

УСТРОЙСТВО НА БАЗЕ ПЛИС ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ВИДИМОМ И БЛИЖНЕМ ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНАХ

Жук В. Г.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Шемаров А. И. – канд. тех. наук

В настоящей работе предлагается метод улучшения изображения путем объединения видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Цель — представить простой и аппаратно-эффективный метод слияния, в результате чего получается объединенное улучшенное изображение.

Большая часть существующих работ в области компьютерного зрения основаны на том, что все световые лучи отраженные от объектов, смогут достичь наблюдателя без каких-либо изменения, так как множество датчиков были разработаны для работы в хороших погодных условиях. Однако частицы в атмосфере рассеивают свет, что приводит к ухудшению видимости. Величина рассеяния зависит главным образом от типа и размера частиц и их концентрации в атмосфере [1]. Визуальным результатом рассеяния света является потеря контраста и размытие отдаленных объектов. Усиление контраста можно использовать для устранения дымки на изображении, но поскольку эффект дымки и тумана не является постоянным на изображении, этот метод нельзя применять глобально. Существуют методы устранения дымки на одном изображении, основанные на физической модели того, как дымка ухудшает изображение, но этот алгоритм может давать неудовлетворительный результат на изображения без тумана или дымки.

Однако, в 2008 году, Шауль предложили новый подход к улучшению изображения в условиях дымки [2]. Вместо того, чтобы использовать сложные алгоритмы устранения дымки на одном изображении на основе физических моделей, он рассматривают одну и ту же сцену с двумя изображениями в разных цветовых диапазонах. Одно изображение делается в видимой области спектра, а другое — в ближней инфракрасной. Так как из закона рассеивания Рэлея, который гласит, что более длинные волны меньше рассеиваются частицами в воздух. Из данного закона также следует, что инфракрасный свет менее подвержен рассеиванию (инфракрасный спектр охватывает длины волн от 780 нм до 3 мм), чем видимый, из чего можно сделать вывод, что инфракрасное изображение могут быть в меньшей степени искажены дождем, снегом или же атмосферной дымкой, в отличие от обычного снятого изображения с матрицы.

Шауль предлагают многомасштабный алгоритм слияния изображений, который использует два изображения, одно визуальное и одно инфракрасное. Вместо стандартных решений мелкомасштабной декомпозиции с пирамидальной декомпозицией или вейвлет-преобразованием Шауль предложил использовать структуру оптимизации взвешенных наименьших квадратов (WLS). В предложенном ими решении, артефакты гало, проблема, возникающая при объединении изображений по большей части, избегаются. Шауль мотивируют свой выбор WLS вместо вейвлет-подхода, указывая на то, что WLS является переполненным, что приводит к более надежному решению.

В общих чертах процесс проектирования можно определить четырьмя этапами:

1. Получение одной и той же сцены видимого и инфракрасного изображения с разными настройками.
2. Преобразование видимого изображения в соответствующие цветовые пространства YCbCr и HSV.
3. Замена канала яркости видимого изображения на на канал инфракрасного.
4. Преобразовать полученное изображение в цветовое пространство видимого.

Адаптация алгоритма декомпозиции алгоритм Шауля обеспечивает представление изображений с несколькими разрешениями путем выполнения декомпозиции в несколько слоев. Использование алгоритма только с одним слоем, $n = 1$, дает результат, который не сильно отличается от результата, полученного при использовании большего количества слоев. Однако это значительно ускоряет расчеты. Использование одного слоя также значительно уменьшит объем и сложность реализации, поскольку необходимо рассчитать только одно составное изображение.

Чтобы в полной мере воспользоваться возможностями, которые может предоставить решение ПЛИС, и использовать тот факт, что большую часть обработки изображений можно выполнять попиксельно без межпиксельных помех, проектирование выполнено конвейерным параллельным способом. Пиксели изображения подаются в канал друг за другом, таким образом,

что новый пиксель вводится, в то время как несколько предыдущих пикселей все еще на разных стадиях обработки. Это делается для всех входных сигналов. Сущности в верхних регистрах определяются перед началом выполнения. Псевдокод для трех этапов указан в формуле (1):

$$\begin{aligned} visD\acute{e}tail &= visDetail - VIS_DETAIL_BRIGHTNESS, \\ nirD\acute{e}tail &= nirDetail - NIR_DETAIL_BRIGHTNESS, \\ visC\acute{o}arse &= visCoarse + VIS_COARSE_BRIGHTNESS, \\ nirC\acute{o}arse &= nirCoarse + NIR_COARSE_BRIGHTNESS, \\ visC\acute{o}ntrast &= visContrast + VIS_CONTRAST_BRIGHTNESS, \\ nirC\acute{o}ntrast &= nirContrast + NIR_CONTRAST_BRIGHTNESS \end{aligned}$$

$$visC\acute{o}ntrast = \frac{visD\acute{e}tail - visC\acute{o}arse}{visC\acute{o}arse},$$

$$nirC\acute{o}ntrast = \frac{nirD\acute{e}tail - nirC\acute{o}arse}{nirC\acute{o}arse},$$

$$composite = (visC\acute{o}ntrast, nirC\acute{o}ntrast) \cdot visC\acute{o}arse + COMPOSITE_BRIGHTNESS \quad 1),$$

Значения в верхнем регистре — это наборы данных которые определены перед началом выполнения слияния. Чтобы лучше проиллюстрировать проблемы, возникающие при проектировании, эти константы принимаются равными нулю, следовательно, произойдет упрощение уравнением (1) к уравнениям (2):

$$visContrast = (visDetail - visCoarse) \cdot \frac{1}{visCoarse},$$

$$nirContrast = (nirDetail - nirCoarse) \cdot \frac{1}{nirCoarse},$$

$$composite = (visContrast, nirContrast) \cdot visC\acute{o}arse \quad 2),$$

где все величины имеют значения в пикселях, которые могут принимать любое значение от 0 до 255. В полной реализации ПЛИС, используются константы, поскольку ПЛИС не может напрямую выполнять деление, кроме как посредством битового сдвига, в приведенных выше выражениях деление на visCoarse и nirCoarse требует особого внимания.

Поскольку интенсивность пикселей находится в диапазоне от 0 до 255, существует 256 возможных результатов деления на входное значение пикселя. Быстрый и менее ресурсозатратный вариант: выполнить деление ограниченного числа значений — поместить результат в интерполяционную таблицу. Таким образом можно избежать введения представлений, которое истощает ресурсы ПЛИС и увеличивает время вычислений. Однако для приложения ПЛИС справочная таблица должна содержать только целочисленные приближения к результату деления.

Список использованных источников:

1. Karlsson. J. *FPGA-Accelerated Dehazing by Visible and Near-infrared Image Fusion: Independent thesis Advanced level: 11.06.2015 / J. Karlsson // Mälardalen University, 2015. – 48 P.*
2. L. Schaul, C. Fredembach, and S. Süsstrunk, *Color image dehazing using the near-infrared/L. Schaul // The proceedings of the 16th IEEE International conference on Image processing,- 2009.p .1629 - 1632 P.*