УДК 515.2

В.И. Слюсаренко, С.А. Недодатко, Т.П. Яровая

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ РЕКОНСТРУИРОВАНИЕ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ, СОДЕРЖАЩИХ СООСНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ, ПО ИХ ОДИНОЧНЫМ СНИМКАМ

Постановка проблемы. Изучение, сохранение, восстановление, реставрация памятников архитектуры имеют актуальное социально-культурное значение для каждой нации и являются свидетельством жизнестойкости народа. Известно, что многие сооружения и даже целые кварталы Варшавы, Санкт-Петербурга, Киева и других городов были восстановлены в таком же виде, который они имели до разрушения во время войны. Архивные снимки являются важным, а часто основным, источником информации об объекте при составлении проекта его реставрации. Поэтому новые методы метрической обработки снимков имеют непреходящее значение. Они позволяют заменить этап изготовления макетов объекта для установления его соответствия снимку, что по сути является методом проб и ошибок, точными расчётами. Это даёт возможность сэкономить время и значительные средства.

Реконструирование, т.е. определение форм и размеров пространственных объектов по их фотоснимкам, представляет собой сложную задачу геометрического характера. При этом не может быть общего метода реконструирования, так как вид поставленной задачи зависит от количества снимков, выполненных с различных точек съёмки, формы реконструируемых объектов и характера дополнительной информации о них. Поэтому эта задача должна ставиться применительно к конкретному случаю реконструирования. Однако, в зависимости от формы реконструируемых объектов и характера дополнительной информации о них, можно провести некоторую классификацию реконструирования по одиночным фотоснимкам. Если для реконструирования используют изображения углов плоских фигур, действительные величины которых заранее известны, то такой метод можно условно назвать «методом углов», при использовании очерков проекций поверхностей вращения – «методом очерков» и т.д.

Анализ последних исследований и публикаций. Существующие методы геометрического реконструирования объектов по их фотоснимкам [1, 2] не исчерпывают информацию, содержащуюся на снимках, так как используют для этого в качестве исходного репера плоские фигуры или пространственные формы, ограниченные плоскими фигурами. В архитектурных формах часто встречаются поверхности вращения в виде колоннад, куполов... Попытки использования для реконструирования очерков проекций поверхностей вращения и ранее имели место [3, 4]. Для этого использовалось изображение одиночной поверхности, а недостающая для реконструирования информация восполнялась из сочетания различных дополнительных условий другого рода, наложенных на фотоснимок объекта.

Нерешенные части общей проблемы. В «чистом виде», т.е. при использовании только очерков проекций поверхностей, реконструирование представлено в работе [5] для ряда конгруэнтных поверхностей вращения типа колоннады, где определяются параметры аппарата проецирования, объекта и их взаимного положения. Но в архитектурных формах часто встречаются соосные поверхности вращения в виде барабанов, куполов и т.д., для которых задача реконструирования в выше указанном виде не рассматривалась.

Цель статьи. Решить задачу реконструирования по фотоснимку соосных поверхностей вращения, в которой по известным радиусам нескольких поверхностей и координатам их очерков от изображения оси определить:

– фокусное расстояние снимка и расстояние от точки съёмки до оси – параметров, необходимых для реконструирования других объектов, изображённых на снимке;

– радиусы утраченных поверхностей по координатам их очерков от изображения оси.

Основная часть исследования. Рассмотрим плоскую задачу в плоскости на уровне линии горизонта h (рис.1) соосных поверхностей вращения на примере купольной части собора при главной точке P' снимка, лежащей на изображении оси i'. Известны радиусы R_1 барабана и R_2 его карнизной части – кирпичных элементов, чаще всего сохраняющихся при разрушениях. Фокусное расстояние f снимка определяется по формуле

 ISSN 1562-9945

$$f = X_1 \cdot X_2 \sqrt{\frac{R_1^2 - R_2^2}{X_1^2 R_2^2 - X_2^2 R_1^2}}, \tag{1}$$

где X_1 и X_2 - координаты от изображения на снимке оси i' очерков барабана и его карнизной части.

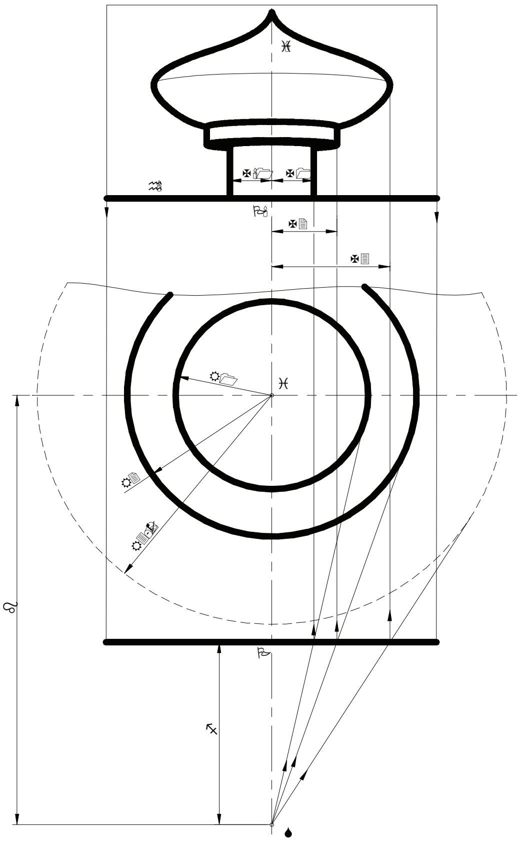

Рисунок 1

Расстояние b от точки съёмки S до оси i' поверхностей определяется по формуле

$$b = R_1 \cdot R_2 \sqrt{\frac{X_1^2 - X_2^2}{X_1^2 R_2^2 - X_2^2 R_1^2}}, \tag{2}$$

Радиус R_3 утраченного купола определяется по формуле

$$R_3 = \frac{bX_3}{\sqrt{X_3^2 + f^2}}, \tag{3}$$

где X_3 - координата от изображения оси i' очерка купола в самом большом его сечении.

Посредством натурных измерений определены точностные характеристики данного метода. Он даёт 5% относительную погрешность, допустимую при реконструировании, при значении $\frac{R_1}{b}>1$, где R_1 наименьший радиус поверхностей, используемых для расчёта. Рассмотрен идеальный случай съёмки, когда главная точка P' снимка лежит на изображении i' оси поверхностей, при котором координата X_1' от оси i' левой части очерка равна координате X_1 его правой части. При их неравенстве для уменьшения относительной ошибки следует выбрать меньшее X_1 из этих значений. При $\frac{X_1}{X_1'}< 0{,}96$ относительная ошибка выходит за указанный 5% предел, чем и ограничивается приемлемость данного метода реконструирования.

Выводы. Предложенный метод реконструирования фотоснимков может применяться самостоятельно, а при наличии дополнительных данных об объекте – в сочетании с другими методами. Если одна и та же величина может быть определена различными методами, то ни один из этих методов не может быть излишним, так как за счёт полученной избыточной информации можно определить значение искомой величины наиболее надёжно и оценить её точность.

Работа в виде методических указаний передана для использования в научно-реставрационное производственное управление Госкомитета Украины по делам строительства и может представлять интерес для архитекторов-реставраторов, специалистов в области фотограмметрии и начертательной геометрии, для студентов-архитекторов при прохождении измерительной практики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вольберг О.А. Лекции по начертательной геометрии. – М. - Л.: Учпедгиз, 1947.-348с.
2. Евстифеев М.Ф., Пшеничный В.В.Особый случай реконструкций перспективного изображения // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К.: Будівельник, 1972, Вып.15. - С.160-164.
3. Пшеничный В.В. Построение прямоугольных проекций поверхностей вращения по центральной проекции // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К.: Будівельник, 1971, Вып.13. - С. 120-124.
4. Horn A. Konstruktive photogrammetrische Verfahren zur Rekonstruktion von Rotationsflachen // Periodica Polytehnica – Budapest, 1969. – Vol. 13. - N. 1. – P. 15-20.

 ISSN 1562-9945

5. Слюсаренко В.И., Яровая Т.П. Геометрическое реконструирование памятников архитектуры, содержащих ряд поверхностей вращения, по их фотоснимку // Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн. – К.: ВГО Українська асоціація з прикладної геометрії, 2005. - С. 121-124.

Получено 13.03.2006 г.

УДК

П.А.Стеблянко

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХМЕРНОГО КУБИЧЕСКОГО СПЛАЙНА ДЛЯ ОПИСАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Введение. При численном решении пространственных нестационарных задач теории термоупругопластичности как с использованием конечно-элементной модели, так и при конечно-разностном подходе представления исходного тела сложной формы возникает задача, связанная с аппроксимацией частных производных первого и второго порядка от искомых функций [2,3]. Предлагается решать ее при помощи похода, основанного на использовании для описания сложных геометрических объектов специально разработанных двухмерных кубических сплайнов.

Построение нормированного двухмерных кубических сплайна. Пусть в ортогональной криволинейной системе координат α,β задана точка $A(\alpha_i,\beta_j)$. Тогда для интерполяции некоторой функции $W(\alpha,\beta)$ в ее окрестности будем использовать такой полином

$$W(\alpha,\beta) = \sum_{m=0}^{3}\sum_{n=0}^{3} L_{mn}^{ij}\left(\alpha-\alpha_i\right)^m\left(\beta-\beta_j\right)^n. \qquad (1)$$

В работе реализован вариант, когда значения искомых функций определялись на равномерной сетке. Представленная поверхность симметрична относительно осей координат и состоит из шестнадцати «склеенных» частей трех типов А, В, С.

Для угловых областей A (рисунок 1) исходя из условий в вершинах квадрата $A(0;0), B(0;1), C(1;0), D(1;1)$ вида

$$S_{2D}(0;0)=0\,,\ \frac{\partial S_{2D}(0;0)}{\partial\xi}=0\,,\ \frac{\partial S_{2D}(0;0)}{\partial\eta}=0\,,$$