

## Автоматическое распознавание контуров зданий на картографических изображениях

*Чернов А. В., Титова О. А., Чупшев Н. В.*

ache@smr.ru

Самара, Институт систем обработки изображений РАН,  
Самарский государственный аэрокосмический университет

Рассматривается задача автоматической геопривязки (калибровки) изображений топографических планов по координатной сетке и задача автоматизированного распознавания на них контуров зданий. Использование разработанных алгоритмов и программных средств позволяет в 3–4 раза сократить время ручных операций при векторизации топопланов.

В рамках создания кадастра недвижимости, инфраструктуры пространственных данных, проводятся работы по переводу бумажных архивов топографических планов городской застройки (планшетов) в цифровой вид. Технология перевода состоит из следующих этапов:

- 1) сканирование бумажных оригиналов и предварительная обработка;
- 2) геометрическая коррекция (калибровка) по координатной сетке;
- 3) ручная или полуавтоматическая векторизация.

Второй этап традиционно выполняется с помощью интерактивных программных средств, позволяющих оператору указать на изображении положение опорных точек (узлов координатной сетки, «крестов»), а затем выполнить геометрическую трансформацию. Затраты времени оператора в среднем составляют от 10 до 20 мин на топоплан (планшет).

Существующая практика использования на третьем этапе автоматических методов распознавания отдельных объектов показывает их малую эффективность из-за наличия в результате недоводов, петель, несовпадающих контуров, что требует ручной постобработки. Высокая трудоемкость ручного труда (от 3 до 5 рабочих дней на планшет) не дает возможности создания полноценных векторных цифровых планов крупных городов масштаба 1:500 за приемлемое время. Поэтому общая тенденция состоит в векторизации только объектов необходимых слоев (здания, уличная сеть).

Разработанные и представленные в докладе алгоритмы и программные средства полностью автоматизируют второй этап геопривязки и позволяют автоматизировать векторизацию зданий на третьем этапе при значительном снижении уровня ошибок и сохранении межобъектных связей в получившемся результате.

### **Алгоритмическое и программное обеспечение автоматической геопривязки**

На топографических планах координатная сетка представлена в виде внутренней рамки размера  $50 \times 50$  см и пересечений координатных линий (крестов) через каждые 10 см. Реализована технология автоматического поиска крестов и геометрической трансформации изображений, состоящая из следующих этапов:

- нахождение положения внешней рамки планшета и угла ее поворота;
- расчет начального положения крестов и углов внутренней рамки;
- уточнение положения крестов на основе специализированных корреляционных операторов, учитывающих их инвариантность относительно поворота на 90, 180, 270 градусов;
- фильтрация набора опорных точек для неверно найденных или неверно нанесенных на оригинал крестов;
- геометрическая трансформация (при необходимости, с обрезкой по внутренней рамке планшета) и запись выходного файла привязки.

Технология внедрена в Главархитектуре г. Самары и ряде других организаций. Соответствующее программное обеспечение работает в пакетном фоновом режиме, количество отказов в автоматической обработке (обусловленных, чаще всего, ошибками операторов при сканировании) составило менее 2 процентов.

### **Алгоритмическое и программное обеспечение автоматического распознавания контуров зданий**

Объекты распознавания — здания представляют собой замкнутые контуры «почти прямоугольной формы», внутри которых расположена надпись (метка) типа «Ж», «ДЖ», «2КЖ», и пр. параллельно длинной стороне здания. Контуры объектов представлены в виде черных линий одинаковой толщины в несколько пикселей. К результату распознавания предъявляются требования замкнутости, сохранения прямых углов, отсутствия лишних точек «излома» контура, ложных контуров, совпадения границ соседних объектов, а также требования по максимальной погрешности отклонения относительно исходного растрового оригинала.

Реализованы алгоритмы и программные средства предварительного распознавания контуров зданий с последующей возможностью быстрого нахождения и исправления ошибок оператором. Процесс распознавания контуров зданий на топопланах состоит из следующих шагов.

- Построение «остова» исходного бинарного или полутонового изображения.



Рис. 1. Фрагмент исходных данных и результат распознавания.

- Построение по остову линейно-узловой структуры в виде графа с вершинами — точками ветвления и ребрами — ломаными между ветвлениями.
- Предварительная обработка остова (замыкание некоторых линий) и его упрощение (удаление мелких полигонов, петель, спрямление и уменьшение количества точек ломаных, спрямление углов между ломаными), с сохранением допустимого положения узлов и ребер (без выхода за границы исходных растровых линий).
- Построение на основе остова замкнутых полигонов, предварительно классифицируемых как здания — объединение нескольких полигонов, имеющих близкие к прямоугольным углы и ярко выраженное преимущественное направление линий.
- Нахождение внутри потенциальных контуров зданий надписей вида *этажность* (число больше 2 или пропуск), *огнестойкость* («К», «П», «Д» или пропуск), *заселенность* («Н», «Ж»).
- Получение окончательного набора контуров зданий и создание векторных объектов в геоинформационных системах с записью семантических данных из распознанной надписи.

В результате работы программы создается топологически корректная структура распознанных векторных объектов типа «здания» и набор контуров, не идентифицированных однозначно как здания, по которым решение принимает оператор. Технология в настоящее время внедряется в ряде организаций г. Самары. Предварительные исследования показывают снижение трудоемкости ручного ввода с 4–8 до 1–2 часов на планшет.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках программы «Развитие научного потенциала высшей школы (2006–2008 годы)», правительства Самарской области и Амери-

канского фонда гражданских исследований и развития (CRDF Project RUX0-014-SA-06), при поддержке грантов РФФИ № 07-07-97603-р-офи и № 07-07-97610-р-офи.