

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

УДК 535.

© 1997 г. Д.А. АРТАМОНОВ, Н.Г. ВЛАСОВ, В.Ф. КОЛЕЙЧУК,  
А.И. ТОПУНОВ

### **ШТРИХОВАЯ СТЕРЕОГРАФИЯ С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ МАСШТАБОМ ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Описан метод получения изображения, масштаб которого непрерывно изменяется при изменении направления взгляда наблюдателя.

В работах [1, 2] предложена "штриховая стереография" – новый метод получения объемного изображения, промежуточный между стереографией и голограммой интенсивности. Согласно этому методу записываемый предмет представляют сначала в виде совокупности дискретных точек. Каждой из них в плоскости стереограммы ставится в соответствие окружность на зеркально отражающей поверхности или прозрачной пластине, прочерчиваемая так, чтобы стенки штриха имели гладкую, зеркальную поверхность, а ее профиль в сечении, проходящем через диаметр перпендикулярно плоскости пластиинки, имел вид полуокружности радиусом в доли миллиметра.

При освещении такой полуокружности источником, обладающим небольшими угловыми размерами, вогнутая часть штриха действует как маленькое короткофокусное зеркало, расширяющее освещающее излучение и формирующее зону видения. При нахождении в ней наблюдателя (рис. 1) в каждый его глаз попадают блики излучения, отраженного либо от внешней, либо от внутренней по отношению к центру поверхности кругового штриха. Глаза наблюдателя сводят эти два блика вместе, образуя восстановленное изображение точки, локализованной соответственно за или перед плоскостью стереограммы.

Точкам, находящимся на одном и том же расстоянии от плоскости стереограммы, соответствуют окружности одного и того же диаметра. Изменение положения точки по глубине сцены передается изменением диаметра окружности.

Если наблюдатель смещается параллельно плоскости стереограммы, в глаза ему попадают блики от других частей штриховых окружностей и восстановленное изображение локализуется в другом месте. Таким образом, смещению наблюдателя соответствует смещение восстановленного изображения.

В настоящей работе описывается новая разновидность штриховой стереограммы, в которой изменение направления наблюдения сопровождается непрерывным изменением поперечного масштаба восстановленного изображения (рис. 2). Римскими цифрами обозначены точки изображения (не показанные на рис. 2), а арабскими – точки на штриховой стереограмме. Пусть точка I изображения является центром подобия, по отношению к которому смещаются его другие точки. На штриховой стереограмме ей соответствует окружность радиусом  $R_1$  с центром в точке I. Пусть также изменение направления наблюдения от правого конца горизонтального диаметра к левому через верхнюю часть стереограммы сопровождается изменением длины отрезка I-II на восстановленном изображении от I-II до I-II', где I-II, I-II'  $\ll R$ . В частности, II' может

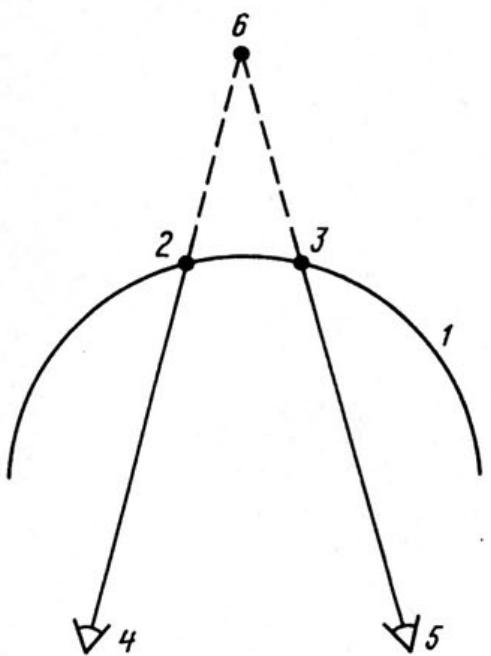


Рис. 1. Восприятие наблюдателем изображения точки, восстановленного штриховой стереограммой.  
1 – часть освещенной штриховой окружности; 2 и 3 – блики, попадающие в глаза наблюдателя (4 и 5); 6 – восстановленное изображение точки

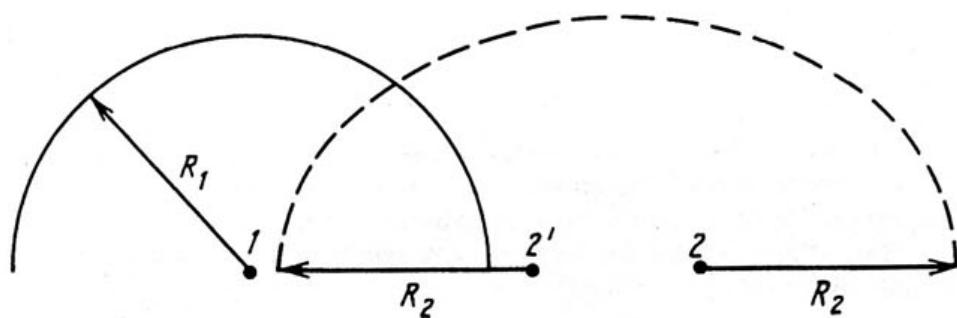


Рис. 2. Штриховая стереограмма двух точек, расстояние между которыми изменяется при изменении направления наблюдения.  
1 – центр окружности радиусом  $R_1$ , соответствующий точке I изображения, 2–2' – смещение центра окружности  $R_2$ , соответствующее изменению масштаба отрезка I-II

совпасть с I, и отрезок выродится в точку. Для выполнения этого требования точка 2, из которой проводится соответствующая точке II окружность, должна непрерывно смещаться из положения 2 в положение 2' и достигать его тогда, когда точка окружности радиусом  $R_2$  будет на другом конце горизонтального диаметра. При движении от левого конца диаметра к его правому концу по нижней половине стереограммы точка 2' должна вернуться в свое первоначальное положение 2. Кривая, описываемая точкой вращающейся окружности, центр которой непрерывно смещается по прямой линии, хорошо известна в математике – это циклоида.

В эксперименте изготовление штриховых стереограмм, восстанавливающих изображение с изменяющимся масштабом, было автоматизировано. Штрихи соответствующей формы наносились на зеркально отражающую металлическую поверхность режущим плоттером "Студио-8", управляемым персональным компьютером IBM-PC, и весь процесс изготовления занимал несколько минут. Изображение, восстанавливаемое такой стереограммой, действительно изменяло свой масштаб при изменении направления наблюдения и по своей яркости не уступало изображениям, восстановленным стереограммами, изготовленными вручную.

Описанная методика позволяет также получить изображения, неоднократно меняющие масштаб при изменении направления наблюдения. Пример такой стереограммы, восстанавливающей изображение треугольника с изменяющимся масштабом, показан на рис. 3. Объемные штрихи для наглядности заменены черными линиями на

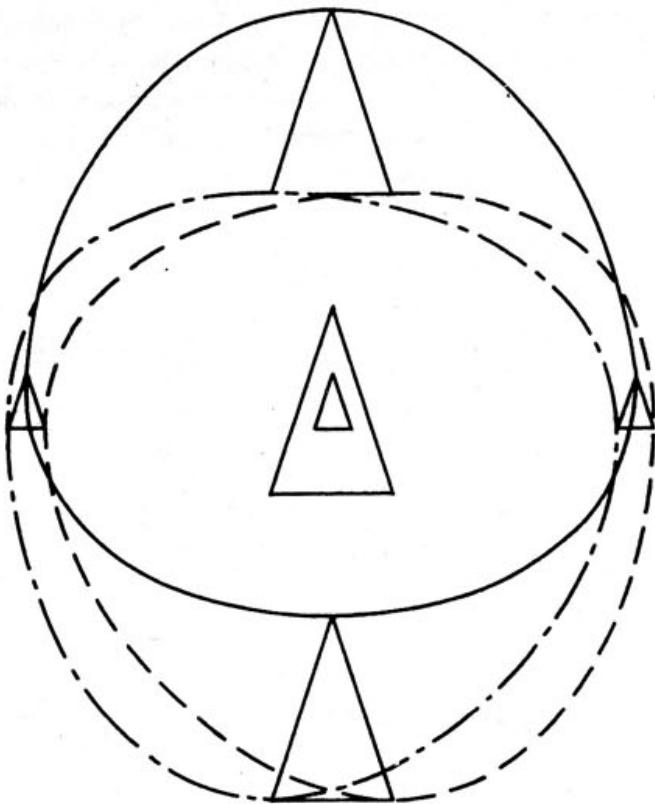


Рис. 3. Пример штриховой стереограммы, восстанавливающей изображение треугольника с изменяющимся масштабом. Черными линиями показаны штрихи стереограммы. Вершине треугольника соответствует сплошная линия, одной из вершин при основании – пунктирная, другой – штрихпунктирная линия

белом фоне. Максимальный и минимальный размеры треугольника показаны в центре рис. 3. При изменении направления наблюдения от правого конца горизонтального диаметра к левому изображение треугольника увеличивается до максимального в верхней части рисунка и снова возвращается к минимальному на левом конце горизонтального диаметра. При изменении направления наблюдения от левого конца горизонтального диаметра к правому через нижнюю часть стереограммы изображение снова меняется от минимального размера к максимальному и обратно с тем отличием, что оно теперь локализовано перед стереограммой.

Таким образом, обсуждаемый метод позволяет получить изображения с изменяющимся масштабом, а его автоматизация существенно упрощает и ускоряет процесс получения штриховой стереограммы при одновременном увеличении числа элементов в восстановленном изображении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов Н.Г., Колейчук В.Ф. // Опт. техника. 1975. Т. 7. № 3. С. 14.
2. Власов Н.Г., Колейчук В.Ф. // Журн. науч. и прикл. фотографии. 1997. Т. 42. № 1. С. 68.
3. Артамонов Д.А. // Журн. науч. и прикл. фотографии. 1997. Т. 42. № 3. С. 27.

Московский государственный  
университет "Станкин"

Поступила в редакцию  
30.12.96