

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУТОНОВЫХ И ЦВЕТНЫХ ФОТОКАРТ ПО ДАННЫМ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СЪЕМОК

А. А. Кравцов, А. Н. Крючков, В. Ю. Липень

НИО "Кибернетика" НАН Беларуси
220012, Беларусь, Минск, ул.Сурганова, 6
kravtsov@newman.bas-net.by

ABSTRACT

This article is dedicated to processing of aerospace photos and creating of digital descriptions of halftone ortophotoplans and color photomaps. The problems of photooriginals manufacturing by using of photoplotters are discussed too.

ВВЕДЕНИЕ

Аэрокосмические снимки являются одними из наиболее трудных объектов компьютерной обработки в силу наличия значительных искажений (масштабные, угловые и др.), очень больших объемов обрабатываемых данных (десятки Гбайт) и сложной с точки зрения дешифрации структуры изображения. Вместе с тем, имеется ряд потребителей, нуждающихся в продукции, создаваемой по результатам обработки снимков (топографы, военные, экологи, землестроители и др.). В связи с этим информационные технологии и программно-технические средства, обеспечивающие создание такой дорогостоящей сложной продукции, строятся на основе применения специальных теоретических разработок.

1. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ИСХОДНЫХ СНИМКОВ

При решении задач оперативного дешифрирования аэрокосмических снимков и генерации картографических изображений используются элементы теории экспертных систем. Разрабатываемые технологии представляют собой совокупность картографических, математических и других правил, обеспечивающих автоматизированное выделение объектов на изображении и их классификации. Картографические правила базируются на методах формирования пространственно-логических отношений объектов, для чего формируется база знаний, которая строится на иерархии описания объектов.

База знаний для процессов дешифрирования и генерации картографических изображений включает такие компоненты как:

- база опорных точек;
- база эталонов дешифрирования;
- база цифровых матриц рельефа (ЦМР);
- база цифровых моделей местности (ЦММ);
- база картографических условных знаков.

База опорных точек содержит точные значения геодезических (или прямоугольных) координат объектов на местности, местоположение которых не меняется (длительное время) со временем. Данные используются для установления функциональной зависимости между значениями координат точек изображения аэрокосмоснимков (АКС) и соответствующими значениями координат точек местности при трансформировании изображения АКС в систему координат Гаусса-Крюгера.

База эталонов дешифрирования предназначена для обеспечения корректности результатов автоматизированного дешифрирования картографических объектов на изображениях АКС и формирования их информационной структуры.

База содержит эталонные изображения объектов на местности, а также их количественные и качественные характеристики, в том числе пространственно-логические отношения объектов на местности как на семантическом уровне (отношения типа "входимость", "примыкание" и т.д.), так и метрическом (наличие общих узлов и сегментов). Следует отметить, что в существующих разработках, база эталонов дешифрирования пока слабо используется и в настоящее время ведутся работы по созданию методов формирования базы эталонов для ограниченного класса объектов.

База ЦМР содержит значения высот рельефа местности в узлах регулярной сетки для каждого района дешифрирования и используется при определении координат объектов и их высот. ЦМР может строиться в пределах одного листа цифровой карты, либо на район, включающий несколько цифровых карт.

База ЦММ содержит цифровые карты на заданную территорию и используется как априорная информация для процессов дешифрирования, создания эталонов дешифрирования, а также для генерации картографических изображений на основе АКС и переноса отдельных картографических объектов из ЦММ.

ЦММ представляет собой объектно-ориентированную модель местности, включающую метрическое и семантическое описание объектов местности, а также пространственно-логические отношения между объектами.

База условных знаков (УЗ) представляет собой базу картографических условных знаков (дискретных, линейных и площадных) по всем видам и масштабам топографических карт и планов. База УЗ обеспечивает возможность генерации картографических изображений в символизированном виде.

Технология имеет систему управления данными, ориентированную на объект, и содержит кроме пространственно-логических отношений объектов базу цензово-нормативных показателей картографических правил.

2. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ОРТОФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ

Технология создания цифровых ортофотоизображений по аэрокосмическим снимкам включает два вида технологических процессов обработки и получения ортофотоизображений:

- по цифровым изображениям одиночных снимков;
- по цифровым изображениям стереопар снимков.

В первом случае технологический процесс включает в себя следующие операции:

1. Координатная привязка изображения цифрового снимка (ЦС) и цифровой карты (ЦК) по опорным точкам. Задачей данной процедуры является трансформирование изображения ЦС в систему координат (проекция) ЦК. В результате трансформирования осуществляется геометрическая коррекция ЦС в систему координат (проекцию) ЦК. В результате трансформирования осуществляется геометрическая коррекция ЦС, в процессе которой оценивается деформация плоскости ЦС по отношению к плоскости ЦК и строится двумерная функция геометрической коррекции, приводящая каждую точку искаженного снимка в положение, которое занимает одноименная точка ЦК.

2. Фототрансформирование ЦС

Эта процедура устраняет смещения точек ЦС, вызванные превышением точек на местности, обусловленные изменениями форм рельефа и кривизной земной поверхности, и формирует ортофотоизображение.

Аналитическая связь между координатами точек на местности и снимке в процессе съемки обусловлена некоторыми параметрами, которыми являются элементы внутреннего и внешнего ориентирования снимка. Эти элементы находятся в результате решения обрат-

ной фотограмметрической задачи по опорным точкам, координаты которых определяются на ЦК.

Определение пространственных координат точек местности по их изображениям на ЦС осуществляется путем решения прямой фотограмметрической задачи по формуле восстановленной аналитической зависимости между координатами точек местности и снимка. Процедура выполняет формирование цифровых ортофотоизображений в масштабе, формате и границах используемой ЦК, при необходимости, с векторной нагрузкой отдельных картографических УЗ, включая координатную сетку и зарамочное оформление.

Указанный вариант технологии позволяет получать ортофотоизображения с включением в его состав актуальной информации по всем элементам содержания карты за исключением рельефа, который формируется из ЦММ и ЦМР. Для многих задач, которые не используют информацию о рельефе в полном объеме, такие ортофотоизображения вполне обеспечивают решение большинства проблем получения актуальной информации о местности в системах управления, анализа и прогнозирования.

Если требуется получение актуальной информации о рельефе, особенно в районах промышленного и гражданского строительства, наиболее перспективным является второй вариант получения ортофотоизображений по стереопарам цифровых снимков.

Реализация данной технологии включает два основных блока: цифровую фотографическую систему и блок формирования фотокарт и фотопланов.

В рамках первого блока реализуется функция получения растрового изображения ортофотоизображения в заданном масштабе с матрицей высот рельефа.

При работе со стереомоделью для получения искусственного стереоэффекта в их изображении на экране монитора используются оптические или аналитические способы разделения зрения при определении пространственных координат объектов.

Во втором блоке процедур осуществляется процесс дешифрирования снимка, а также формирование фотокарт и фотопланов с включением векторной нагрузки с использованием базы картографических условных знаков. Здесь же формируется координатная сетка и зарамочное оформление.

В настоящее время при реализации задач получения ортофотоизображений по второму варианту технологии в качестве первого блока используется цифровая фотограмметрическая система "RM" ("RealisticMap") разработки АО "Пеленг" (г. Минск).

Подготовленные данные могут быть экспортированы в один из распространенных растровых форматов (например, BMP), либо подготовлены для вывода на цветном струйном принтере или фотоплоттере.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОРТОФОТОПЛАНОВ

Новыми видами продукции, изготавливаемой по результатам обработки групп снимков, являются полутоновые ортофотопланы, приведенные к масштабу и плановому положению листа топографической карты, а также выполненные полиграфическими средствами тиражи цветных фотокарт. Последние представляют собой синтезированное фотоизображение участка местности, на котором цветами и условными знаками выделены (подняты) средствами компьютерной графики основные элементы содержания (дороги, гидрография, населенные пункты и др.), а также нанесена сетка и подписи.

Следует заметить, что в состав технологических линий изготовления полутоновых ортофотопланов и тиражей цветных фотокарт наряду с рассмотренными выше фазами программной обработки АКС входят промежуточные процедуры визуального контроля изображений. Многолетний опыт работы авторов с полутоновыми и цветными АКС свидетельствует о том, что от показателей технических средств отображения-документирования (разрешение, число градаций тона и цвета и др.) в значительной мере зависит качество визуальной дешифрации объектов на АКС и принятия решений по со-

ставу и размещению элементов содержания на формируемом изображении цифрового оригинала карты.

Действительно, обрабатываемый в ЭВМ аэрокосмический фотоснимок, например, размером 300 x 300 мм считается, как правило, с шагом 5÷10 мкм и с числом градаций тона ~ 256, что составляет 60000 x 60000 пикселей. При отображении на экране высококачественного дисплея, например с разрешением 2000 x 1600 пикселей, площадь предъявляемого оператору фрагмента полного снимка без масштабирования оказывается совершенно недостаточной для целостного восприятия информации о ландшафте даже при использовании процедур смещения "окна".

Переход к обзорным планам приводит к потере мелких, но порой весьма важных деталей и к трудностям распознавания неявно выраженных протяженных объектов и незначительных перепадов плотности (замаскированные сооружения, границы площадей с аномальными характеристиками и др.). В этом смысле, полноформатная полутоновая копия (ортофотоплан), сохранившая после компьютерной обработки входящих в нее отдельных снимков или полос сканирования весь объем считанных с фотоснимка либо принятых по радиоканалу данных о местности, является уникальным инструментом для специалистов, анализирующих подобные синтезированные ЭВМ изображения поверхности Земли.

Печать ортофотопланов с помощью двухградационных плоттеров (струйных, электрофотографических и др.) является средством получения лишь промежуточных контрольных копий, которые дают общее представление о плановом положении крупных объектов и значительных перепадов плотности. Это обусловлено тем, что передача 256-ти уровней полутона, например путем управления плотностью размещения или площадью элементов типа полиграфических растров приводит к необходимости изменения масштаба в 16 раз по каждой из координат, а при сохранении масштаба — к существенному загроблению изображения.

Данные обоснования обсуждались авторами с потенциальными пользователями подобных систем [1] и положены в основу проводимых разработок.

Технологический процесс создания и печати тиража фотокарт включает в себя следующие процедуры:

- отбор сканерных снимков, корректировка масштабных и угловых искажений, компоновка аэрокосмических снимков, охватывающих заданный участок местности;
- синтез в интерактивном режиме с использованием графических редакторов цифрового описания фотокарты с выделением цветом, подписями или условными графическими знаками элементов содержания типа ранее упомянутых в согласованном с потребителями составе;
- выполнение процедур полиграфического цветоделения и растрирования;
- изготовление комплекта из 4-х цветоделенных оригиналов и копирование их на печатные формы;
- полиграфическая печать заданного тиража цветных фотокарт в виде листов формата А3-А0.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОТООРИГИНАЛОВ

Одиночные оригинал-макеты фотокарт могут быть выведены по тем же описаниям с помощью струйного плоттера, однако такая копия имеет высокую стоимость. Следует отметить, что отпечатанная на картографической бумаге полиграфическая копия более удобна в практическом использовании и имеет существенно более низкую стоимость. При малых тиражах цветных фотокарт представляется целесообразным использование цифровых полиграфических машин, реализующих процесс "computer – to – press". По данной технологии могут также изготавливаться небольшие тиражи тематических карт или карт с нанесенной тактической обстановкой.

Необходимое количество таких недорогих, оперативно изготовленных фотокарт может быть роздано в подразделения, ведущие работы в зоне затоплений, больших пожаров, где пользование обычными топокартами затруднено вследствие существенных изменений на местности.

В случае подготовки оперативных действий в зоне стихийного бедствия или военного конфликта на территории иного государства, возможность быстрого создания нужного числа карт без доступа на эту территорию предоставляется именно технологией ортофотопланов и фотокарт, синтезируемых по спутниковым снимкам. Известно, что подразделения армии США при проведении акций в Кувейте и Ираке были оснащены именно такими картами.

Универсальным фотовыводным устройством, с помощью которого можно будет изготавливать как высококачественные цветоделенные оригиналы фотокарт, так и полноформатные полутоновые ортофотопланы, является "Полифон-ИП", серийные образцы которого будут разработаны и изготовлены в 2001 году в результате совместной ОКР, выполняемой ИТК НАНБ и ОАО "Пеленг" БелОМО.

В серийном образце фотоплоттера будут реализованы следующие характеристики:

- размер рабочего поля – 655×900 мм,
- разрешение – 1270 и 2540 dpi, (шаг 20 и 10 мкм),
- число уровней экспонирования – 4096,
- время регистрации формата – 6÷12 мин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ рынка ГИС - технологий и реализующих их программно-технических средств показывает, что в странах СНГ аналогичных завершенных разработок не имеется.

Представленные на рынке зарубежные комплексы подобного назначения имеют, как правило, более ограниченный спектр реализуемых функций, ориентированных в основном на задачи компьютерной полиграфии. Более совершенные комплексы специального назначения, которые могут быть применены и для военных целей, имеют ограничения на продажу.

Проведенный при участии авторов цикл разработок позволил создать функционально полную систему, позволяющую производить качественно новые виды картографической продукции.

Рассмотренные перспективные технологии и программно-технические комплексы являются коммерческим продуктом и могут быть поставлены в страны СНГ и дальнего зарубежья.

ЛИТЕРАТУРА

Ероховец В.К., Липень В.Ю., Ткаченко В.В., Романьков В.Г.

Полутоновой фотоплоттер для технологий, использующих аэрокосмические фотоснимки. //Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. М.: Академия наук о Земле, 1998, 73с.