

Тема 3. ИСЧЕРПЫВАЮЩИЙ ПОИСК

3.3. Альфа-бета отсечение

Важной разновидностью метода ветвей и границ для решения игровых задач является *альфа-бета отсечение* (α - β -отсечение). Этот метод используется при построении деревьев игр. *Дерево игры* – это дерево, которое появляется в результате исследования (способом поиска с возвратом) всех возможных последовательностей ходов. Корнем дерева игры является начальная конфигурация игры, сыновья корня – это возможные позиции после хода первого игрока, сыновья этих вершин – это возможные положения после ответного хода второго игрока и т. д. Каждый лист дерева игры представляет собой возможное окончание игры. Обычно дерево игры оценивается с позиций первого игрока. Тогда каждый лист помечается значением выигрыша первого игрока. Значения других вершин дерева определяются значениями их сыновей. Для произвольной внутренней вершины N с сыновьями N_1, N_2, \dots, N_k значение $V(N)$ определяется следующим образом:

$$V(N) = \begin{cases} \max(V(N_1), \dots, V(N_k)), & \text{если уровень } N \text{ четный;} \\ \min(V(N_1), \dots, V(N_k)), & \text{если уровень } N \text{ нечетный.} \end{cases}$$

Таким образом, первый игрок стремится максимизировать свой выигрыш, а второй – минимизировать свой проигрыш. Такой метод называется методом *минимакса*, так как по мере продвижения вверх по дереву попеременно используются функции максимума и минимума. Ясно, что если при условии минимакса значение корня дерева равно нулю, игра всегда завершается ничьей.

Метод α - β -отсечений использует идею метода ветвей и границ для обрывания поддеревьев дерева игры. Как только для вершины определена оценка, то становится известна некоторая информация о значении ее отца. Если отец вершины принадлежит уровню, на котором вычисляется максимум, то значение, присвоенное вершине, является нижней границей значения ее отца. Нижняя граница уровня, в котором вычисляется максимум, называется α -значением. Если отец находится на уровне, в котором вычисляется минимум, получается верхняя граница оценки, которая называется β -значением. Пусть известно α -значение некоторой вершины N . Если значение любого другого потомка вершины N будет не меньше α -значения, то можно игнорировать оставшуюся часть дерева, расположенную ниже этого потомка. Такая ситуация называется α -отсечением. Она возникает, если вершина, расположенная на два уровня ниже вершины с α -значением, имеет меньшее значение, чем α . Подобным образом определяется и β -отсечение, которое возникает, когда вершина, расположенная на два уровня ниже вершины с β -значением (вершина с β -значением находится на уровне, где вычисляется минимум), имеет большее значение, чем β .

Рассмотрим процесс α - β -отсечений для дерева игры, представленного на рис. 3.7. Вершины, расположенные на четных уровнях (где вычисляется максимум), изображены квадратами, а вершины, расположенные на нечетных уровнях (где вычисляется минимум), – кружочками. Отсекаемые части дерева игры изображены пунктирными линиями.

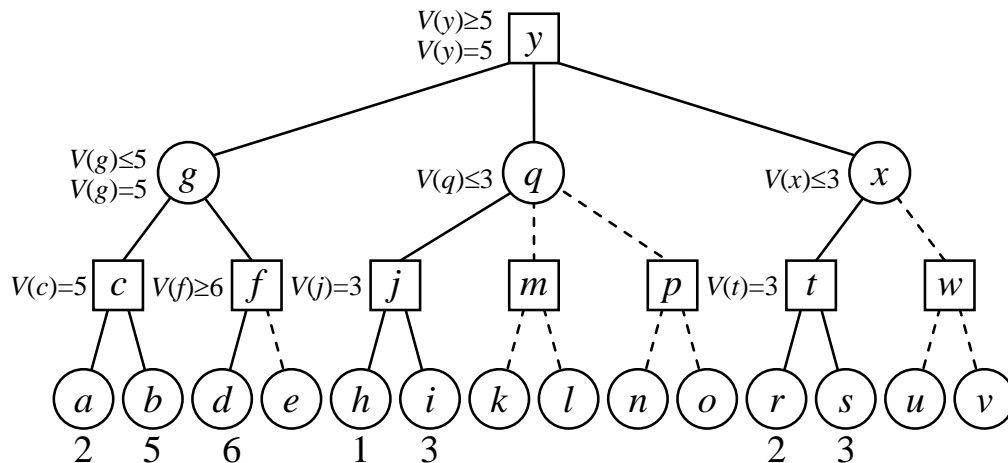


Рис.3.7. Дерево игры

После вычисления значения $V(c) = \max(V(a), V(b)) = 5$ становится известным β -значение для вершины g , равное 5, т. е. $V(g) \leq 5$. Поскольку $V(d) = 6$, то $V(f) \geq 6$, что больше β -значения вершины g . Поэтому значение вершины e не влияет на значение вершины g , т. е. $V(e)$ можно игнорировать (β -отсечение). В результате получается значение $V(g) = 5$ вершины g и становится известным α -значение вершины u , равное 5, т. е. $V(u) \geq 5$. После вычисления значения $V(j) = 3$ становится известным β -значение для вершины q , равное 3, т. е. $V(q) \leq 3$, что меньше α -значения вершины u . Поэтому поддерево с вершинами k, l, m, n, o, p можно игнорировать (α -отсечение). После вычисления $V(t) = 3$ и получения β -значения для вершины x , равного 3, также игнорируется поддерево с вершинами u, v, w (α -отсечение). В результате получается значение $V(y) = 5$ для вершины y и оптимальная стратегия игры, которая при условии минимакса дает наибольший выигрыш первому игроку. Таким образом, метод α - β -отсечений позволяет проверить только часть дерева игры вместо исследования всего дерева методом поиска с возвратом.