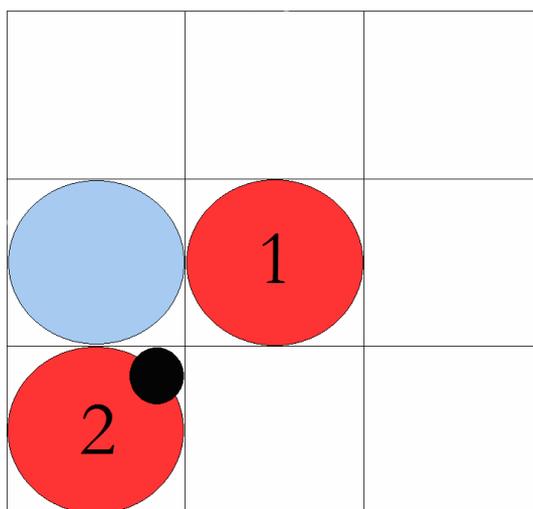


Рис. 1. Игровое поле

Синим цветом представлены игроки защищающейся команды, а красным – атакующей. Мяч находится у левого игрока атаки.

Игровой эпизод характеризуется следующими параметрами:

- числом игроков в каждой из команд;
- положением игроков на поле в начальный момент времени;
- игроком, владеющим мячом в начальный момент времени.

Нас будет интересовать развитие некоторого конкретного игрового эпизода. Для атакующей команды условие выигрыша следующее: добраться с мячом до заданных клеток поля. Для защитников – завладеть мячом.

1.2. Игрок

Игрок характеризуется следующими параметрами:

- алгоритмом действий (тактикой игры);
- уровнем выполнения базовых действий.

Таблица способностей содержит вероятности правильного выполнения элементарных действий игроком. Ниже приведен пример такой таблицы.

Таблица. Уровень выполнения игроком базовых действий

Название действия	Вероятность правильного выполнения
Перехват паса	0,6
Получение паса	0,99
Отбор мяча	0,5
Бег с мячом	0,8

1.3. Тактика

Для достижения цели работы – реализации автоматического построения тактик игроков, было необходимо разработать метод компьютерного представления тактик.

В процессе выполнения работы был сделан вывод о том, что двоичные деревья идеально подходят для представления тактики отдельного игрока в эпизоде. В результате, по сравнению с работой [1], было отброшено достаточно искусственное разделение игрового действия и его результата. При этом было получено древовидное представление тактики, которое удобно для хранения в памяти компьютера.

Также было отмечено, что все деревья тактик в одном игровом эпизоде обязаны иметь одинаковый скелет. При этом множество «изоморфных» вершин деревьев тактик всех игроков как раз и определяет текущую комбинацию игровых действий участвующих в эпизоде игроков.

В качестве примера на рис. 2, 3 представлены деревья тактик игроков атаки в игровом эпизоде «стенка». На рис. 2 представлено дерево тактики игрока с номером 1 (рис. 1), а на рис. 3 – игрока, который в начале обладал мячом (номер 2 на рис. 1). Каждый путь от корня дерева к одному из листьев представляет собой некоторое развитие эпизода. Использовались следующие обозначения: “area” – позиция на поле, “player's id” – номер данного игрока, “action” – игровое действие, совершаемое данным игроком, “targetPlID” – номер игрока, с которым данный игрок взаимодействует, “has ball” – факт обладания мячом.

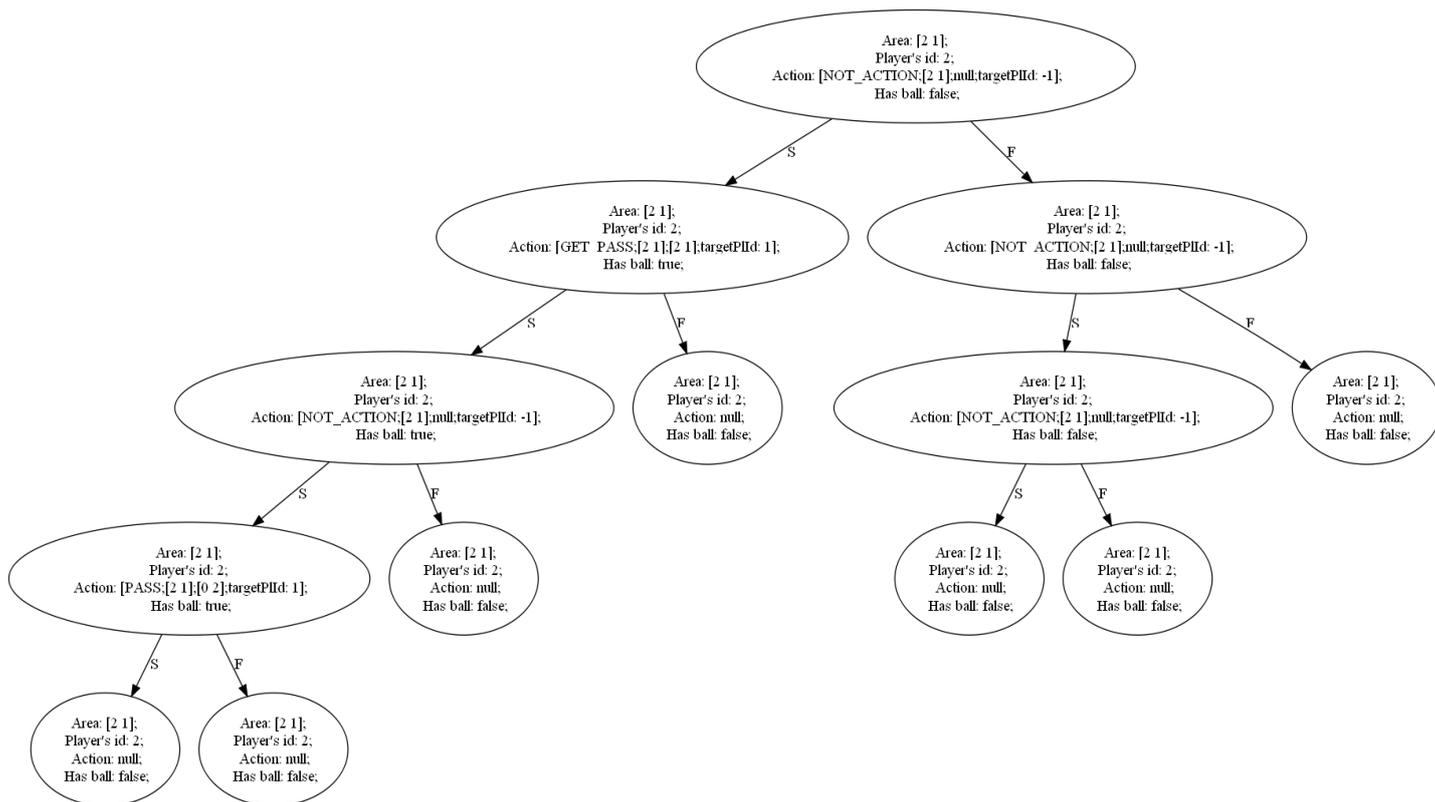


Рис. 2. Дерево тактики для игрока атаки 1

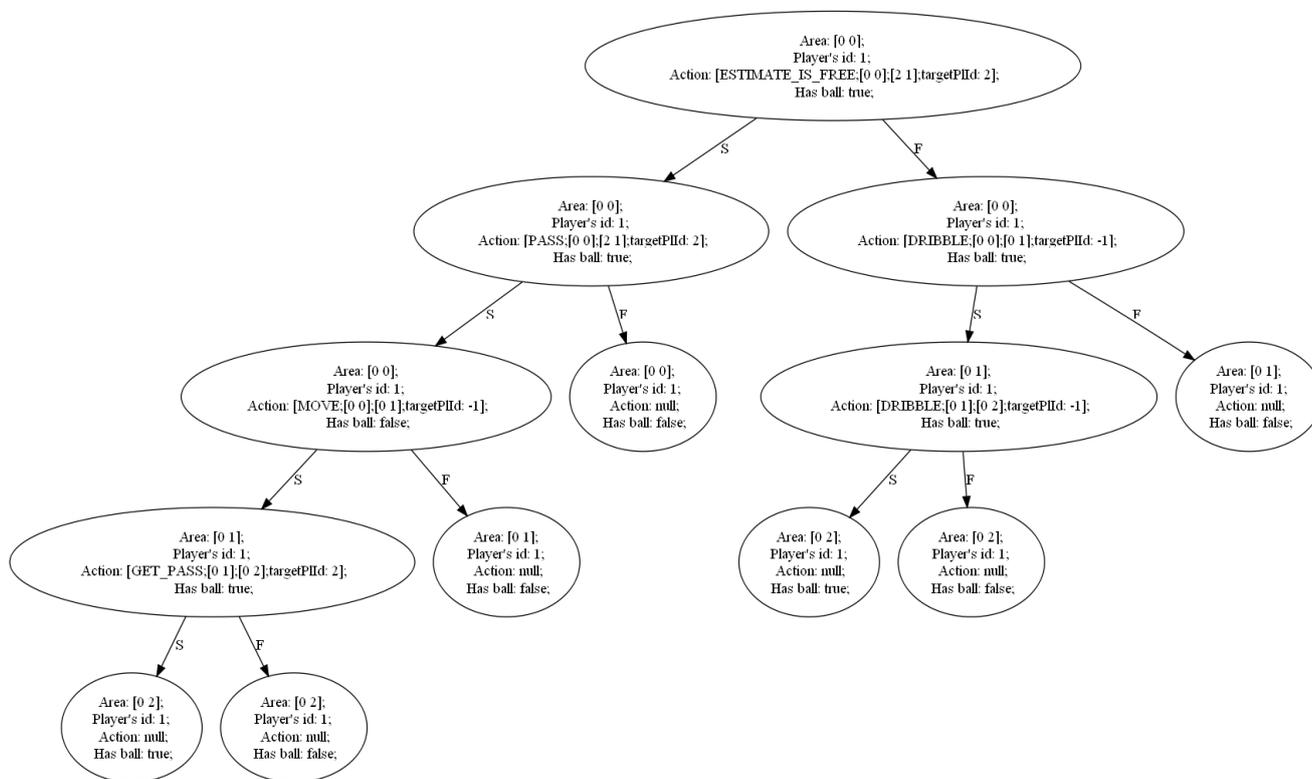


Рис. 3. Дерево тактики для игрока атаки 2

2. Алгоритм построения тактик

Для достижения цели, необходимо понять, каким образом по заданным тактикам игроков одной из команд построить тактики игроков другой команды. Предлагается следующая абстракция – в каждый момент времени каждый игрок выполняет свое действие в направлении не более чем одного игрока (своей команды или команды противника). Эта абстракция очень близка к жизни. Разрываясь даже между двумя (например, отбором мяча и перехватом мяча) возможными действиями, игрок не совершает ни одного из них должным образом. Таким образом, действие может быть направленным (на конкретного игрока) или ненаправленным.

2.1. Выбор игрового действия игрока в общем случае

Допустим, необходимо выбрать игровое действие для некоторого игрока, имея готовые тактики для игроков команды противника. Мы знаем, что его действие может быть направлено только на одного из игроков, причем, в случае защитника, это действие гарантированно направлено на игрока атаки, если вообще направлено на кого-то. Сначала необходимо выбрать, будет ли игрок совершать направленное действие (как перехват мяча) или ненаправленное (бег). Далее, если выбрано направленное действие, необходимо выбрать игрока, на которого оно направлено. И, наконец, требуется выбрать собственно действие.

До этого момента не было сказано ничего о выборе игрового действия. Заметим, в общем случае невозможно последовательно выбирать игровые действия для каждого из игроков команды, для которой генерируется тактика (в данном случае под тактикой команды понимается множество тактик игроков определенной команды). Например, создав игровое действие «отдать пас нападающему № 11», тем самым ограничиваются возможные действия игрока № 11 в данный момент. Скорее всего, он будет вынужден принять решение о приеме паса. Таким образом, генерирование игровых действий игроков должно происходить в некоторой степени «параллельно». Невозможно последовательно и независимо генерировать игровые действия для каждого из игроков.

2.2. Выбор игрового действия игрока защищающейся команды

Оказывается, в случае с генерированием тактики защищающейся команды возможно производить выбор игровых действий последовательно, так как все их игровые действия, если и являются направленными, то направлены на игрока атакующей команды. В случае с тактикой защищающейся команды, игровые действия ее игроков можно считать независимыми друг от друга. Даже коллективный отбор (игровое действие, состоящее в том, что несколько защитников пытаются одновременно отнять мяч у нападающего) можно представить как совокупность независимых действий защитников.

Алгоритм построения тактики защищающейся команды:

1. Построить каркас тактик для каждого из игроков защиты.
2. Последовательно для каждого игрока защиты заполнить этот каркас возможными игровыми действиями. Причем, заполнять каркас естественно сверху вниз. Поступая таким образом, всегда возможно узнать, где сейчас находится игрок, и обладает ли он в данный момент мячом.

Выбор игрового действия производится из множества игровых действий, которые в данный момент игрок может совершить. Это множество строится на основе игровых действий

противников, которым выбираются возможные противодействия исходя из положения игрока защищающейся команды на поле.

Например, в случае, если один игрок атаки пасует другому игроку, то любой игрок защиты стоит перед выбором: либо попытаться перехватить мяч, либо прессинговать игрока, получающего мяч, если возможно. Кроме этого, возможен вариант ненаправленного действия, когда игрок в данный момент активно не участвует в эпизоде.

3. Подсчет вероятностей выигрыша игрового эпизода сторонами

Для заданного игрового эпизода оказывается возможным получить вероятность выигрыша игрового эпизода одной из команд в рамках данной модели. Эпизод считается выигранным стороной, если в результате ее игроки оказались с мячом, причем на участке поля из заранее заданного «приемлемого для команды» множества. Для расчета вероятности выигрыша эпизода теперь остается рассчитать, с какой вероятностью определенный узел дерева тактики достигается. Получив эти значения для «листьев» дерева, тем самым, получается вся необходимая информация для расчета вероятности выигрыша.

Совершим обход дерева сверху вниз по каркасу дерева тактики, одновременно подсчитывая вероятность попадания в узел дерева на основании вероятности попадания в узел родителя, игрового действия, совершаемого родителем и характеристик игроков, активно участвующих в игровом действии родителя.

В результате такого обхода создается *дерево вероятностей* для игрового эпизода, которое может представлять самостоятельную ценность. Пример такого дерева представлен на рис.7. Использовались следующие обозначения: “P” – вероятность достижения данного узла, “Action” – действие игрока с мячом в данный момент, “wonID” – номер игрока, победившего в предыдущем игровом действии.

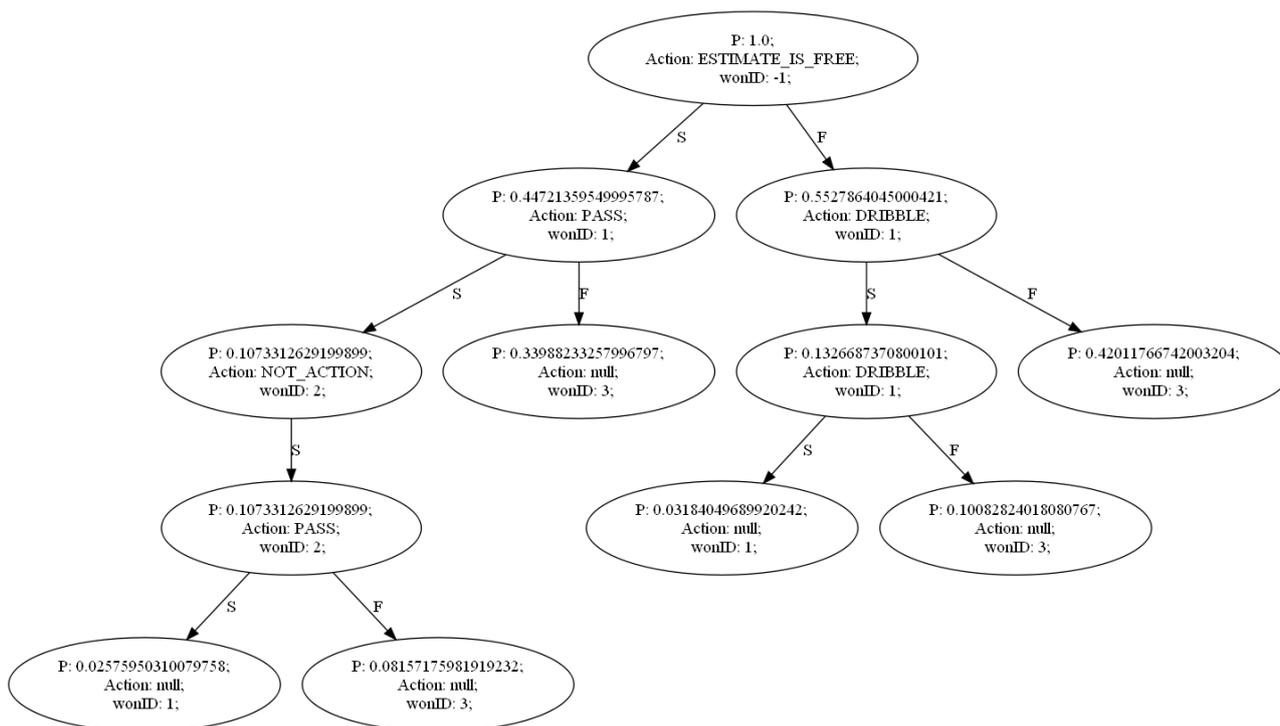


Рис. 4. Дерево вероятностей игрового эпизода «стенка»

4. Целесообразность использования генетического алгоритма

В работе [1] игровые эпизоды рассматривались на квадратном участке поля, разделенном на девять зон. В случае такого небольшого участка даже интуитивно понятно, что реально возможных развитий эпизода не так много. На рис. 5 представлен игровой эпизод «стенка» на поле 3x3.

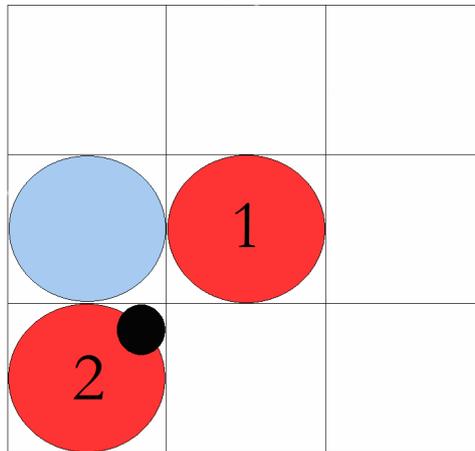


Рис. 5. Игровой эпизод «стенка» для поля 3x3

Более подробное описание данного игрового эпизода можно найти в работе [1].

Для этого игрового эпизода имеется менее 10000 возможных развитий (этот результат получен в работе [1]), из которых единицы являются разумными с точки зрения защищающейся команды. Такое относительно небольшое число вариантов легко перебирается на компьютере и из построенных вариантов выбирается наиболее выигрышный с точки зрения защищающейся команды.

В случае же большего размера поля (например, 5x5) та же «стенка» (представлена на рис. 6) «разрастается», поскольку движение более детализировано, и перебор всех возможных тактик не является приемлемым. В этом случае разумно прибегнуть к помощи генетических алгоритмов, пытаясь построить максимально приспособленную к данному игровому эпизоду тактику защиты.

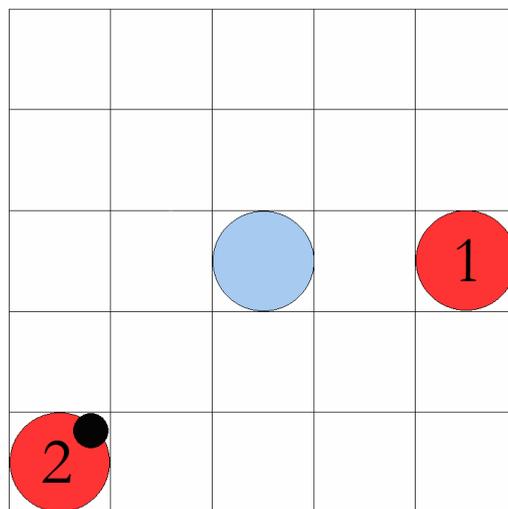


Рис. 6. Игровой эпизод «стенка» для поля 5x5

5. Генетический алгоритм

Для решения поставленной задачи возможно применение генетических алгоритмов. В качестве введения в теорию генетических алгоритмов можно использовать [2].

Применительно к данной работе:

- Особь – набор игроков одной команды.
- Функция приспособленности – оценка вероятности победы данной команды.
- Мутация – выбирается произвольный узел дерева и для него действие заменяется на другое возможное.
- Скрещивание тактик сложно представимо, поэтому реализовано не было.

6. Результаты

Для игрового эпизода «стенка» на поле 3x3 перебором получена тактика для команды защиты при заданной тактике атаки (рис. 2, 3). На рис. 7 представлено получившееся дерево тактики игрока защиты, а на рис. 4 – дерево вероятностей для эпизода, построенное для расчета вероятностей победы сторон.

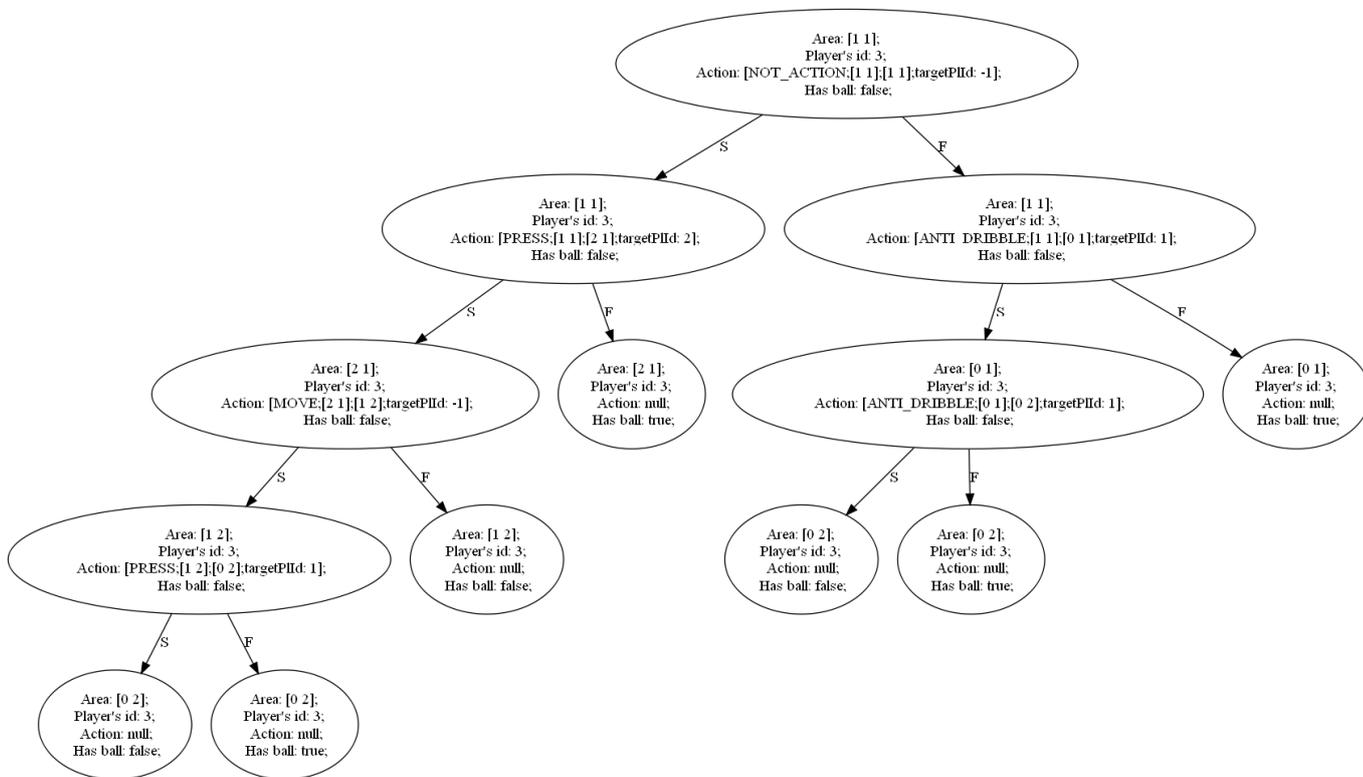


Рис. 7. Дерево тактики игрока защиты

Для игрового эпизода «стенка» на поле 5x5 с использованием генетических алгоритмов получена тактика для команды защиты при заданной тактике атаки. С результатами можно ознакомиться в Приложении.

Заключение

В работе представлен способ автоматического построения тактики игры футболистов. Он был опробован на типичном игровом эпизоде. Результаты оказались приближенными к реальной жизни. Также была установлена целесообразность использования генетических алгоритмов для решения поставленной задачи.

Сформулируем возможные направления дальнейших исследований в этой области:

- создание системы визуализации тактик на основе деревьев тактик;
- реализация полноценного генетического алгоритма;
- **увеличение сложности модели для получения более реалистичных результатов.**

Источники

1. *Царев М. Н.* Моделирование поведения футболистов в игровых эпизодах на основе графической нотации игровых эпизодов и Марковских цепей. Бакалаврская работа. СПбГУ ИТМО. 2009.
2. *Яминов Б.* Генетические алгоритмы.
<http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/unsorted/genetic-2005>

Приложение. Сгенерированная тактика для эпизода “стенка“ на поле 5x5.

На рис. 8, 9 представлены деревья тактик игроков атаки (№ 2 и № 1 на рис. 6), на рис. 10 – автоматически построенное дерево тактики игрока защиты, а на рис. 11 – дерево вероятностей для эпизода, используемое для расчета вероятностей победы сторон.

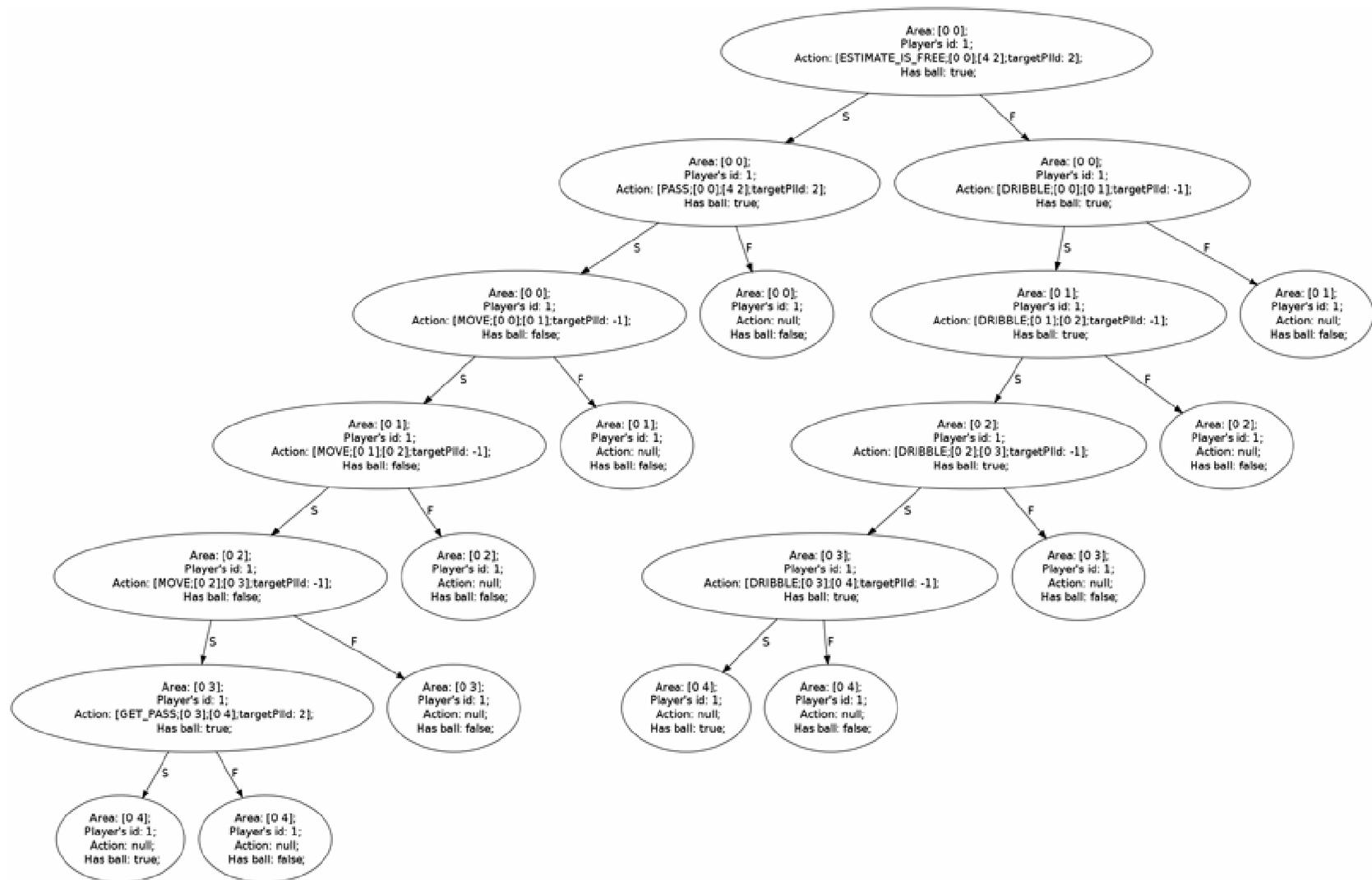


Рис. 8. Дерево тактики для игрока атаки №2

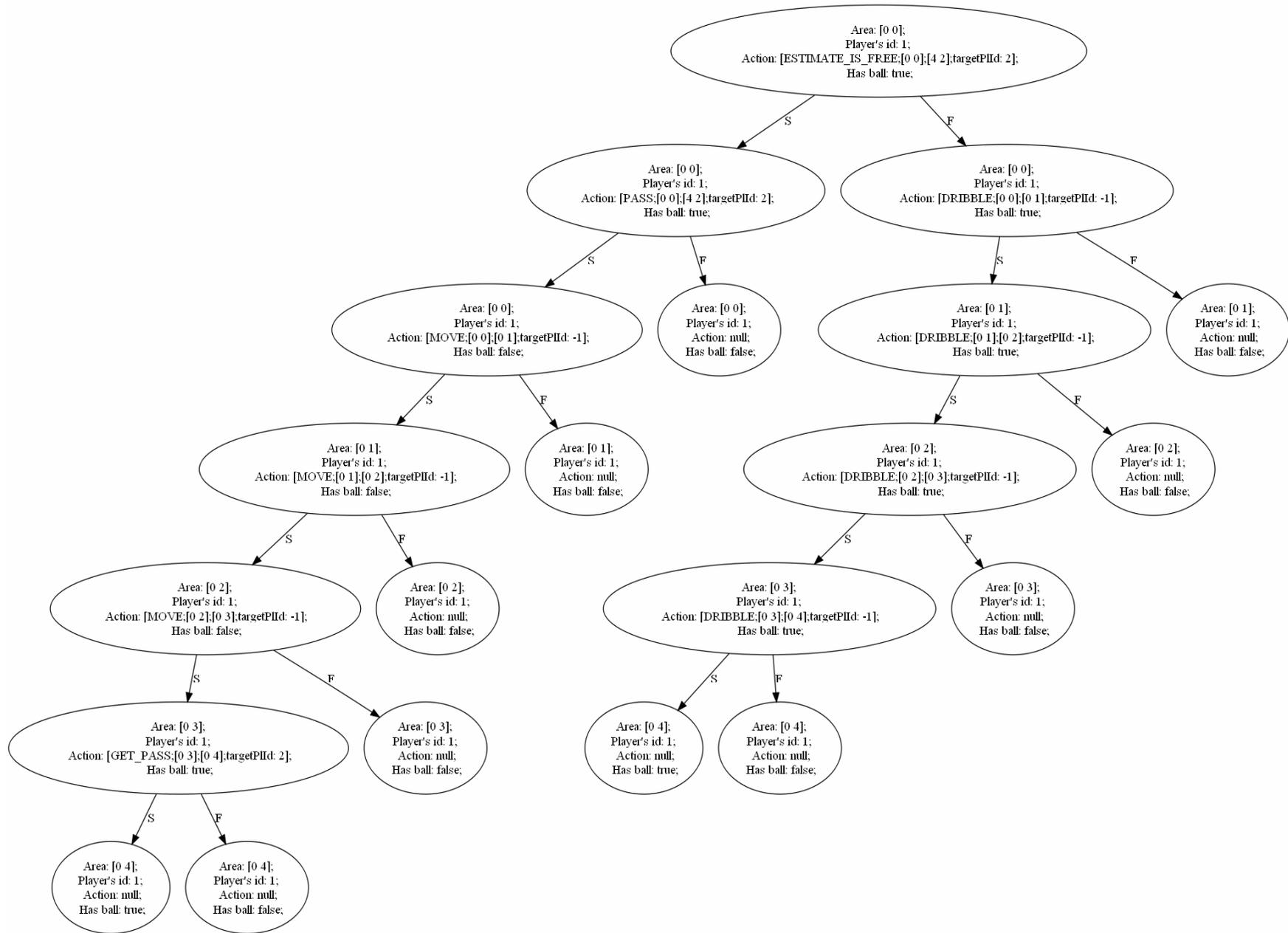


Рис. 9. Дерево тактики для игрока атаки №1

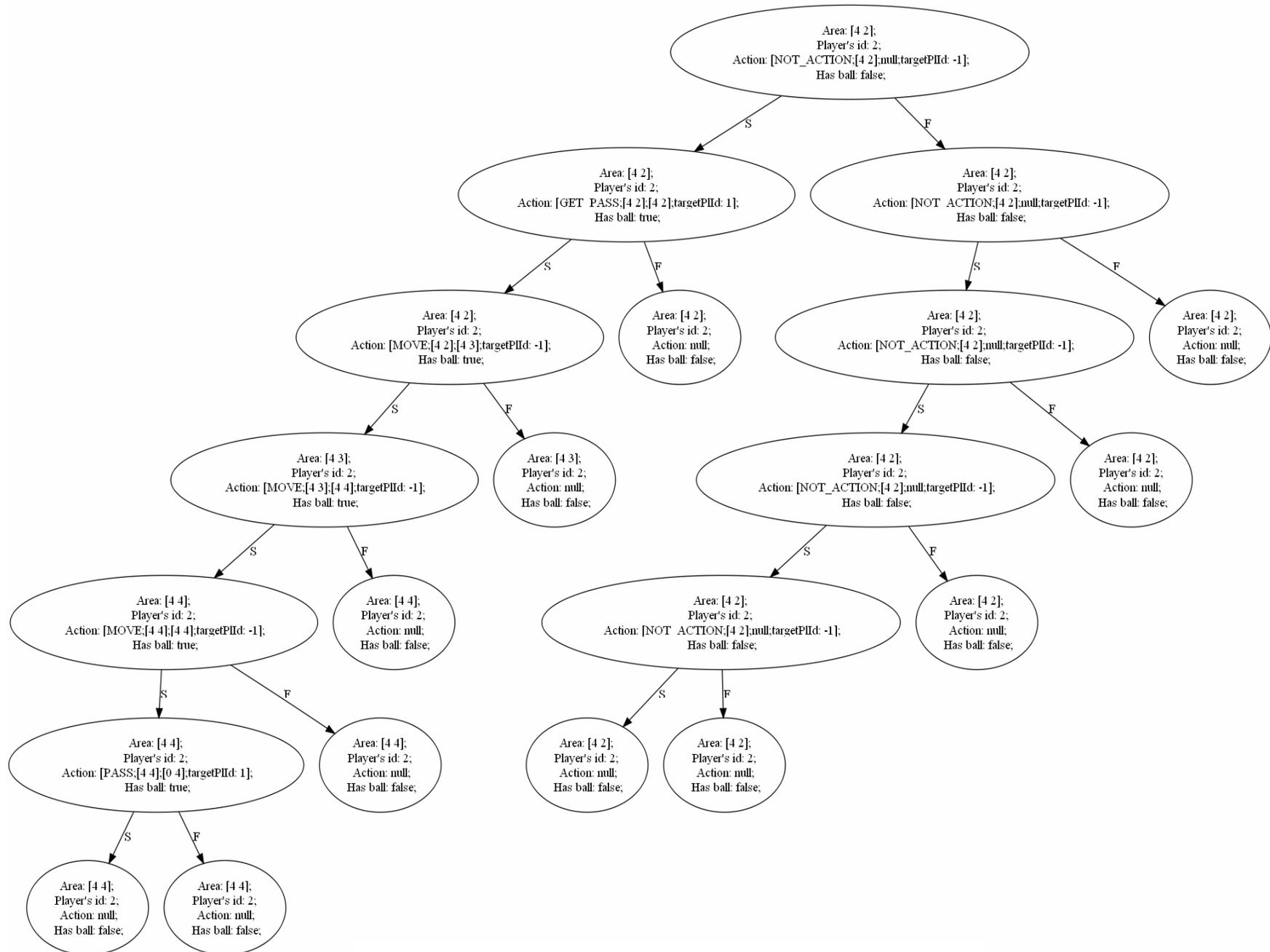


Рис. 10. Построенное дерево тактики для игрока защиты



Рис. 11. Построенное дерево вероятностей для игрового эпизода «стенка»