

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ЕГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИИ С ПОМОЩЬЮ РАСТРОВОГО ДИСПЛЕЯ

*И. А. Мухин, О. В. Украинский
Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича*

Телевизионные матричные дисплеи на основе жидкокристаллических мониторов или плазменных панелей отличаются неподвижностью раstra, а также фиксированным и строго периодичным шагом пикселей, благодаря чему хорошо подходят для получения многоракурсного изображения растровым методом. При этом матричный дисплей воспроизводит так называемое кодированное изображение, состоящее из элементов картинок отдельных ракурсов. Порядок взаимного расположения этих элементов определяется углом наклона раstra, а также количеством воспроизводимых ракурсов. Для каждого из случаев формирование кодированного изображения производится дискретизацией исходных изображений отдельных ракурсов в заданном пространственном порядке, что требует индивидуального подбора двумерной функции антиэлайзингового фильтра.

Такой фильтр, согласно теореме Котельникова, должен подавлять составляющие спектра исходного изображения, частоты которых больше половины частоты дискретизации. Причем данное правило должно выполняться для любого пространственного направления. Например, если в вертикальном направлении частота дискретизации выше, чем в горизонтальном, то полоса пропускания пространственного фильтра в вертикальном направлении должна быть шире, нежели в горизонтальном.

Двумерная амплитудно-частотная характеристика пространственного фильтра формируется с помощью так называемого профиля фильтра – одномерной функции, которая определяет коэффициент передачи фильтра на заданной частоте, не учитывая пространственного направления. Выбор

профиля фильтра – задача нетривиальная. На первый взгляд может показаться, что для фильтрации более всего подходит оконная функция, когда для частот ниже половины частоты дискретизации коэффициент передачи равен единице, а для частот выше – коэффициент передачи равен нулю. Однако при такой фильтрации возникает так называемый эффект Гиббса, выражающийся в появлении искажений («колебаний») на изображении и известный в электротехнике, как «звон». Таким образом, спад АЧХ фильтра должен быть плавным. Этому условию удовлетворяет фильтр Гаусса. Однако при этом возникает другая проблема – значительно подавляется уровень полезных высокочастотных составляющих, границы объектов размываются.

Учитывая изложенное выше, требования к фильтру могут быть сформулированы следующим образом. Длительность переднего фронта переходной характеристики должна быть минимальной при заданной амплитуде «звона», а амплитудно-частотная характеристика должна быть равна нулю на частотах выше половины частоты дискретизации. Как показано в работе Ланнэ А. А., фильтр, удовлетворяющий этим требованиям, имеет плавно спадающую амплитудно-частотную характеристику с выбросом («горбом») в непосредственной близости от частоты половины дискретизации. Благодаря спаду АЧХ уменьшается амплитуда «звона», а наличие «горба» приводит к повышению крутизны фронтов переходной характеристики.

Более простым вариантом является, например, фильтр Баттерворта четвертого порядка. При использовании этого фильтра эффект Гиббса практически незаметен, но при этом полезные высокочастотные составляющие подавляются незначительно.

При формировании двумерной АЧХ фильтра необходимо также учитывать пространственный спектр изображения. Применение одного и того же фильтра для разных изображений не оптимально с точки зрения

сохранения полезных высокочастотных составляющих. Поэтому для каждого заданного изображения предлагается подбирать индивидуальную АЧХ. Для этого необходимо предварительно выполнить прямое двумерное преобразование Фурье заданного изображения, что позволит определить уровень высокочастотных составляющих в заданном пространственном направлении. Кроме того, необходимо учитывать тот факт, что частоты дискретизации могут быть разными в разных пространственных направлениях.

Рассмотрим типичные случаи. Пусть цилиндрические линзы растра расположены строго вертикально, а количество воспроизводимых ракурсов равно двум (стереоизображение). В этом случае при создании кодированного изображения дискретизация исходных изображений производится следующим образом: по вертикали частота дискретизации равна частоте следования пикселей, а по горизонтали частота дискретизации вдвое ниже. В этом случае двумерный фильтр должен ограничивать спектр изображения исключительно по горизонтали, то есть двумерная фильтрация вырождается в одномерную для каждой из строк.

Если же дискретизация исходного изображения ракурса производится в шахматном порядке, то полоса пропускания антиэлайзингового фильтра в вертикальном и горизонтальном направлениях должна быть шире, нежели в диагональных направлениях, так как частота дискретизации в диагональных направлениях ниже. Формирование несимметричной двумерной АЧХ фильтра производится вращением функции-профиля с одновременным умножением ее аргумента на масштабирующую функцию, значение которой зависит от пространственного направления.