

СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЙ ДИСПЛЕЙ С ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ ПЛОСКОСТЯХ

© 2010 г. К. А. Гребенюк*, канд. физ.-мат. наук; В. В. Петров**, доктор физ.-мат. наук

* Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, г. Саратов

** Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов

E-mail: KonstantinAG@yandex.ru

Создан стереоскопический дисплей, воспроизводящий левую и правую части стереопары в пересекающихся плоскостях наблюдения. Построенный дисплей позволяет устранять двоение стереоскопического изображения при воспроизведении стереопар от камер со сходящимися оптическими осями.

Ключевые слова: стереоскопия, стереодисплей, вертикальный параллакс.

Коды OCIS: 110.6880, 120.2040.

Поступила в редакцию 13.04.2010.

Введение

Объемность воспринимаемого изображения достигается в стереоскопических дисплеях за счет раздельного бинокулярного наблюдения двух перспективных изображений (стереопары), одно из которых соответствует левому, а другое – правому ракурсу предметной сцены.

Стереопару получают с помощью двух камер, которые могут быть ориентированы по схеме с параллельными или сходящимися (конвергентными) оптическими осями. При воспроизведении стереопары от конвергентных камер стандартным способом (в общей плоскости) ненулевой вертикальный параллакс, присутствующий в такой стереопаре, вызывает зрительный дискомфорт и может приводить к двоению наблюдаемого изображения [1, 2].

Целью данной работы стало построение стереодисплея, который позволил бы воспроизводить стереопары от камер со сходящимися осями без двоения.

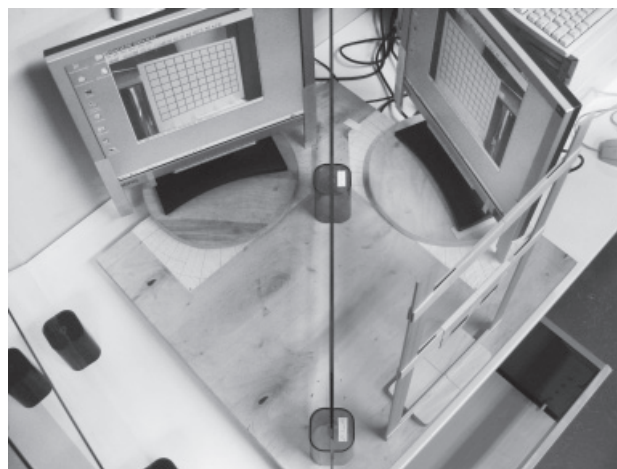
Для устранения двоения изображения и зрительного дискомфорта, возникающего при наблюдении стереопары от камер со сходящимися осями, необходимо минимизировать угловой вертикальный параллакс. Для этого нами было предложено [3, 4] воспроизводить левое и правое перспективные изображения не на общем экране, а в пересекающихся плоскостях, что соответствовало бы геометрии съемки со сходящимися осями и приводило бы к оптической компен-

сации углового вертикального параллакса. Эта новая схема воспроизведения стереопары была реализована в построенном стереодисплее.

Устройство стереоскопического дисплея

Построенный стереоскопический дисплей (см. рисунок) состоит из двух ЖК мониторов с плоскими экранами, подставки под мониторы, средств контроля положений экранов, светоделительной пластины и поляризационных очков.

Мониторы размещены на двух дисках с возможностью поворота в горизонтальной плоско-



Стереоскопический дисплей с воспроизведением изображений в пересекающихся плоскостях (вид сверху).

Экспериментальные значения степени двоения наблюдаемого изображения, полученные при различных значениях угла конвергенции камер β и половинного угла пересечения плоскостей наблюдения α (0 означает отсутствие двоения, 1 соответствует наиболее сильному двоению)

β , град	α , град															
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
2,5	0,16	0,06	0	0	0,07	0,14	0,19	0,26	0,45	0,6	0,73	0,85	0,92	0,92	0,93	0,99
5	0,33	0,26	0,2	0,05	0,05	0,01	0	0,02	0,14	0,31	0,42	0,52	0,71	0,75	0,93	0,91
7,5	0,85	0,81	0,66	0,51	0,35	0,2	0,1	0,05	0,01	0,07	0,02	0,06	0,17	0,23	0,49	0,54
10	0,98	0,96	0,92	0,82	0,81	0,68	0,54	0,3	0,14	0,02	0,05	0	0,02	0,08	0,11	0,25
15	1	1	1	0,98	0,99	0,96	0,96	0,93	0,89	0,81	0,71	0,52	0,42	0,2	0,16	0,14

сти, под которыми находятся транспортиры и линейные шкалы (подставка с дисками изготовлена А.А. Лащенко). Для контроля положений экранов на мониторах закреплены специальные указатели.

Левое и правое перспективные изображения выводятся на экраны различных мониторов и имеют полное разрешение и яркость. Изображения экранов мониторов совмещаются в поле зрения наблюдателя с помощью светоделительной пластины, при этом изображение одного из экранов наблюдается в прошедшем, а другого – в отраженном свете. Путем поворота мониторов обеспечивается наблюдение изображений их экранов в различных плоскостях, пересекающихся под углами от 0° до 60° .

Объемное изображение наблюдается через поляризационные очки, причем для сепарации частей стереопары используется исходная поляризация ЖК дисплеев. Очки выполнены с возможностью поворота анализаторов, что позволяет достичь высокой степени сепарации.

Таким образом, построенный стереодисплей позволяет наблюдать левое и правое изображения в различных плоскостях, пересекающихся под заданным углом. При этом вывод каждого из перспективных изображений на отдельный экран и использование поляризационного метода сепарации обеспечивают высокое качество воспринимаемого объемного изображения.

Тестирование стереоскопического дисплея

Тестирование стереоскопического дисплея проводилось с участием семи наблюдателей с нормальным зрением. При заданном значении угла пересечения плоскостей наблюдения левого и правого изображений 2α зрителю пооче-

редно предъявлялись стереопары тестовой решетки, полученные при различных значениях угла конвергенции β . Зритель оценивал степень двоения наблюдаемого изображения по пятиуровневой шкале от “точно двоится” до “точно не двоится”.

При обработке полученных данных каждому ответу ставилось в соответствие численное значение степени двоения изображения, причем ответу “точно двоится” соответствовала степень двоения равная единице, а ответу “точно не двоится” – степень двоения равная нулю.

В таблице представлены средние значения степени двоения наблюдаемого изображения, полученные для каждого из экспериментальных условий*. Каждое из этих значений является результатом усреднения по 21 измерению (три измерения с каждым из семи наблюдателей).

Как видно из таблицы, при воспроизведении тестовых стереопар стандартным способом в общей плоскости ($\alpha = 0$) наблюдалось более или менее заметное двоение изображения. При воспроизведении тестовых стереопар предложенным способом в пересекающихся плоскостях для трех стереопар нашлось хотя бы по одному значению угла пересечения 2α , при котором степень двоения оказалась равной нулю. Нулевая степень двоения означает, что в каждом измерении, проведенном в данных условиях, был получен ответ “точно не двоится”, т. е. двоение, имевшееся при $\alpha = 0$, было устранено полностью.

Для стереопары с $\beta = 7,5^\circ$ наименьшее значение степени двоения оказалось равным 0,01: * Так как углом конвергенции называют лишь половину угла между осями объективов камер, в таблице значения угла конвергенции β поставлены в соответствие не значения полного угла 2α между плоскостями наблюдения левого и правого изображений, а значения половинного угла α пересечения этих плоскостей.

в данных условиях в 20 измерениях из 21 был получен ответ “точно не двоится” и в одном измерении – “скорее не двоится”. Для стереопары с $\beta = 15^\circ$ нулевая степень двоения не была получена, так как требуемое для этого значение угла α лежит за пределами диапазона, исследованного в эксперименте.

Заключение

Построен стереоскопический дисплей, реализующий предложенную в [3, 4] оптическую компенсацию углового вертикального параллакса при воспроизведении стереопар от камер со сходящимися осями.

Оптическая компенсация вертикального параллакса осуществляется благодаря воспроизведению левого и правого перспективных изображений в пересекающихся плоскостях и позволяет наблюдать объемное изображение от камер со сходящимися осями без двоения и зрительного дискомфорта.

В проведенных экспериментах стереопары с вертикальным параллаксом, вызывающим сильное двоение при воспроизведении в общей плоскости, наблюдались как единое объемное

изображение при воспроизведении с помощью построенного дисплея в пересекающихся плоскостях.

Наилучшее устранение двоения в проведенных экспериментах наблюдалось именно при тех значениях половинного угла пересечения плоскостей наблюдения α , при которых, согласно полученному в [3] условию, должна происходить компенсация углового вертикального параллакса.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Валюс Н.А.* Стереоскопия. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. 379 с.
2. *Woods A., Docherty T., Koch R.* Image Distortions in Stereoscopic Video Systems // Proc. SPIE. 1993. V. 1915. P. 36–48.
3. *Гребенюк К.А., Петров В.В.* Устранение геометрических искажений в стереоскопических системах со сходящимися оптическими осями // Опт. и спектр. 2008. Т. 104. № 4. С. 698–703.
4. *Гребенюк К.А., Петров В.В.* Способ воспроизведения стереоскопического изображения от видеокамер со сходящимися осями // Патент РФ на изобретение № 2340116. 2008.