

УДК 004.91

А.С.Старостенко (5 курс, каф. КИТвП), М.А.Курочкин, к.т.н., доц.

## СТРАТЕГИИ РАЗМЕЩЕНИЯ УСЛОВНЫХ ЗНАКОВ ПРИ СИНТЕЗЕ ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ. КОМБИНИРОВАННЫЙ АЛГОРИТМ РАЗМЕЩЕНИЯ

Целью данной работы является исследование и разработка алгоритма автоматизации размещения условных знаков на цифровой тематической карте. Под задачей размещения понимается расстановка всех изображений условных знаков  $\{A_i\}$  на карте с заданным качеством  $\{Q\}$ , удовлетворяющая указанному набору критериев  $\{K\}$ .

Для решения этой задачи необходимо:

- формализовать требования качества, предъявляемые к решению, и методы его оценки;
- классифицировать возможные стратегии решения задачи размещения;
- определить аппарат из числа фундаментальных и прикладных наук, привлекаемый к решению задачи, и оценить применимость такого аппарата;
- разработать алгоритмическое обеспечение решения задачи размещения условных знаков на тематической карте за конечное время. Оценить его работу и определить область его применимости.

Область определения задачи размещения – декартово произведение областей размещения всех условных знаков, задача является NP-полной, поэтому не может быть решена в реальном машинном времени. Для решения задачи за приемлемое время необходимо выработать эффективные методы сокращения размерности пространства поиска решения.

Размерность задачи определяется числом условных знаков к расстановке, областью размещения каждого знака (числом возможных положений условного знака в своей области размещения), многообразием модификаторов и интервалами модификации.

Исходя из перечисленных выше составляющих, можно выделить подходы к сокращению размерности задачи:

- за счет быстрого и эффективного удаления из рассмотрения знаков или групп знаков, не содержащих конфликтов;
- за счет быстрого устранения из рассмотрения тех регионов размещения, в которых может наблюдаться конфликт;
- за счет выработки эвристических алгоритмов изменения обстановки.

Стратегий ухода от NP-полноты может быть множество, все они дают эвристическое решение, не являющееся гарантированно оптимальным. Рассматриваются два альтернативных подхода к решению задачи размещения: последовательный и региональный.

Последовательный подход подразумевает независимую расстановку  $k+1$  знака от предыдущих  $k$  расставленных. Выполняется поиск решения в области размещения условного знака с помощью применения множества допустимых модификаторов. Если знак невозможно расставить, то он относится к списку неудач без возможности возврата. Основными особенностями такого метода являются линейность и локализация конфликта размещения.

Региональный метод размещения условных знаков основан на анализе областей размещения условных знаков, позволяющем значительно сократить размерность задачи. Решение о наличии конфликта выносится на основе анализа пересечения областей размещения знаков.

Знаки наносятся на карту одновременно. Матрица  $M$  отражает наличие конфликта между парой условных знаков. Вводится  $\xi$ -фактор, ставящий в соответствие каждому знаку некоторую площадную оценку (оценка величины площади знака, площади размещения, отношения площади знака к площади размещения и т.д.). Знаки сортируются по  $\xi$ . Производится выявление непересекающихся участков областей размещения и поиск решения в этой группе областей. Такое необходимое условие непересекаемости знаков позволяет выявить наиболее благоприятные, с точки зрения конфликтности, области, и вести оптимизацию штрафного функционала внутри них. Если результирующие области не позволяют разместить в них знаки, ведется эвристический поиск решения в исходной области размещения.

С одной стороны, метод вычислительно трудоемок, а с другой - осуществляется попытка разрешить конфликты с учетом их влияния друг на друга. При этом решение одного конфликта не ведет к возникновению другого.

Для реализации региональной стратегии необходим механизм отсечения областей размещения. Анализ предметной области позволил свести задачу к задаче отсечения многоугольников и привлечь мощный аппарат вычислительной геометрии к ее решению.

Основные характеристики описанных методов приведены в табл. 1, где  $N$  – число условных знаков к расстановке,  $n$  – среднее число ребер в многоугольнике-области размещения.

Таблица 1.

Последовательный	Региональный
Вычислительная сложность: $O(N)$	Вычислительная сложность: $O(N^2 + \log N + N \cdot n)$
– Линейная сложность – Результат зависит от порядка внесения знаков – Большое число нерасставленных знаков	– Квадратичная сложность – Функция штрафа не минимизируется – Полная информация о конфликтах на карте

Был выработан комбинированный алгоритм решения задачи размещения, синтезирующий последовательный и региональный подходы:

- идея последовательной расстановки условных знаков на карту как наименее вычислительно трудоемкая. Достигается локализация конфликта (уменьшение размерности решаемой задачи за счет сокращения числа знаков);
- область поиска решения ограничивается бесконфликтной ее частью, а в случае неудачи расширяется до исходных размеров (сокращение размерности решаемой задачи за счет числа положений в области размещения);
- вводится механизм отката – корректировки положения уже расставленных  $k-1$  знаков с учетом положения знака  $k$  – причины конфликта. Сортировка условных знаков по  $\xi$ -фактору сокращает число откатов, но не влияет на возможность нахождения/ненахождения решения.

Оценка работы комбинированного алгоритма была проведена с помощью экспериментального прототипа системы. Получены следующие результаты:

- Линейная алгоритмическая сложность.
- Вычислительная сложность не зависит от насыщенности карты.
- Вычислительная сложность зависит от свободы перемещения знака в своей области размещения. Изменение оператором области размещения позволяет увеличить процент расставленных знаков.
- Процент расставленных знаков зависит от насыщенности карты.

- Увеличение числа знаков, расставленных с помощью процедуры отката, находится в диапазоне 3%-25%.
- Метод может быть рекомендован для размещения условных знаков без выраженной иерархической связи на картах любой степени насыщенности.
- Метод может быть рекомендован для работы с условными знаками, размещаемыми в произвольных полигональных областях.