

количества катастроф // Проблемы безопасности полетов. – №9. – 2008.

4. Зайцев С.О., Лисогор М.В. Застосування метода Берга для аналізу вібросигналів, отриманих за допомогою лазерних сенсорів // Електроніка і зв'язь: науково-технічний журнал. – 2014. – Т. 19. – № 6(83). – С. 66-72.

них за допомогою лазерних сенсорів // Електроніка і зв'язь: науково-технічний журнал. – 2014. – Т. 19. – № 6(83). – С. 66-72.

УДК 621.391.1(075.8)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ МНОГОМЕРНЫХ СИГНАЛОВ

Зайцева Е.Г.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Целью настоящей работы является анализ процессов записи и воспроизведения многомерных сигналов при их записи и воспроизведении, проведенный на примере преобразования оптических изображений.

Аналогичное исследование было произведено для киноизображений О.Ф. Гребениковым [1]. В данном случае рассматривался только процесс записи и воспроизведения с использованием светочувствительного материала, который в настоящее время почти полностью замещен преобразователями и носителями информации других типов.

Можно выделить три основных процесса, происходящих в системах записи и воспроизведения многомерных сигналов: преобразование сигнала, его хранение и передача, а также воспроизведение. Эти процессы имеют место в первичных преобразователях информации, носителях и устройствах воспроизведения.

В отдельных случаях, например, при обработке оптических сигналов, перед преобразованием сигнала в другую физическую величину происходит копирование сигнала, т.е. смещение его в пространстве. В данном случае эта операция осуществляется объективами. Теоретически возможно подвергать обработке и смещенные во времени сигналы. Поэтому в состав системы преобразования сигнала может входить дополнительный элемент, который будем называть «подсистема смещения». Объектив осуществляет функцию пространственной фильтрации, в других подсистемах смещения возможны иные виды преобразований. Наличие подсистемы смещения не всегда обязательно. Например, она может отсутствовать при анализе тепловых сигналов.

Многомерный сигнал в данном случае будем рассматривать как физический процесс, параметры которого изменяются в функции нескольких переменных. В технике сигнал чаще всего есть зависимость определенной физической величины, например, яркости, давления, магнитной индукции, напряженности электрического поля и т.д. от трех пространственных и одной временной координаты. В целях хранения и передачи многомерных сигналов, а также для

управления с их помощью сигналы чаще всего преобразуют в электрические, являющиеся функцией одной переменной (времени).

Преобразователи сигналов можно классифицировать по количеству элементарных преобразователей и по конструктивному принципу их формирования. Например, датчик Холла и фотодиод являются элементарными преобразователями, из них можно формировать линейки (одномерные преобразователи) и матрицы (двумерные). Элементарные преобразователи далее будем называть ноль-мерными. Теоретически возможно допустить существование и трехмерных преобразователей, но для этого в каждой группе преобразователей надо технически решить проблему экранирования сигнала соседними элементарными преобразователями.

С помощью двумерных матриц возможно записывать оптические сигналы видимого, ультрафиолетового, инфракрасного диапазона. Технически осуществимо создание двумерных матриц давления для звукового и других частотных диапазонов, матриц для измерения магнитного поля, электрических величин.

Способы преобразования зависят от сочетания числа измерений сигнала и мерности преобразователя.

Если преобразователь ноль-мерный, а сигнал одномерный, то преобразование производится при неподвижном преобразователе. Если сигнал имеет большее число измерений при ноль-мерном преобразователе, то необходимо производить механическое перемещение преобразователя в пространстве. Например, неподвижное черно-белое изображение является функцией трех пространственных координат. Тогда преобразователь, например, фотодиод, следует перемещать в трех пространственных направлениях. При этом имеет место пространственная дискретизация изображения по трем пространственным координатам, а также фильтрация по двум координатам, соответствующим плоскости светочувствительной поверхности фотодиода. Если черно-белое объемное изображение изменяется еще и во времени (четырёхмерный сигнал), то необходимо такое трехмерное перемещение пре-

образователя повторять многократно, условно принимая изображение неподвижным за один цикл записи. В данном случае имеет место дискретизация по трем пространственным координатам, временной координате и фильтрация по двум пространственным координатам и времени. Кроме того, движение изображения обуславливает наличие дополнительной пространственной фильтрации за счет относительного смещения изображения и элементарного преобразователя. Эти смещения происходят в разные моменты времени, поэтому данное фильтрующее действие является функцией пространственных координат.

Очевидно, что механическое перемещение элементарных преобразователей при записи многомерных сигналов использовалось на ранней стадии развития техники (видеокамера «диссектор» в телевидении) и является бесперспективным. Поэтому больший интерес представляет анализ сочетания различных многомерных сигналов и двумерных матриц.

При преобразовании двумерных сигналов (например, черно-белое плоское изображение) двумерными матрицами происходит дискретизация по двум пространственным координатам и фильтрация по этим же координатам. Добавление третьей координаты (цветное неподвижное изображение) требует дополнительной дискретизации по одной или двум пространственным координатам, а также фильтрации по длине волны. Практически в светодиодной матрице это реализуется введением в состав матрицы преобразователей пространственных, теоретически возможно и линейных групп преобразователей с различными светофильтрами.

При записи цветного неподвижного объемного изображения (четырёхмерный сигнал) необходимо обеспечить ввод информации об изменении функции сигнала по еще одному пространственному аргументу. Это обеспечивается относительным перемещением сигнала и матрицы преобразователей во времени (например, система *Plenoptic Camera*) [2], либо одновременным формированием фрагментов сигнала, которые частично перекрывают один другого (3D чип Стэнфордского университета).

Если цветное объемное изображение является еще и движущимся, то за счет последовательной записи кадров изображения с помощью 3D чипа добавляется еще фильтрация и дискретизация по временному аргументу.

Анализ количества необходимых процессов дискретизации показывает, что количество аргументов сигнала, подвергнутых дискретизации, должно быть не меньше количества аргументов сигнала. Если сигнал имеет большее число измерений, чем преобразователь, то по каждому дополнительному аргументу сигнала необходимо

осуществлять одну или две дополнительные дискретизации по пространственным аргументам преобразователя либо одну дискретизацию по времени.

Процесс пространственной фильтрации сигнала имеет место за счет неравномерности чувствительности элементарного преобразователя по его поверхности, сдвига преобразователя, если он перемещается в процессе записи относительно сигнала. Временная фильтрация происходит за счет конечного времени накопления сигнала на преобразователе при его временной дискретизации.

Результаты анализа преобразования оптического сигнала возможно распространить на многомерные сигналы другой физической природы и другие преобразователи.

Носители информации преобразуют изменение физической величины сигнала в изменение физической величины носителя в функции пространственных измерений носителя. Количество измерений носителя зависит от его физической природы и способа записи. Носители имеют количество измерений от трех до нуля. Один и тот же носитель в зависимости от способа записи может иметь разное количество измерений. Например, фотопластинка при аналоговом процессе записи (одновременно выполняет функцию преобразователя) при записи двумерного сигнала (черно-белого неподвижное изображение) является двумерным носителем. Если производится запись голограммы (трехмерный сигнал), фотопластинка является трехмерным носителем, так как используется и третье измерение – толщина фотослоя. Аналогично магнитная лента может рассматриваться как одномерный и ноль-мерный носитель в зависимости от того, записывается аналоговый одномерный сигнал, или дискретный цифровой.

Если запись аналоговая, то на носителе осуществляется процесс фильтрации изображения. Так как цифровые сигналы более шумоустойчивы, чем аналоговые, а также легко обрабатываются, в подавляющем большинстве используются ноль-мерные носители (диски, флэш-память), куда поступает уже обработанная информация в цифровой форме.

Воспроизведение многомерных сигналов требует соответствующих устройств. Четырёхмерные оптические сигналы (яркость как функция двух пространственных измерений, времени и цветовой координаты) воспроизводятся с использованием дисплеев, представляющих двумерные матрицы, состоящие из групп разноцветных светодиодов. Для пятимерных сигналов, например, с третьей пространственной координатой в качестве аргумента (объемное цветное движущееся изображение) в устройстве воспроизведения приходится либо вводить дополнительную

дискретизацию по пространственным координатам или времени, либо увеличивать число изменений устройства воспроизведения.

1. Гребенников О.Ф. Основы записи и воспроизведения изображения (в кинематографе). М.:

УДК 535.327

ЛАЗЕРНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ЛИНЗЫ В ИТТЕРБИЙ- И ЭРБИЙ-СОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛАХ

Захарова А.Н., Лойко П.А., Маляревич А.М., Юмашев К.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Целью работы является разработка и изготовление научно-учебного комплекса, предназначенного для получения информации о фотоупругих искажениях лазерных элементов, необходимой для конструирования твердотельных лазерных систем различной геометрии и назначения, в частности, для расчета оптимальных параметров и определения условий устойчивости лазерного резонатора; достижения условия согласования мод накачки и генерации; определения допустимых уровней накачки; преодоления деполяризационных потерь; анализа условий реализации «микрочип»-, «слэб»- и «мини»-лазеров.

Прибор будет востребован в научно-исследовательских учреждениях, при выполнении научных работ аспирантами и магистрантами, а также может использоваться при выполнении лабораторных практикумов в области оптико-электронного и лазерного приборостроения, лазерной физики и оптики.

Работа проводилась в рамках задания 21 подпрограммы «Научно-учебное оборудование» ГНТП «Эталоны и научные приборы». В результате выполнения работы разработан комплект рабочих КД на изготовление измерителя и изготовлен его опытный образец.

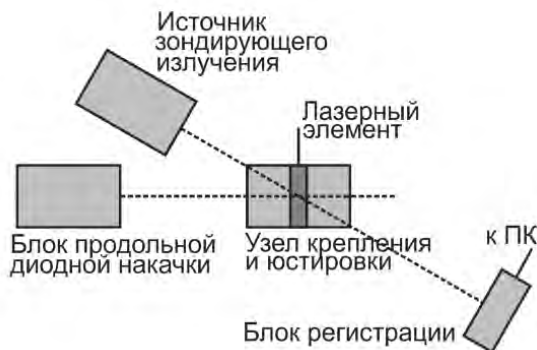


Рисунок 1 – Блок-схема лазерного комплекса

В состав комплекса входят: блок продольной диодной накачки; источник зондирующего

Искусство. – 1982. – 239 с.

2. Lumsdaine, A., Georgiev, T. The Focused Plenoptic Camera. [Эл. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tgeorgiev.net/FocusedPlenoptic.pdf>.

лазерного излучения; узел крепления и юстировки лазерного элемента; блок регистрации зондирующего лазерного излучения. Измерения основаны на методе пробного пучка [1].

Блок продольной диодной накачки обеспечивает оптическую накачку лазерного элемента и состоит из:

- блока питания и управления лазерным диодом 5, который позволяет осуществлять изменение тока через лазерный диод, а также контролировать температуру лазерного диода и температуру лазерного элемента с точностью не хуже 0.1 °С, для чего предусмотрено подключение данного блока к двум элементам Пельтье 2, 19 и двум термисторам 3, 20;

- узла крепления лазерного диода, включающего полупроводниковый лазерный диод 1 на основе структуры InGaAs, излучающий непрерывное лазерное излучение с мощностью до 5 Вт в области длин волн 0.94-0.98 мкм, с волоконным выводом излучения; массивное металлическое основание 4, предназначенное для отвода тепла от лазерного диода 1; элемент Пельтье 2, предназначенный для охлаждения лазерного диода 1; термистор 3 для контроля температуры лазерного диода, кулер 6 для охлаждения данного узла, подключенный к блоку питания 5;

- узла крепления оптического волокна 8, состоящего из SMA-разъема 9 для оптического волокна 8, юстировочного столика 10 и трансляционной подвижки 11;

- коллимирующей линзы 12, закрепленной в юстировочном столике 13;

- фокусирующей линзы 14, закрепленной в юстировочном столике 15, установленном на трансляционной подвижке 16;

Источник зондирующего лазерного излучения включает: твердотельный лазер 24 (выходное излучение – непрерывное, поляризация - линейная, выходная мощность – 20 мВт, длина волны выходного излучения – 0,53 мкм, расходимостью излучения – 10 мрад); радиатор 25 для пассив-