



Т.И. Михеева, А.А. Федосеев

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ АЭРОФОТОСЪЁМКИ

(ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»)

В настоящее время активно внедряются и используются автоматизированные системы управления движением. Однако развитие комплекса технических средств организации дорожного движения (ОДД) опережает развитие технологий управления, что обуславливает недостаточно эффективное применение дорогостоящей техники управления дорожным движением. Весьма распространённым, наиболее полно характеризующим комплекс интегрированных средств управления дорожным движением и перевозками, является интеллектуальная транспортная система [1]. Под интегрированными средствами понимаются средства, применяемые при решении всех видов транспортных задач на основе высоких технологий, методов моделирования транспортных процессов, программного обеспечения, организации информационных потоков в реальном режиме времени. В настоящее время актуальной становится задача оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры. Транспортная инфраструктура включает в себя статические объекты: улично-дорожную сеть (УДС), технические средства организации дорожного движения и динамические объекты – транспортные потоки.

Важной является задача получения исходных данных для оценки состояния объектов транспортной инфраструктуры. Одним из перспективных, менее трудоёмких и более достоверных методов является использование материалов аэрофотосъёмки.

Метод определения параметров транспортных потоков на основе аэрофотограмметрической информации позволяет непосредственно измерить ряд характеристик транспортного потока, которые невозможно определить другими способами, например, плотность и скорость транспортного потока [2]. Носителем съёмочной аппаратуры может быть самолёт, вертолёт мотодельтаплан или иные воздушные суда. С помощью этого метода можно также определить распределение интенсивности движения по полосам движения и по длине дороги, что весьма трудоёмко при определении традиционными методами (использование «счётчиков» и камер, размещённых на объектах улично-дорожной сети). При обработке материалов покадровой аэрофотосъёмки получают информацию для определения параметров транспортных потоков: интенсивность, плотность и скорость потока. Такой информацией являются данные о количестве автомобилей Q на участке дороги длиной S в различные моменты времени t_1 и t_2 , количество автомобилей ΔQ_i , прошедших по участку за время $\Delta t = t_2 - t_1$. Тогда интенсивность движения I_i в i -й момент времени определяется из выражения:



$$I_i = \frac{\Delta Q_i}{\Delta t_i} \quad (1)$$

Плотность потока автомобилей k_i – это количество транспортных единиц Q_i , находящихся на участке дороги длиной S_i :

$$k_i = \frac{Q_i}{S_i} \quad (2)$$

Так как, $S = Vt$, то

$$I_i = k_i V_i \quad (3)$$

Следовательно, интенсивность движения можно определить по одной из вышеприведённых формул. Скорость автомобиля определяют по расстоянию, пройденному автомобилем за время Δt между моментами фотографирования двух смежных кадров, используя формулу:

$$V_i = \frac{3,6 \mu S_i}{\Delta t} \text{ (км/ч)}, \quad (4)$$

Где μ – масштабный коэффициент (в масштабе съёмки 1:6000 он равен 6);

S_i – путь, пройденный автомобилем в масштабе снимка, (мм);

Δt – частота (базис фотографирования) – 5 сек.

Интервалы между автомобилями по длине ΔS_i определяют на основании данных измерений расстояний по аэрофотоснимкам:

$$\Delta S_i = \mu S_i \text{ (мм)} \quad (5)$$

Как и в случае использования информации, получаемой с космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, для оценки состояния статических объектов транспортной инфраструктуры, гиперспектральную информацию (ГСИ) возможно получать и при проведении аэрофотосъёмки (рисунок 1). Для этого на самолёт-носитель устанавливается специальный гиперспектральный комплекс, включающий в себя блок управления комплектом гиперспектральной аппаратуры (ГСА), датчик ГСА, систему электропитания комплекта ГСА, аккумуляторные батареи, прибор GPS (обеспечивает получение и формирование навигационных данных), антенну GPS и прибор IMU (обеспечивает получение и формирование инерциальных данных). Хотя технологии получения ГСИ методом аэрофотосъёмки и методом космической съёмки несколько отличаются друг от друга общая концепция обработки (как первичной, так и тематической) во многом схожа.

Первичная обработка данных аэрофотосъёмки включает в себя пять этапов. На первом этапе происходит радиометрическая и спектральная коррекция необработанных данных изображения полученных с аппаратуры. На втором этапе производится обработка инерциальных данных по пространственному положению. На третьем этапе осуществляется стандартизация связанных данных GPS по местоположению. Четвёртый этап представляет из себя соединение, синхронизацию и возможную корректировку стандартизированных навигационных и инерциальных данных. На пятом этапе производится геометрическая коррекция. Здесь применяются навигационные данные из четвёртого этапа по отдельным полосам полёта к данным изображения, прошедшим радиомет-



рическую и спектральную коррекцию из первого этапа, для создания геометрически откорректированного изображения.

Режим гиперспектральной съемки



Рис. 1. Гиперспектральная аэрофотосъемка

После первичной происходит тематическая обработка полученной информации. Одним из методов тематической обработки является спектральная селекция – разделение изображения на определённые классы или обнаружение какой-либо цели [3]. Методы спектральной селекции основаны на различиях в спектральной отражательной способности объектов наблюдаемой сцены, вследствие чего они отображаются на снимках с разной яркостью. Одни материалы отражают свет с определенной длиной волны, в то время как другие его поглощают. Знание зависимости между длиной волны и отражательной способностью исследуемого объекта, отображаемой в виде спектральной кривой, позволяет проводить его точную идентификацию. Стандартные мультиспектральные технологии обработки изображений обычно подразумевают классификацию.

Согласно теории распознавания образов, классификация объектов предполагает разделение пространства признаков на замкнутые области (классы) с определенными значениями этих признаков. Отнесение пикселей к классам зависит от принятого правила классификации. Возможны два подхода. Первый из них заключается в разделении всех пикселей изображения на группы (кластеры), название, спектральные характеристики и даже само существование которых предварительно неизвестны. Это неконтролируемая классификация, или классификация без обучения. Критерием отнесения пикселей к тому или другому кластеру служит схожесть спектральных характеристик. В задачу дешифровщика входит последующее определение соответствия выделенных класте-



ров классам земной поверхности, которое выполняется с использованием дополнительной информации – материалов наземных наблюдений, карт и т.д. Во втором подходе классификация основана на признаках объектов, принадлежность которых к определенному классу на местности известна (например, признаки объектов на эталонных участках). В этом случае выполняется контролируемая классификация, иногда называемая классификацией с обучением.

Метод аэрофотосъёмки, как и другие способы получения исходной информации для оценки состояния статических и динамических объектов транспортной инфраструктуры, имеет свои достоинства и недостатки, определяющие возможность применения вышеизложенного метода в каждом конкретном случае. Например, использование аэрофотосъёмки имеет ограничения при мониторинге густонаселённых мегаполисов. Среди достоинств данного метода следует отметить высокое пространственное разрешение получаемых данных, что делает использование аэрофотосъёмки в ряде случаев более предпочтительным способом получения исходных данных по сравнению с иными методами.

Литература

1. Михеева Т.И. Инструментальная среда для проектирования объектов интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки», 2006. – № 40. – с. 96 – 103
2. Маркуц В.М. Транспортные потоки [Электронный ресурс]. – М.: 2008. www.iptrans.ru.
3. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование: методы и модели обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.