

АТМОСФЕРНАЯ КОРРЕКЦИЯ В ПО ENVI. МОДУЛЬ FLAASH

М.А. Болсуновский («Совзонд»)

В 1990 г. окончил Киевское высшее инженерное радиотехническое училище. После окончания училища служил в рядах ВС РФ. С 2000 г. работал в ООО «Гео Спектрум», а с 2002 г. — в ФГУП ВО «Техмашимпорт». В 2004 г. получил степень «Мастер делового администрирования в области стратегического планирования» (Master of Business Administration) во Всероссийской академии внешней торговли МЭРИТ РФ. С 2004 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — заместитель генерального директора.

А.С. Черепанов («Совзонд»)

В 2005 г. окончил Курганский государственный университет. В настоящее время — аспирант географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и инженер отдела программного обеспечения компании «Совзонд».

Особенностью дистанционного зондирования Земли из космоса является то, что излучение от земной поверхности должно пройти через атмосферу прежде, чем будет зафиксировано датчиками, установленными на спутнике. Поэтому данные дистанционного зондирования включают не только информацию о поверхности Земли, но и о состоянии атмосферы. Для тех, кто занимается количественным анализом поверхностного отражения, устранение влияния атмосферы является важным шагом предварительной обработки.

Состояние атмосферы влияет на значения яркости, регистрируемые съемочной системой, двумя способами: путем рассеяния и поглощения энергии. Рассеяние имеет место, когда излучение в атмосфере отражается или преломляется частицами от молекул газов, составляющих атмосферу, крупинками пыли и большими водяными каплями. В дистанционном зондировании при наличии рассеяния часть энергии выходит за пределы поля зрения камеры. Если поле зрения значительное, часть рассеянного излучения все же будет восприниматься датчиком, однако, если поле зрения не-

большое, фактически все рассеянное излучение будет теряться. В последнем случае из-за рассеяния изображение получается тусклым, тогда как в предыдущем случае наоборот происходит усиление сигнала.

Для устранения влияния состояния атмосферы необходимо знать такие параметры, как количество водяного пара, распределения аэрозолей и видимость сцены. Поскольку прямое измерение этих атмосферных свойств доступно редко, разрабатываются методы получения их из спектральных значений данных.

Полученные коэффициенты используются для создания высокоточных моделей атмосферной коррекции, чтобы получить истинные коэффициенты отражения.

Существуют различные алгоритмы выполнения атмосферной коррекции:

- стандартная абсолютная коррекция;
- стандартная относительная коррекция;
- исправления на основе заданных моделей.

Стандартная абсолютная коррекция может выполняться способами эмпирической коррекции линий или вычитания

абсолютно темных объектов.

Эмпирическая коррекция линий предусматривает:

- вычисление спектральных характеристик объектов на выбранном участке;
- построение кривых спектрального образа для этих объектов;

— определение истинного значения коэффициента отражения для каждого пикселя.

Недостатком этого способа является отсутствие, в большинстве случаев, информации об истинных значениях коэффициентов отражения.

Способ вычитания абсолютно темных объектов включает следующие действия:

- нахождение по гистограммам на снимке абсолютно темных объектов;
- присвоение таким объектам значения коэффициента отражения, равным нулю (например, участки тени в видимой части электромагнитного спектра, глубокие и чистые водоемы в ближней инфракрасной части спектра). Предполагается, что расхождение значений яркости пикселей темных объектов с нулем связано с влиянием атмосферы;
- вычитание полученной разности от значений яркости

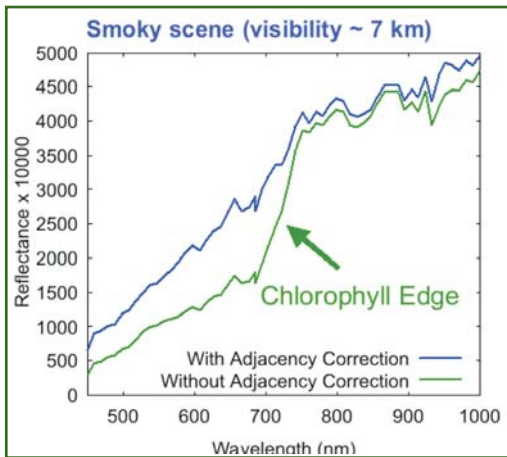


Рис. 1

Влияние эффекта смежности на характер спектральной кривой

каждого пикселя снимка для получения скорректированных значений.

Недостатком способа является возможное появление переисправления данных.

Стандартная относительная коррекция может выполняться с помощью калибровки по плоской области (Flat Field Calibration) и внутреннего среднего относительного коэффициента отражения (Internal Average Relative Reflectance).

Для реализации способа калибровки по плоской области необходимо наличие на изображении плоских участков хода спектральной кривой. Участок спектральной кривой для такой области разбивается на отдельные значения яркости пикселей. Затем значения всех пикселей нормализуются в пределах плоского участка кривой. В результате получают относительные коэффициенты отражения. Недостатком этого способа является то, что он не выполним, если отсутствуют плоские участки спектра на сцене.

Во втором способе среднее значение отражения изображения делят на значения яркости отдельных пикселей. В результате получают относительные коэффициенты отражения. Недостатком способа является то, что присутствие растительности

на изображении уменьшает точность относительных коэффициентов отражения.

Алгоритм **исправления на основе заданных моделей** позволяет получать более точную информацию из изображений. Так, например, модели, заложенные в модуле FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes), обеспечивают атмосферную коррекцию изображений, полученных с любого мультиспектрального или гиперспектрального датчика, регистрирующего электромагнитное излучение в ближнем инфракрасном диапазоне, включая камеры вертикального или наклонного визирования. Этот модуль, разработанный корпорацией Spectral Sciences в сотрудничестве с Американской научно-исследовательской лабораторией Воздушных сил (AFRL) и Центром прикладных технологий спектральной информации (SITAC), включен в программное обеспечение ENVI.

Модуль FLAASH позволяет выполнять следующие действия.

1. Оценивать содержание аэрозолей и газа от данных изображения непосредственно или по значениям отражения в зонах 660 и 2100 нм (на основе методики Кауфмана (1997) и др.).

2. Выбирать спектральное разрешение MODTRAN, чтобы более точно настроить модель коррекции для решения поставленных задач.

MODTRAN — программа переноса излучений, которая используется для устранения влияния различных атмосферных явлений (водяного пара, кислорода, углекислого газа, метана, озона, рассеивания молекулами аэрозолей и частицами пыли). В MODTRAN реализовано несколько моделей атмосферы (лето в средних широтах, зима в средних широтах) и состава аэрозолей (для сельской местности, города, морских территорий), по которым рассчитывается уникальное решение для каждого снимка.

Для расчета скорректированных значений яркости используется формула:

$$L = Ap / (1 - p_e S) + Bp_e / (1 - p_e S) + L_a, \text{ где}$$

L — значение яркости пикселя;

p — коэффициент отражения для пикселя;

p_e — средний коэффициент отражения для пикселя и его ближайшей области;

L_a — яркость, рассеянная атмосферой назад;

A и B — коэффициенты, которые зависят от атмосферных условий;

S — сферическое альbedo атмосферы.

Значения A , B , S и L_a вычисляются с помощью программы MODTRAN.

3. Изменять степень очистки спектральных данных, чтобы найти тот уровень, который сохраняет особенности и подавляет артефакты.

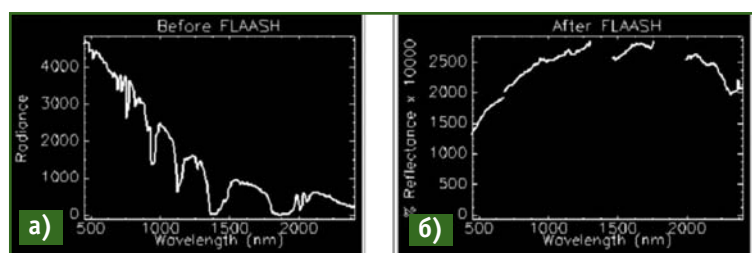


Рис. 2

Спектральная кривая пикселей асфальтового покрытия:
а) до обработки модулем FLAASH;
б) после обработки модулем FLAASH

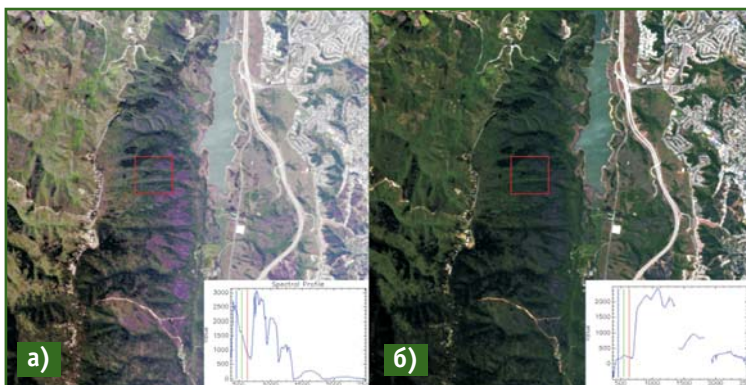


Рис. 3

Результат атмосферной коррекции гиперспектрального снимка AVIRIS в модуле FLAASH (на графиках приведены кривые спектрального образа центра квадрата): а) до обработки; б) после обработки

Первоначально для расчета используются пиксели с относительно гладкими спектральными кривыми. Сглаженный спектр рассчитывается для каждого пикселя как среднее число по n-числу каналов. Фактор выгоды (gain factor) рассчитывается для каждого канала как

(среднее сглаженное)/(среднее исходное). Полученные значения затем применяются ко всем пикселям.

4. Выполнять коррекцию эффекта смежности, который происходит из-за смешивания сигналов яркостей соседних пикселей (рис. 1).

5. Выбирать одну из моделей многократного рассеяния, величина которого зависит от газа и аэрозолей. MODTRAN содержит модели многократного рассеяния ISAACS и DISORT.

На рис. 2 и 3 приведены результаты атмосферной коррекции данных ДЗЗ с помощью модуля FLAASH программного обеспечения ENVI.

RESUME

The remotely sensed data quality strongly depends on the atmospheric conditions. Several techniques to improve data for the atmospheric distortion, their advantages and disadvantages are described. It is marked that defined model correction gives the best estimates. The FLAASH module is described as a part of the ENVI software. Spectra resulting from processing spectral characteristics of the remotely sensed spaceborne data are also given.

В мире миллионы взглядов...

Компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором мировых лидеров в области дистанционного зондирования — компаний DigitalGlobe, GeoEye, SpotImage, Геологической Службы США, предлагая российским заказчикам цифровые изображения, получаемые со спутников QUICKBIRD, IKONOS, ORBVIEW, SPOT, FORMOSAT, EROS, IRS, RADARSAT, TERRA(ASTER), LANDSAT и др., а также услуги по их тематической обработке и выполнению проектов в соответствии с требованиями заказчиков.

Компания «Совзонд» является эксклюзивным дистрибьютором корпорации ИТТ на территории России и стран СНГ по распространению программного комплекса ENVI для обработки данных ДЗЗ, языка программирования IDL, модуля ENVI DEM для создания ЦМР на основе стереоизображений, модуля атмосферной коррекции FLAASH, системы скоростной передачи цифровых данных IAS.

Компания «Совзонд» — точный взгляд на мир!

Тел.: (495) 514-83-39, 641-01-16
 E-mail: sovzond@sovzond.ru
 Web-site: www.sovzond.ru

наш — самый точный.