



# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

(11) 754208

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 12.05.78 (21) 2617745/18-10

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 07.08.80. Бюллетень № 29

Дата опубликования описания 15.08.80

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

G 01 C 11/26

(53) УДК 528.711.  
.1 (088.8)

(72) Авторы  
изобретения

Л. Н. Лупичев, А. П. Парфенов и И. В. Шаманов

(71) Заявитель

Ордена Ленина институт проблем управления

### (54) СПОСОБ СКАНИРОВАНИЯ В СТЕРЕООПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

1

Изобретение относится к способам сканирования исследуемого пространства в обзорно-информационных системах (ОИС) стереооптического типа и может найти применение в автоматических стереофотограмметрических приборах, а также при создании ОИС автономных кибернетических устройств, взаимодействующих с окружающей средой.

В устройствах, предназначенных для наблюдения и исследования реальных объектов трехмерного пространства или их оптических изображений, часто используется процесс последовательного анализа, называемый сканированием. Наиболее известен способ сканирования [1], при котором сканирующий луч, выходящий из центра сферы наблюдения, попадает в каждую последующую точку измерения путем изменения двух его углов в пространстве на заданные величины. Так сканируют многие радиолокационные станции и лазерные дальномеры ОИС. При исследовании трехмерных объектов используется также способ сканирования пространства, осуществляемый путем развертки его плоскостного изображения, т. е. перемещением на изображении точки считывания

2

сигнала яркости [1]. При анализе исследуемого пространства в стереооптическом устройстве процесс сканирования осуществляется при помощи двух разверток стереопары.

5 В качестве прототипа выбран способ сканирования трехмерного пространства, реализованный в стереотелевизионном устройстве [2]. Стереоптическая система с нулевой конвергенцией и базисным расстоянием  $2\ell$  проектирует стереопару исследуемой поверхности или сцены на две передающие телевизионные трубки. Процесс сканирования пространства заключается в последовательном перемещении в нем некоторой точки, соответствующей пересечению двух проектирующих лучей стереотелевизионной системы, исходящих из точек экрана телевизионных трубок, в которые в данный момент попадает электронный луч и которые называются точками считывания сигнала яркости. Особенность этого способа сканирования состоит в том, что точки считывания сигнала яркости перемещаются на экране по прямым линиям, лежащим в одной проектирующей плоскости, проходящей через оба оптических центра стереосистемы;

причем эти точки движутся синхронно, и разница в положениях их на строке соответствует постоянной разности параллаксов. Если просканировать построчно весь кадр изображения с одной и той же разностью параллаксов, то это будет соответствовать 5 просмотру плоскости пространства, перпендикулярной оптическим осям стереосистемы. Если в этой плоскости будут находиться реальные оптические наблюдаемые точки поверхности, то, идентифицировав их каким-либо известным способом, т. е. выделив их 10 правое и левое изображение из общего фона, можно измерить их координаты в пространстве.

Недостатком известного способа сканирования является то, что съем данных о реальной поверхности происходит в точках, 15 которые расположены в общем случае произвольно, и это расположение при косоугольном съеме относительно выбранной плановой плоскости существенно зависит от формы реальной поверхности. Неудобство пользования такими результатами измерения состоит в том, что на одних участках исследуемой поверхности измеренных точек 20 оказывается избыток, а на других участках их нехватает. Это явление затрудняет аппроксимацию исследуемой поверхности при построении ее модели.

Указанный недостаток устраняется при использовании заявленного способа сканирования.

Целью изобретения является достижение 30 равномерности расположения измеряемых точек на исследуемой поверхности.

Поставленная цель достигается тем, что предварительно выбирают положение плановой плоскости относительно объекта измерения, определяют положение стереооптической системы относительно выбранной 35 плановой плоскости, задают расположение измеряемых точек на выбранной плановой плоскости, а затем для каждой измеряемой точки поверхности перемещают точки считывания сигнала яркости на каждом изображении стереопары так, чтобы проектирующие лучи перемещались в плоскостях, пересекающихся по прямой, перпендикулярной к плановой плоскости и проходящей через заданную проекцию измеряемой точки. 45 Пространственные соотношения иллюстрируются на фиг. 1. Расчетные развертки, представляющие собой прямые линии, однозначно определяются нижеприведенными функциональными зависимостями.

Для описания функциональных зависимостей необходимо ввести системы координат:

1. Декартова система координат  $X, Y, Z$ ; плоскость  $XV$  — является плановой плоскостью.

2. Декартова система координат  $X_c, Y_c, Z_c$ ; начало координат расположено в точке  $Z=h$ , и ось  $Y_c$  расположена в одной плоскости с  $Y$ ; оптические центры объекти-

вов расположены в точках  $X_c = \pm l$ , а их оптические оси направлены параллельно оси  $Y_c$  и в сторону положительных значений  $Y_c$ .

3. Две декартовы системы координат  $x_1, z_1$  и  $x_2, z_2$ , расположенные соответственно в плоскости правого и левого изображения: начала систем координат находятся в точках пересечения соответствующих оптических осей с плоскостью изображения, а оси  $z_1$  и  $z_2$  противоположны по направлению с  $z_c$ .

Связь между системами координат  $XYZ$  и  $X_c, Y_c, Z_c$  задана параметрами  $\Theta$  (тангаж),  $\gamma$  (крен) и  $h$  (смещение по оси  $Z$ ). Угол  $\Theta$  соответствует первому повороту системы  $X_c Y_c Z_c$  относительно оси  $X_c$ , а угол  $\gamma$  соответствует второму повороту системы  $X_c Y_c Z_c$  относительно оси  $Y_c$ .

Положительные углы поворота соответствуют совпадению вектора вращения с единичным вектором оси координат, принятой за ось вращения.

Уравнение траектории в общем виде следующее:

$$x_i = K_i Z_i + b_i$$

Здесь индекс  $i$  принимает для правого изображения значение  $i=1$ , для левого изображения значение  $i=2$ ;

Выражения для коэффициентов  $K_i$  и  $b_i$  следующие:

$$b_i = -F \cdot C_i \\ K_i = -\operatorname{tg} \gamma + \frac{\operatorname{tg} \Theta}{\cos \gamma} C_i,$$

где:  $C_i = \frac{[X_0 + (-1)^i \cdot l \cdot \cos \gamma - h \cdot \sin \gamma] \cdot \cos \Theta}{X_0 \cdot \sin \Theta \cdot \sin \gamma - Y_0 \cdot \cos \gamma - h \cdot \sin \Theta}$ ,  
 $F$  — фокусное расстояние объективов;

$X_0, Y_0$  — заданные координаты проекции измеряемой точки на плановой плоскости  $XV$ .

Таким образом, способ оптического сканирования осуществляется следующим образом.

Выбирают плановую плоскость с системой координат, определяют положение стереооптической системы относительно этой системы координат, задают расположение проекций измеряемых точек на выбранной плановой плоскости в указанной системе координат и для каждой измеряемой точки поверхности перемещают точки считывания сигнала яркости на каждом изображении стереопары так, чтобы проектирующие лучи перемещались в плоскостях, пересекающихся по прямой, перпендикулярной к плановой плоскости и проходящей через заданную проекцию измеряемой точки.

Эффективность использования изобретения в случае косоугольного съема поверхности, отличающейся от плоскости, иллюстрируется чертежом, где на фиг. 2 приведено схематическое изображение лучей наблюдения точек поверхности. Из чертежа видно, что если устройство съема, в котором реализован способ сканирования, принятый за прототип, было настроено так,

что при нормальных условиях (т. е. исследуемая поверхность является горизонтальной плоскостью) точки съема были равномерно распределены по поверхности с заданным шагом  $S$ , то при появлении на поверхности неровности в виде бугра, расстояние между соседними точками съема 1, 2 и 3 значительно увеличилось. Для аппроксимации поверхности с прежней точностью потребовалось бы увеличение числа измерений, что связано с дополнительными затратами как времени съема, так и времени обработки информации. В заявленном способе сканирования число точек измерения остается постоянным независимо от рельефа.

Другое преимущество способа заключается в том, что регулярная, наперед заданная сетка точек измерения, очень удобна для построения экономических алгоритмов последующих расчетов, связанных с анализом модели измеряемой поверхности.

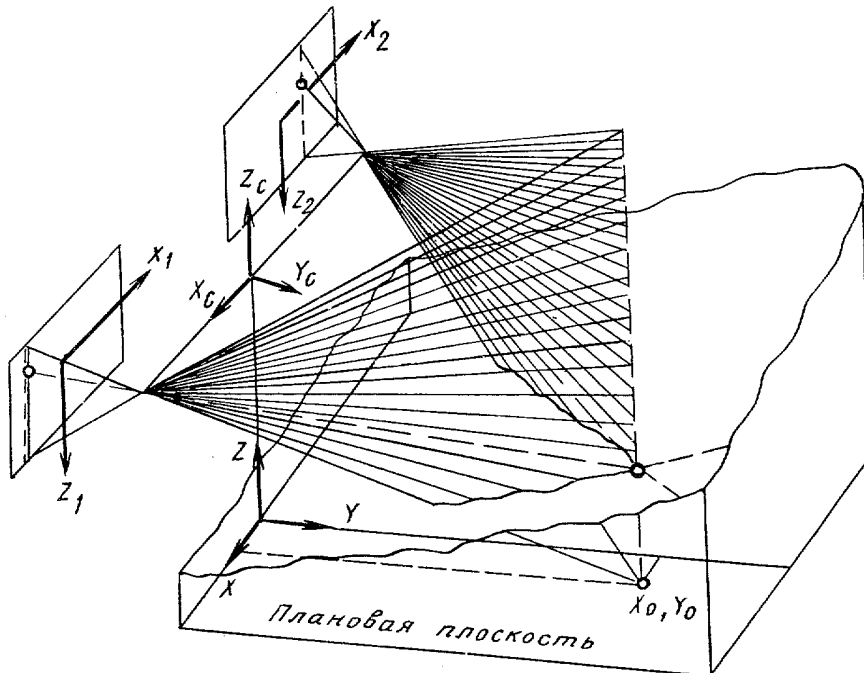
#### Формула изобретения

Способ сканирования в стереооптической системе, траектории развертки которой основаны на перемещении в пространстве точки пересечения двух проектирующих

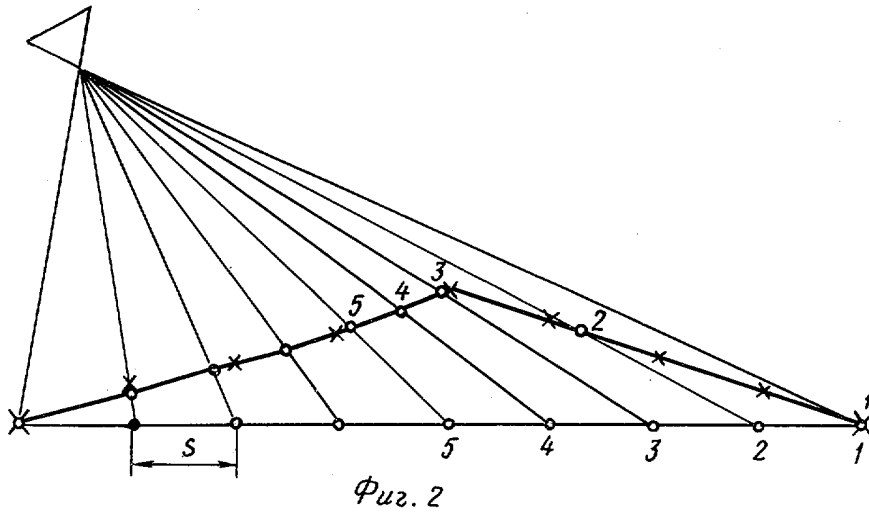
лучей, соответствующих двум точкам считывания сигнала яркости, прямолинейно перемещающимися в плоскости соответствующих изображений стереопары, отличающийся тем, что, с целью достижения равномерности расположения измеряемых точек на исследуемой поверхности, предварительно выбирают положение плановой плоскости относительно объекта измерения, определяют положение стереооптической системы относительно выбранной плановой плоскости, задают расположение проекций измеряемых точек на выбранной плановой плоскости, а затем для каждой измеряемой точки поверхности перемещают точки считывания сигнала яркости на каждом изображении стереопары так, чтобы проектирующие лучи перемещались в плоскостях, пересекающихся по прямой, перпендикулярной к плановой плоскости и проходящей через заданную проекцию измеряемой точки.

Источники информации,

- 20 принятые во внимание при экспертизе
1. Катус Г. П. Автоматическое сканирование «Машиностроение», М., 1969.
  2. Майсов И. А. «Стереотелевизионный способ исследования пространства и плоских изображений» «Техника кино и телевидения», № 12, 1966.



Фиг. 1



Редактор И. Квачадзе  
 Заказ 4893/33

Составитель В. Васильев  
 Техред К. Шуфрич  
 Тираж 801

Корректор В. Бутыга  
 Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5  
 Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4