

ВИЗУАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ НЕКОНГРУЭНТНЫХ¹ ТОЧЕК СТЕРЕОПАРЫ

Н.Н. Зинчук (31.07.1960–20.07.2009)

В 1982 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «картография». После окончания университета служил в 29-м НИИ МО РФ. Работал старшим научным сотрудником Лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. Кандидат географических наук.

Основным источником трехмерной геопространственной информации в области современного аэрокосмического зондирования продолжает оставаться стереоскопическая модель местности, формируемая по паре сопряженных наземных или аэрокосмических снимков — стереопаре. Стереоскопическая модель воспринимается наблюдателем и этим отличается от объективно существующей геометрической модели, которая трактуется как совокупность сколь угодно большого числа точек, образованных пересечением соответствующих проектирующих лучей, восстановленных по стереопаре снимков [1]. Стереоскопическая модель обеспечивает пространственную локализацию наблюдаемых объектов по глубине.

Стереомодель представляет собой не однородное объемное тело, а разную «по прочности» пространственную конструкцию. Одни сопряженные участки снимков стереопары создают устойчивый стереоэффект, другие — могут находиться в «бинокулярном соревновании», третьи — приводят к диплопии (нарушение зрения, состоящее в двоении видимых предметов. — *Прим. ред.*). Вероятнее всего, пространственной основой модели служат стереообразующие элементы (инварианты) — сопряженные детали изображе-

ний левого и правого снимков стереоскопической пары, устойчивые к преобразованиям различного рода. Будучи отчетливо локализованы по глубине (отстоянию), они образуют пространственный каркас, который заполняется текстурными деталями. К стереоскопической модели следует подходить как к иерархическому образованию, в котором можно выделить, по крайней мере, два уровня — обзорный и локальный. Локальные стереомодели воспринимаются при стереоскопическом визировании небольших фрагментов стереопары, обзорная — при стереоскопическом просмотре всей стереопары или ее значительной части. Локальные стереомодели встроены в обзорную.

Локальные стереоскопические модели обладают активным свойством пространственной локализации нестереопарных (неконгруэнтных), т. е. не находящихся в бинокулярном соответствии, деталей. Это свойство приобретает существенное значение в настоящее время, когда объем исходных цифровых (т. е. дискретных) снимков стал превалировать над получаемыми аналоговыми снимками, и дискретность воспроизводимых изображений увеличила количество неконгруэнтных (часто очень важных) точек.

С точки зрения психологической гештальт-теории (гештальт-теория предполагает, что человеческое восприятие и осмысливание объектов и явлений является целостным и структурированным, а не кусочным и пошаговым. — *Прим. ред.*) воспринимаемая человеком стереоскопическая модель представляет собой не простую совокупность отдельных деталей (точек), а организованное, структурированное целое. Ее свойства как целого нельзя свести к сумме свойств отдельных деталей. При формировании целостной стереоскопической модели действуют как общие правила (законы) гештальт-группировки — близости, сходства, продолжения и др., так и специфические правила стереоскопического гештальта [2]. К их числу относится явление пространственной локализации на стереомодели неконгруэнтных деталей. Суть этого эффекта заключается в том, что одиночная неконгруэнтная деталь изображения, присутствующая лишь на одном снимке стереопары, воспринимается на стереомодели также локализованной в пространстве, как и окружающие ее стереопарные детали. Возможность пространственной локализации неконгруэнтных точек в рамках локальной стереомодели играет определяющую роль для их измерительной пространственной фиксации.

¹ Неконгруэнтные точки (детали) — точки (детали) на стереоскопической паре снимков, не находящиеся в бинокулярном соответствии.

При восприятии локальных стереомоделей наблюдатель, как правило, зрительно строит пространственные конструкции, имеющие по глубине определенную перспективу. Геометрически естественно предположить линейный или, так называемый, ренессансный характер этой перспективы (рис. 1а) [3]. Однако установлено, что наблюдаемая картина пространства подчиняется системе перцептивной перспективы² (рис. 1б) [3]. Это означает полную аксонометричность наиболее близких к наблюдателю «плит» (рис. 1б). В результате передний план наблюдаемого перспективного изображения воспринимается не как горизонтальная поверхность, а как наклонная или даже вертикальная.

Для измерительной оценки системы перцептивной перспективы рассмотрим стереоскопически совмещенное изображение усеченной трехгранной пирамиды, обращенной основанием к наблюдателю (рис. 2а). Эта стереограмма моделирует локальную стереоскопическую модель, имеющую перспективное отстояние. Если вмонтировать в одно из изображений пирамиды одиночный перспективный рисунок, представленный на рис. 1, то можно охарактеризовать его измерительные свойства.

Во внутренней пространственной системе координат $Sxyz$ стереоскопического изображения усеченной пирамиды, включающего линейный перспективный рисунок (рис. 2б), аппликата z_1 неконгруэнтной точки M_1 больше аппликаты z_2 аналогичной точки M_2 на перцептивном перспективном рисунке, включенном в стереограмму усеченной пирамиды (рис. 2в). По оценке [3] это превышение достигает 30%. При этом точки M_1 и M_2 находятся в ближней к наблюдателю области. Граница ближней области составляет 17% общего отстояния по

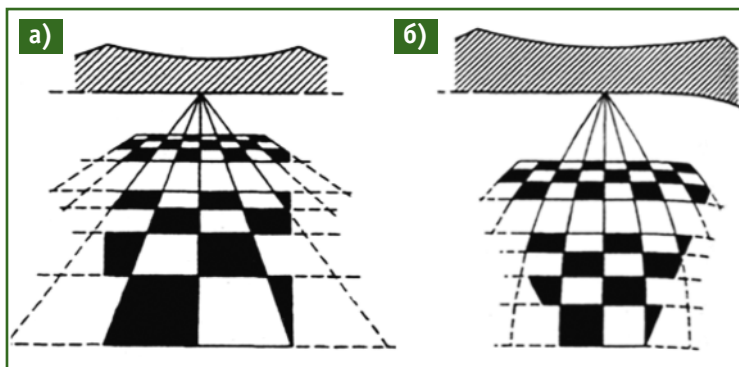


Рис. 1
Схемы изображения глубокого пространства, начиная с наиболее близкого переднего плана: а) ренессансная система перспективы; б) система перцептивной перспективы

глубине перспективной поверхности локальной стереоскопической модели.

Величина аппликаты z_1 определяется по формуле [4]:

$$z_1 = b_x / \rho m f, \quad (1)$$

где b_x — базис фотографирования в масштабе снимка; ρm — продольный параллакс точки M_1 , если бы у нее имелась бинокулярная составляющая; f — фокусное расстояние съемочной аппаратуры.

Величина аппликаты z_2 определяется как [3]:

$$z_2 = b_x' / \rho m' f \cos \varphi, \quad (2)$$

где b_x' — базис наблюдения в масштабе снимка; $\rho m'$ — бинокулярный продольный параллакс точки M_2 , если бы у нее имелась бинокулярная составляющая; f — фокусное расстояние зрительной системы; φ — угол конуса нормального видения. Конус нормального видения — значение аксонометрически допустимого отклонения луча зрения от перпендикуляра к картинной плоскости (плоскости снимка).

При переходе к фотограмметрической системе координат $SX''Y''Z''$ эта зависимость с учетом традиционной формулы для ординаты наземного снимка [4] Y'' примет вид:

$$Y'' = B_0 / \rho f \cos \varphi, \quad (3)$$

где B_0 — проекция базиса фотографирования на горизонталь-

ную плоскость; ρ — продольный параллакс точки на нормальной стереопаре наземных снимков.

Уравнение (3) отличается от уравнения, которое характеризу-

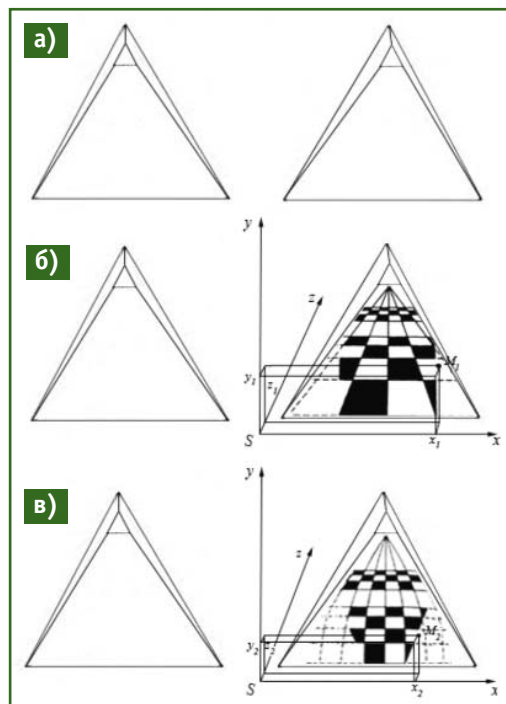


Рис. 2
Стереогаммы для оценки характера измерительной пространственной фиксации неконгруэнтных точек стереопары: а) стереограмма локальной стереоскопической модели; б) стереограмма локальной стереомодели, имеющей линейную перспективную поверхность; в) стереограмма локальной стереомодели, имеющей перцептивную перспективную поверхность

² При использовании линейной перспективы с одной точки зрения можно получить на плоскости единственное изображение пространства, а при использовании системы криволинейной перцептивной перспективы теоретически может быть получено бесконечное множество геометрически разных изображений одного и того же пространства.

ет линейную фотограмметрическую (ренессансную) систему перспективы $SX'Y'Z'$,

$$Y' = B_0/pf. \quad (4)$$

Аппликата точки M_2 на аэрокосмическом снимке с учетом традиционной формулы [4] будет определяться как

$$Z'' = -B/pf\cos\phi, \quad (5)$$

где B — базис фотографирования; p — продольный параллакс точки на нормальной стереопаре аэрокосмических снимков.

Уравнение (5) также отличается от аналогичного уравнения, характеризующего ренессансную перспективную систему (для точки M_1),

$$Z' = -B/pf. \quad (6)$$

Таким образом, измерительная пространственная оценка глубины отстояния неконгруэнтной точки, находящейся в ближней к наблюдателю области локальной стереоскопической модели, должна выполняться с использованием зависимостей (3) и (5). Использование традиционных формул (4) и (6) в указанной области наблюдения может привести к погрешности простран-

венной оценки в 30% от истинного значения.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Визуальное восприятие и пространственная локализация неконгруэнтных точек стереопары осуществляется в рамках локальных стереоскопических моделей, образующих текстуру обзорной стереоскопической модели.

2. Геометрически, локальные стереоскопические модели могут быть охарактеризованы системой перцептивной перспективы, для которой свойственна полная аксонометричность изображения в наиболее близкой к наблюдателю области. Граница ближней области наблюдения составляет 17% общего отстояния по глубине перспективной поверхности локальной стереоскопической модели.

3. Измерительная пространственная оценка глубины отстояния неконгруэнтной точки, находящейся в ближней к наблюдателю области локальной стереоскопической модели, может быть

выполнена с использованием зависимостей (3) и (5).

▼ Список литературы

1. Книжников Ю.Ф. Стереоскопическая модель местности как научное понятие и термин // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2004. — № 6. — С. 68–79.

2. Зинчук Н.Н. Оценка точности измерений порога восприятия глубины дискретной стереомодели // Геодезия и картография. — 2004. — № 11. — С. 25–29.

3. Раушенбах Б.В. Системы перспективы в изобразительном искусстве: Общая теория перспективы. — М.: Наука, 1986. — 254 с.

4. Брюханов А.В., Господинов Г.В., Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы в географических исследованиях. — М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1982. — 232 с.

RESUME

The results of studying visual perception and spatial localization of the incongruent points especially typical for digital stereoscopic images are presented. The formulas are proposed for estimating the range depth of incongruent point in this area.

НАВИГАЦИОННО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

Официальный дистрибьютор в Украине

Leica
Geosystems

Геодезическое оборудование

- Тахеометры TPS
- Теодолиты
- Нивелиры Runner

Лазерное оборудование

- Лазерные сканеры
- Рулетки DISTO™
- Ротационные нивелиры Rugby™
- Построители плоскости LINO™ L2

Представляет журнал "Геопрофи" в Украине

Наши координаты:

61070, Харьков,
ул. Чкалова, д. 32А
Тел./факс: (057) 719-66-16, (057) 717-44-39

Киевский офис:

02094, Киев,
ул. Попудренка, д. 54, оф. 106
Тел./факс: (044) 494-28-09

Симферопольский офис:

95000, Симферополь,
ул. Зои Жильцовой, 5
Тел./факс: (0652) 601-690

GPS - оборудование

- Приемники
- Базовые станции
- Система 1200
- Система SmartStation™

Услуги

- Сервисное обслуживание
- Обучение
- Техподдержка



Наш сайт: www.ngc.com.ua

E-mail: ngc@ngc.com.ua