

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВОРОТА ИЗОБРАЖЕНИЯ НА ТОЧНОСТЬ КООРДИНАТНОЙ ПРИВЯЗКИ

И.Н. Бутко¹, А.Н. Маковейчук², А.А. Жилков¹
(¹в/ч А0515, ²ЗАО «Авикос-Электрон»)

В работе исследуется влияние поворота на точность координатной привязки видовых изображений. При этом в качестве реперных выбраны объекты, удовлетворяющие совместно условию максимума широкополосности и энергетического контраста их изображений.

поворот изображения, точность координатной привязки, реперные объекты

Общая постановка проблемы, анализ последних достижений и публикаций. В настоящее время для привязки видовых изображений используются протяженные реперные объекты [1, 2]. Протяженность указанных реперных объектов составляет несколько элементов разрешения.

В связи с этим точность (среднеквадратическая ошибка) измерения координат реперных объектов также составляет несколько элементов разрешения, что не всегда удовлетворяет предъявленным требованиям [3]. В работе [4] сформулирована методика выбора реперных объектов на видовых изображениях, которая заключается в следующем:

- на видовом изображении отыскиваются участки с максимальной шириной спектра и устойчивым изображением;
- среди выбранных участков находится наиболее яркий (имеющий наибольший энергетический контраст);
- производится селекция участков изображения по критерию совместного выполнения двух условий (широкополосности и яркости);
- принимается найденный участок за реперный объект.

Однако устойчивость разработанной в [4] методики выбора реперных объектов к различного рода искажающим факторам не исследована. В работе [5] исследовано влияние поворота на точность координатной привязки видовых изображений.

Цель статьи. Исследование влияния поворота изображения на точность координатной привязки видовых изображений с использованием разработанной в [4] методикой выбора реперных объектов.

Постановка задачи и изложение материалов исследований. В качестве исходного взято изображение с сайта компании Space Imaging в период боевых действий в Ираке в апреле 2003 года, рис. 1 [6]. В результате применения сформулированной выше методики и результатов работ [4, 7] на исходном изображении выделены реперный объект, удовлетворяющий одновременно условию максимума широкополосности и энергетического контраста изображения, – реперный объект 1, а также традиционные объекты, выбираемые в качестве реперных, – «мост» – объект – 2 и «перекресток дорог» – объект 3 [1, 2], рис. 1. Реперным объектом, выбранным в соответствии с разработанной в [4] методикой, оказались участки города с наиболее хаотическим планом застройки – трущобы.

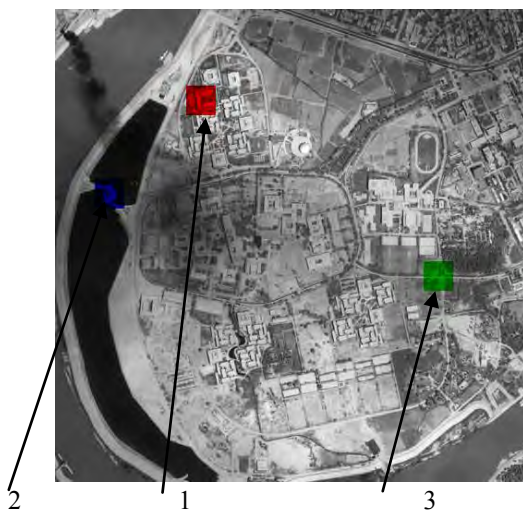


Рис. 1. Объекты, выбранные в качестве реперных на видовом изображении

Для исследования влияния поворота изображения на точность привязки изображения моделировался поворот изображения на угол φ , который изменялся в пределах $[-25^\circ; 25^\circ]$. Результаты моделирования представлены на рис. 2, 3.

Для анализа зависимости максимального коэффициента корреляции от значения угла поворота для каждого объекта, выбранного в качестве реперного, в соответствии с методикой [4, 7] вычислялась корреляционная матрица «реперный объект-изображение» для каждого реперного объекта, и находилась ее максимум. Кроме того, определялось, соответствует ли действительное положение каждого реперного объекта положению корреляционного макси-

му. На рис. 4 показаны графики зависимости корреляционного максимума R_{\max} от значения угла поворота φ . Из графиков рис. 4 видно, что наибольшую ширину пика, а, следовательно, наилучшую точность привязки изображений обеспечивает реперный объект, выбранный в качестве эталона по критерию широкополосности и максимума яркости (кривая 1). Далее наилучшую точность из оставшихся обеспечивает реперный объект «мост» (кривая 2).

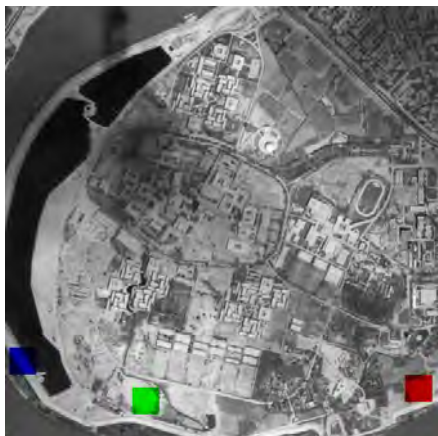


Рис. 2. Изображение, повернутое на угол $\varphi = -25^\circ$

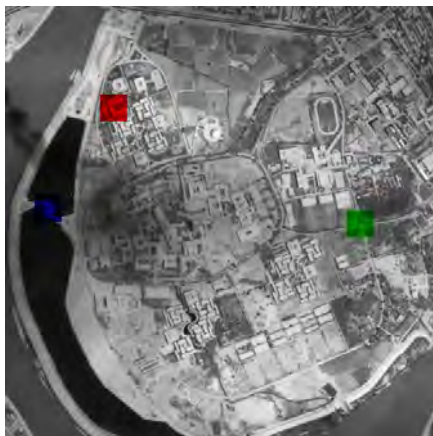


Рис. 3. Изображение, повернутое на угол $\varphi = 11^\circ$

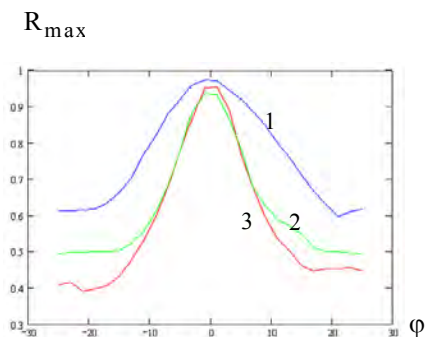


Рис. 4. Зависимость корреляционного максимума R_{\max} от угла поворота φ

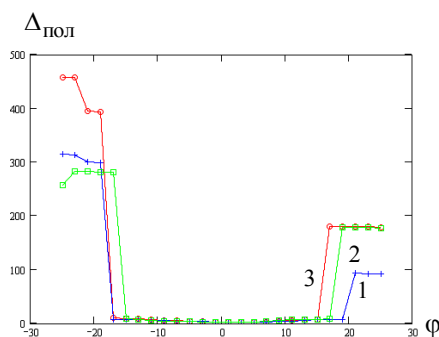


Рис. 5. Зависимость $\Delta_{\text{пол}}$ от угла поворота φ

Разность между точным положением объекта и положением, определенным с использованием различных эталонов, $\Delta_{\text{пол}}$ в зависимости от угла поворота φ приведены на рис. 5.

Выводы и направления дальнейших исследований. Из рис. 5 видно, при выборе в качестве эталонного реперного объекта «перекресток дорог» происходит ошибка в определении истинного положения перекрестка дорог при угле поворота $\pm 17^\circ$, а при выборе в качестве эталонного реперного объекта «мост» происходит ошибка в определении истинного положения моста при угле поворота $\pm 19^\circ$. При выборе в качестве эталонного реперного объекта с максимальной шириной спектра и максимальной яркостью во всех рассмотренных случаях обеспечивается требуемая точность привязки изображения.

При выполнении дальнейших исследований необходимо исследовать влияние других искажающих факторов, например изменения масштаба, на точность привязки видовых изображений при выборе в качестве реперных объектов согласно методике, разработанной в работах [4, 7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Прэнтт У. Цифровая обработка изображений: Т. 2. – М.: Мир, 1982. – 790 с.
2. Карпович И.Н. Военное дешифрирование аэроснимков. – М.: Воениздат, 1990. – 544 с.
3. Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності. Досвід, проблемні питання і тенденції / Л.М. Артюшин, С.П. Мосов, Д.В. П'яковський, В.Б. Толубко. – К.: НАОУ, ЖВИРЕ, 2002. – 207 с.
4. Худов Г.В., Бутко И.Н., Маковейчук А.Н. Теоретическое обоснование методики выбора реперных объектов на видовых изображениях // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2005. – Вып. 2. – С. 92 – 94.
5. Бутко И.Н., Жилков А.А. Исследование влияния шумов на точность привязки видовых изображений // *Системы обработки інформації*. – Х.: ХУ ПС. – 2005. – Вып. 6 (46). – С. 16 – 19.
6. [Электр. ресурс]. – Режим доступа: www.spaceimaging.com.
7. Бутко И.Н., Маковейчук А.Н. Спектральный и корреляционный анализ широкополосных участков видовых изображений для решения задач совместного поиска и обнаружения реперных объектов // *Моделювання та інформаційні технології*. – К.: НАНУ, ІПМЕ. – 2003. – Вып. 22. – С. 44 – 48.

Поступила 29.08.2005

Рецензент: доктор технических наук, старший научный сотрудник Г.В. Худов, Харьковский университет Воздушных Сил.