

Исследование возможности применения известных геоинформационных систем для обнаружения элементов дорожно-транспортной инфраструктуры

© М.В. Филиппов, Н.В. Чичварин

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

В статье проанализированы особенности известных геоинформационных систем (ГИС) и беспилотных летательных аппаратов в случае последующего использования результатов зондирования комплексами воздушной разведки в дорожных информационных системах (ДИС). Рассмотрена также возможность применения этих систем для решения специфических задач ДИС. Описаны необходимые дополнительные компоненты для ГИС, обусловленные спецификой подобных задач. Представлен один из таких компонентов. Обоснованы пути дальнейших исследований.

Ключевые слова: геоинформационная система, дорожная информационная система, распознавание, дорожная сеть, инфраструктура.

Введение. В настоящее время вопросам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) уделяется повышенное внимание [1–3]. За рубежом и в РФ созданы и развиваются различные ГИС и комплексы, объединяющие средства воздушной разведки и ДЗЗ с ГИС. Средства ДЗЗ во все большей степени реализуются с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Анализ особенностей применения БПЛА для ДЗЗ подробно рассмотрен в публикациях [4–6]. В настоящей статье проанализированы особенности применения БПЛА в случае последующего использования результатов зондирования комплексами воздушной разведки в ДИС. Рассматривается также возможность применения известных ГИС для решения специфических задач с помощью ДИС (например, задача обнаружения (выявления) элементов дорожно-транспортной инфраструктуры в заданных точках дорожной сети).

Обзор наиболее распространенных ГИС. PHOTOMOD Radar разработки ЗАО «РАДАР», Россия. Система объединяет программные средства цифровой фотограмметрической обработки данных, позволяющих получать пространственную информацию на основе изображений практически всех коммерчески доступных съемочных систем, таких как кадровые цифровые и пленочные камеры, космические сканирующие системы высокого разрешения, а также радары с синтезированной апертурой. PHOTOMOD может использоваться как локальная полнофункциональная цифровая фо-

тограмметрическая станция или распределенная сетевая среда для реализации больших проектов.

Достоинства системы:

- замкнутый технологический цикл получения всех видов конечной продукции: ЦМР, 3D-векторов, ортофотопланов, цифровых карт без использования других программных продуктов;
- поддержка различных типов съемочных систем;
- широкий набор обменных форматов, обеспечивающий совместимость с другими фотограмметрическими и геоинформационными системами;
- поддержка большого числа систем координат, а также возможность задания собственной;
- автоматизация фотограмметрических процессов;
- возможность создания пользователем собственных модулей расширения (плагинов);
- распределенная сетевая среда для реализации больших проектов;
- контроль качества на всех стадиях технологического процесса;
- поддержка различных средств ввода (3- и 5-кнопочные мыши, специализированные 3D-манипуляторы).

Система получила широкое распространение в России и других странах.

Система “PHOTOMAP-MAKER” разработки ЗАО «Киберсо» (Россия). Программно-технологическое обеспечение системы позволяет получать цифровые фотоизображения одиночных снимков и формировать мозаичные изображения больших территорий. Система реализована на персональных ЭВМ с использованием сканирующих устройств.

Информационные источники системы:

- цветные и черно-белые материалы аэро- и космической съемки;
- традиционные картографические материалы;
- цифровые модели рельефа и контуров местности;
- навигационные данные.

В ходе обработки первичных данных система реализует следующие процессы:

- перевод аналоговых изображений снимков в цифровую форму (сканирование);
- улучшение фотометрических и цветовых характеристик цифровых изображений;
- создание цифровой модели рельефа по стереопарам;
- сгущение опорной сети и определение элементов внешнего ориентирования;
- ортокоррекция цифровых изображений в заданную проекцию и систему координат;

- логическая и геометрическая сводка изображений контуров — создание единого мозаичного изображения территории;
- формирование территориальных единиц изображения в рамках принятой разграфки;
- интерактивная обработка и аннотирование условными знаками и подписями.

«Панорама-редактор» разработки КБ «Панорама» (Россия).

Система является основным программным средством промышленного создания электронных карт в Российской Федерации. Она позволяет создавать высококачественные электронные карты с использованием растрового изображения исходных картографических материалов, материалов ДЗЗ, а также результатов полевых геодезических измерений.

Система включает расширенные средства контроля качества создаваемой векторной карты, средства редактирования растрового изображения, средства преобразования растровых и векторных данных.

PhotoTransformer Professional. Система PhotoTransformer Professional версии 3.3 представляет собой программный комплекс, предназначенный для обработки одиночного снимка и решения фотограмметрических задач. Продукт предназначен в основном для решения задач архитектурной фотограмметрии, но может применяться и для задач геодезии. В аэрофотосъемке программа обеспечивает построение фотосхем, картирование территории с незначительным рельефом, устранение последствий больших углов наклона камеры в момент фотографирования, что делает ее привлекательной для обработки данных, полученных с помощью БПЛА.

PhotoTransformer позволяет:

- вычислить элементы ориентирования и параметры дисторсии по опорным точкам, координаты которых получены из геодезических измерений;
- по результатам решения засечки определить точное положение камеры в момент фотографирования;
- поддерживать различную ориентацию системы координат;
- вычислять угловые элементы ориентирования по геометрически параллельным и перпендикулярным линиям;
- трансформировать снимки по вычисленным или произвольным углам (до 80°);
- задавать и редактировать области трансформирования;
- масштабировать, кадрировать и экспортировать изображения.

Coordinate Transformer 2.4. Система предназначена для обработки результатов тахеометрической съемки применительно к архитектурным обмерам. Возможно и применение при решении геодезических задач. Области применения:

- архитектурные обмеры;
- архитектурная фотограмметрия;
- инженерная геодезия;
- маркшейдерское дело;
- топографическая съемка на застроенных территориях.

Coordinate Transformer выполняет преобразования плановых, планово-высотных (X, XH), пространственных (X, XZ) координат и позволяет:

- переводить полярные координаты в декартовы и наоборот;
- читать данные в форматах популярных геодезических приборов и аэрофотоаппаратов (Zeiss, Trimble, Sokkia, Leica);
- трансформировать декартовы координаты из системы одной станции в систему другой по связующим точкам;
- трансформировать декартовы координаты станции или блока станций в систему координат объекта по опорным точкам;
- вести и автоматически обновлять каталог опорных точек на объекте;
- трансформировать систему координат по заданным параметрам;
- ориентировать систему координат относительно фасада по заданным параллельным линиям;
- ориентировать систему координат по произвольной плоскости, заданной тремя или большим числом точек;
- проецировать на плоскость точки, закоординированные на криволинейной поверхности (вычислять развертки криволинейных фасадов или других объектов).

Leica Photogrammetry Suite (LPS) производства компании Leica Geosystems GIS & Mapping (Германия). Система позволяет работать со снимками различных форматов, в том числе с черно-белыми, цветными или мультиспектральными. В LPS управление проектом осуществляется с помощью уникального организатора рабочего процесса Workflow Toolbar. Основные характеристики:

- возможность автоматического измерения точек;
- возможность автоматического извлечения рельефа (АТЕ) с использованием объектной корреляции;
- возможность экспорта данных в ГИС и ДИС системы.

Цифровая фотограмметрическая система Z Space. Система предназначена для:

- генерации цифровых моделей рельефа в виде регулярной матрицы высот по стереопарам аэрофотоснимков;
- создания ортофотопланов;
- съемки векторных контуров по стереопарам и ортофото;
- визуализации элементов рельефа с использованием возможностей трехмерной графики.

Основные области применения:

- обновление топографических и тематических карт;
- поддержка географических баз данных (БД).

Входные данные:

- стереопара оцифрованных снимков в формате BMP;
- параметры аэрофотоаппарата;
- таблица дисторсий;
- опорные точки для внешнего ориентирования.

Выходные данные:

- регулярная матрица высот ЦМП в формате Z_Space (4 байта на число), OSD (2 байта на число), DXF;
- горизонталы и другие векторные объекты — в векторном формате Z_Space и DXF.

ERDAS IMAGINE — основной продукт компании ***ERDAS***. Система специализируется на программном обеспечении для обработки и анализа данных ДДЗ.

В системе реализованы:

- возможности визуализации и импорта данных;
- геометрическая коррекция;
- улучшающие преобразования и ГИС-анализ;
- дешифрирование снимков;
- инструменты обработки изображений;
- создание карт.

ER Mapper разработки — фирмы ***ER Mapper UK Ltd (Великобритания)***. ER MAPPER — пакет программ по обработке изображений для задач анализа и обработки, создания карт и подготовки данных для ГИС. В пакете используется концепция алгоритмов, позволяющих обрабатывать растровые изображения совместно с векторными данными из ГИС и табличными данными из реляционных БД.

Применение динамических связей с ГИС и БД позволяет оперативно использовать все данные об объекте независимо от формы и формата их хранения. Пакет ER Mapper снабжен аппаратом составления и редактирования аннотаций к растровым, векторным и точечным объектам.

ER Mapper включает встроенный динамический компилятор алгоритмов, что позволяет обрабатывать большие объемы информации на рабочих станциях, поддерживающих систему X-Windows, а также обеспечивает гибкость такой обработки. Картографические средства, включенные в пакет, обеспечивают вывод изображений на широкий спектр полиграфических устройств. ER Mapper поставляется в виде единого комплекта, что исключает необходимость приобретения дополнительных модулей.

Основные функциональные возможности пакета:

- поддерживается ввод растровых и векторных данных более чем из 100 форматов;

- графические слои отображения данных, причем каждый слой может быть подвергнут индивидуальной обработке;

- виртуальные наборы данных — результат применения алгоритма к некоторому реальному набору данных. Пользователь может добавлять собственные программы динамической связи с интересующими его системами. Обработка изображений возможна с помощью формул и фильтров. Имеется аппарат записи формул, функции и подпрограммы вычисления статистики, быстрого преобразования Фурье. Кластеризация (безусловная классификация) данных на основе алгоритма ISOCLASS (ISODATA);

- управляемая классификация. Эта функция использует известную статистику по заданной области или классу. Статистика может быть определена на основе эталонной области, нарисованной вручную, преобразованной из векторного файла, или из данных, полученных в результате предыдущих классификаций;

- векторизация растровых данных. В пакете предусмотрена возможность создания векторных файлов, содержащих информацию об областях с интересующими свойствами, на основе результатов обработки изображений, например, классификации, наложения маски и др.;

- привязка данных к системам координат и картографические проекции. Обеспечивается полная поддержка всех существующих координатных систем и один из самых полных комплектов картографических проекций и эллипсоидов;

- динамический доступ к данным ГИС и системы управления базой данных (СУБД). Применение аппарата «динамических связей» позволяет объединять растровые изображения с векторными и табличными данными;

- трехмерная визуализация. Обеспечивается отображение и вывод на печать трехмерных изображений и стереопар;

- подготовка карт.

Дополнительные свойства:

- подключение к ГИС MapInfo;
- ортофототрансформация аэроснимков;
- создание мозаики изображений;
- выравнивание изображений;
- геокодирование;
- построение регулярных поверхностей;
- построение контуров;
- сжатие данных;
- навигация и масштабирование изображений;
- обработка радарных данных.

Autodesk Map. Программное обеспечение для создания точных карт, анализа и редактирования пространственных данных, подготовки карт к изданию. Особенности Autodesk Map являются:

- интеграция картографических данных в корпоративные проекты с использованием решений Autodesk GIS в области делопроизводства и документооборота;
- создание точных тематических карт с помощью пользовательского интерфейса;
- поддержка растровых картографических изображений ER Mapper ECW и LizardTech MrSID;
- интеграция данных с помощью механизма импорта/экспорта, основанного на технологии FME;
- возможность разработки приложений с использованием модернизированного программного интерфейса для работы с БД;
- хранение и актуализация ГИС-данных в БД Oracle8i Spatial.

Функциональной особенностью Autodesk Map является то, что она работает как с объектами САПР, так и с элементами ГИС и их атрибутами. Например, Autodesk Map может организовывать данные по слоям, как в САПР, или классифицировать их по интеллектуальным элементам (дороги, земельные участки и т. д.), как в нормальной ГИС-программе. В Autodesk Map элементы связаны с таблицами данных, описывающими их атрибуты, такие как количество проезжих полос и тип поверхности дороги. Возможно классифицировать объекты и по их внешним свойствам, например, по цвету и типу линии, что существенно для ДИС.

ArcView. В состав системы входит два приложения:

- ArcMap;
- ArcCatalog.

Средства ArcView позволяют:

- взаимодействовать с картой посредством инструментов перемещения и масштабирования, идентификации, горячих связей и гиперссылок на внешние приложения и URL, интерактивной выборки, подсказки карты, окна обзора и окна увеличителя, пространственных закладок, динамического обновления выборки между картой, таблицами и диаграммами;
- создавать карту посредством инструментов отображения данных (прозрачные слои, перепроецирование векторных данных и растров, включая трансформацию датума), классификации данных, символов, надписей, компоновки и печати (вставка заголовков и легенд, нескольких фреймов данных, мастера и готовые стили для создания легенд и сеток, экспорт в графические форматы);
- анализировать карту посредством инструментов операций выбора (интерактивная выборка, выбор по атрибуту, по местоположе-

нию), операций анализа (Буфер, Вырезание, Слияние, Пересечение, Объединение, Пространственное соединение), визуального представления и анализа (диаграммы и отчеты);

- создавать данные посредством инструментов редактирования шейп-файлов и персональных баз геоданных, трансформации растров, поворота и отражения растров, построения и редактирования пространственных объектов, замыкания, поддержки планшетного дигитайзера и геокодирования, динамической сегментации;

- управлять данными посредством инструментов импорта проектов (.apr) и легенд (.avl) ArcView GIS 3.x, инструментов поддержки данных (создание новых файлов данных, экспорт и импорт, прямая поддержка множества форматов), управления табличными данными, просмотра и редактирования метаданных, поиска данных в ArcCatalog;

- задавать структуру приложений посредством стандартного интерфейса Microsoft Windows, фиксируемых панелей инструментов, полностью интернациональной поддержки данных и атрибутов, вставки OLE объектов в ArcMap.

Bentley Geospatial Desktop компании **Bentley Systems, Inc. (США)**. Система Bentley Geospatial Desktop ориентирована на создание картографической продукции и геоинформационных проектов и позволяет:

- редактировать точки, линии, полигоны, поверхности и топологию в двухмерном и трехмерном пространствах;

- создавать детализированные топографические и тематические карты и различные отчеты;

- создавать отчеты, состоящие из графической и текстовой информации в формате PDF.

Основные задачи, определяющие специфику ДИС. ДИС должна обеспечивать:

- обнаружение (выявление) элементов дорожно-транспортной инфраструктуры в заданных точках дорожной сети по материалам аэрокосмической фотосъемки;

- автоматизированное выявление объектов транспортной инфраструктуры на исходных материалах ДЗЗ;

- корректировку электронных карт (ЭК) в заданных точках транспортной инфраструктуры дорожной сети и приведение в соответствие с реально существующей дорожной инфраструктурой.

Анализ средств воздушной разведки и ДЗЗ [4–6] с применением БПЛА накладывает дополнительные требования, предъявляемые к ДИС:

- изображения на аэрофотоснимках, полученных на борту БПЛА без стабилизации регистратора, нуждаются в устранении смазанных изображений и дефокусировки;

• поскольку в цифровых фотокамерах чаще всего применяются матричные фотоприемники, составленные из нескольких не соприкасающихся приборов с зарядовой связью (ПЗС), необходимо разработать методы и программы «сшивки» кадров без перекрытия.

Ни одна из проанализированных ГИС не обладает такой возможностью в полной мере. Поэтому рассмотрим вопросы «сшивки» подробнее.

На рис. 1 представлены результаты выполнения одной из двух программ, являющихся составной частью аппаратно-программного комплекса (АПК) обработки данных ДЗЗ, разработанной с участием авторов. Программа «Скоросшиватель» производит «сшивку» путем корреляционной обработки крайних строк и столбцов пикселей каждого соседнего фрагмента.

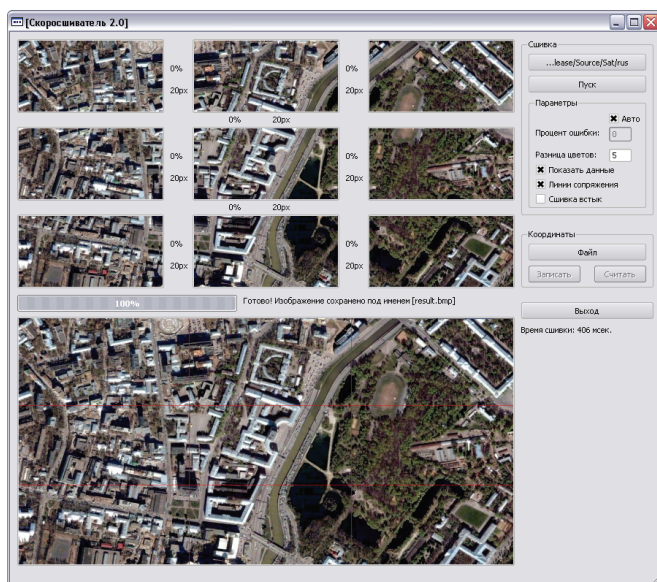


Рис. 1. Результат выполнения программы «Скоросшиватель»

С помощью программы относительно успешно синтезирован кадр из девяти фрагментов, аналогичным получаемым с 9 ПЗС цифровой аэрокамеры. Однако при детальном анализе в «швах» просматриваются артефакты в виде микронесовпадений.

На рис. 2 приведен результат выполнения второй программы «Координатор». Сшивка кадров произведена по координатной сетке, сформированной по навигационным данным. В данном случае задача сшивки кадров решена точнее.

Представленные выше программы «Скоросшиватель» и «Координатор» являются необходимым дополнением существующих ГИС для решения задач ДИС.



Рис. 2. Результат выполнения программы «Координатор»

Заключение. В результате проведенного анализа можно утверждать, что решение задач, сформулированных в настоящей статье, возможно одним из двух способов:

- 1) доработка открытых ГИС, распространяемых коммерческим путем программами восстановления дефокусированных и смазанных изображений, а также программами «сшивки» кадров;
- 2) разработка программ для специализированного автоматизированного рабочего места (АРМ) в составе создаваемой ДИС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] *Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 сентября 2004 г. № 1244-р «Об одобрении Концепции использования информационных технологий в деятельности федеральных органов государственной власти до 2010 года и утверждении плана мероприятий по реализации Концепции».*
- [2] *Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».*
- [3] *«Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года», утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. № 537.*
- [4] Афиногенов Е.И. Метод системного анализа аппаратуры и режимов аэрофоторазведки. *Наука и образование: электронное научно-техническое издание*, 2011, № 11.
- [5] Афиногенов Е.И. Метод системного анализа комплексов аэрофоторазведки. *Наука и образование: электронное научно-техническое издание*, 2011, № 12.

- [6] Афиногенов Е.И. Анализ методов и средств контроля систем дистанционного зондирования Земли. *Наука и образование: электронное научное издание*, 2012, № 2.

Статья поступила в редакцию 10.06.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Филиппов М.В., Чичварин Н.В. Исследование возможности применения известных геоинформационных систем для обнаружения элементов дорожно-транспортной инфраструктуры. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 6. URL: <http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/772.html>

Филиппов Михаил Владимирович родился в 1953 г., окончил МИФИ в 1977 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 50 научных и учебно-методических публикаций в области автоматизированного проектирования и цифровой обработки сигналов. Область научных интересов: цифровая обработка сигналов, распознавание образов, разработка средств защиты информации. e-mail: profitbig@rambler.ru

Чичварин Николай Викторович родился в 1947 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1970 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Информационная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 90 научных и учебно-методических публикаций в области автоматизированного проектирования оптико-электронных систем и систем информационной безопасности. Область научных интересов: разработка средств защиты каналов передачи сообщений. e-mail: genrih.gertz@gmail.com