

Для создания шаблонов клон-игр (шаблонов игр с другим количеством элементов на карточке) были использованы проективные плоскости больших и меньших порядков. Получены варианты игр с 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13 элементами на карточке.

Список использованных источников:

1. Джеймс С. Коулман. Экономическая социология с точки зрения теории рационального выбора | Экономическая социология – 2004. – Т. 5, №3. – стр. 35-44.
2. [Электронный ресурс]: Математическая модель игры Доббль / Хабр - Habr. URL: <https://habr.com/ru/post/437140/>

ТАЙНЫ СУДОКУ И НЕ ТОЛЬКО

Карымов А.Г., Якимович А.А., Зенькевич И.Н.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Борисенко О.Ф. – к.ф-м.н., доцент

В данной статье мы рассматриваем алгоритм генерации Судoku и основные методы решения полученных головоломок с частотой их использования.

Алгоритм генерации Судoku

Для рассмотрения методов решения Судoku введём следующие понятия:

- Малый квадрат. Это квадрат размером 3x3. Верхние строки таких квадратов A, D, G, а левые столбцы 1, 4, 7.
 - Район. Это 3 рядом стоящих малых квадрата по вертикали или по горизонтали.
1. Заполним первый горизонтальный район. Для этого в первой строке последовательно разместим числа 1-9, две оставшиеся строки верхнего района заполним, сдвинув строку находящуюся выше на 3 позиции влево, т.е. расположив числа 4-9, 1-3 и 7-9, 1-6 во вторую и третью строку первого района соответственно. Следующие районы заполняются смещением на 1 позицию влево предыдущего района. Таким образом, мы получаем некоторую базовую сетку.
 2. Введем некоторые действия, которые не изменят правильность заполнения сетки Судoku :
 - Транспонирование сетки Судoku;
 - Перестановка двух строк в одном районе;
 - Перестановка двух столбцов в одном районе;
 - Перестановка двух районов по горизонтали;
 - Перестановка двух районов по вертикали;
 - Перестановка двух цифр по всей сетке Судoku.
 3. Преобразовав базовую сетку Судoku нам необходимо создать головоломку. Какое количество подсказок следует убрать, чтобы обеспечить единственность решения? Это один из важнейших факторов, который влияет на сложность Судoku. Так как проектом Sudoku@vtaiwan было доказано, что решаемых Судoku с 16 подсказками не существует, то минимальное число подсказок – 17. При этом в горизонтальном районе не должно оставаться двух пустых строк, а вертикальном – столбцов. Так же очевидно, что среди подсказок должны быть хотя бы 8 различных цифр. Далее, удаляя каждую новую клетку следует проверить полученную головоломку на единственность решения.

Методы решения судoku

Для рассмотрения методов решения Судoku введём следующие понятия:

- Кандидат. Это возможное значение для определённой ячейки на данном этапе решения. Рассмотрим некоторые методы решения Судoku, использованные в нашей работе:

«Последний герой»

Данный метод используется при рассмотрении малых квадратов и заключается в следующем: если у нас есть некоторое число n , стоящее в строке или столбце поля, и эта строка или столбец в малом квадрате пересекает все пустые ячейки за исключением одной, то в оставшейся непересеченной ячейке находится именно это число n (если в малом квадрате этого числа нет).

Данный метод аналогичным образом можно использовать для строк и столбцов всей таблицы (рис. 1).

Рисунок 1. Пример применение метода “Последний герой”

Рисунок 2. Пример применение метода “Голые пары”

«Голые» пары

“Голая пара” или “чистая пара” базируется на рассмотрении двух ячеек в одной общей строке, столбце или малом квадрате. Если у нас есть по два кандидата a и b (числа, которые возможно могут стать в пустую ячейку) в двух ячейка одной строки, столбца или малого квадрата, то мы можем вычеркнуть все a и b из этой строки, столбца или малого квадрата, так как данные числа точно будут находиться в найденных ячейка содержащих «Голую» пару. Метод голых пар можно расширить до голых троек. Тройкой считаем комбинацию из трех клеток в трех ячейках, причем в каждой ячейке может быть как по два кандидата, так и по три, например $\{ab\}$, $\{ac\}$, $\{bc\}$ или $\{abc\}$, $\{bc\}$, $\{ac\}$. В примере пары найдены в первой и третьей строках (рис. 2).

Скрытые пары

Иногда для выхода из тупиковых ситуаций применяется метод поиска *скрытых пар*. При нахождении скрытой пары можно вычеркнуть всех остальных кандидатов из ячеек содержащих пару. В данном примере (рис. 3) видно, что “6” и “7” есть в двух ячейках в правом верхнем углу, причем они больше не встречаются в правом верхнем квадрате. Очевидно, что в **A8** и **A9** могут содержать только эти числа, тогда всех остальных кандидатов мы можем убрать. Ограничивающей областью может выступать не только малый квадрат, но и строка, и столбец.

Указывающие пары и тройки

Если в малом квадрате (строке или столбце) один кандидат встречается лишь в двух ячейках (т. е. образуют *указывающую пару*) одной строки или столбца (одного малого квадрата), то мы можем убрать этого кандидата из всех остальных ячеек строки или столбца (малого квадрата) содержащей *указывающую пару*. Для примера рассмотрим данную головоломку (рис. 4). В правом верхнем малом квадрате, “3” имеется только в ячейках **B7** и **B9**. Следовательно, мы убираем “3” из **B1**, **B2**, **B3**. Аналогичные рассуждения верны и для “2” из центрального нижнего малого квадрата, убираем кандидата из **G2**.

Рисунок 3. Пример применение метода “Скрытые пары”

Рисунок 4. Пример применение метода “Указывающие пары и тройки”

Статистические данные

Эмпирически нами были получены данные о частоте встречаемости методов.

Для решения Судоку с количеством подсказок большим, чем 25 использовался в основном метод *«Последний герой»*.

Однако при решении Судоку с количеством подсказок меньшим, чем 25, имеет место следующая статистика:

- «Последний герой»* использовался в 39,19% случаев.
- «Голая» пара* использовался в 16,22% случаев.
- Указывающая пара* использовался в 39,86% случаев.
- Скрытая пара* использовался в 3,03% случаев.
- Остальные методы* использовались в 1,7% случаев.

В данной работе был рассмотрен алгоритм генерации Судоку, а также методы решения полученных головоломок. В дальнейшем планируется улучшить алгоритм генерации.