

УДК 004.925.5

И.В. Егоров, А.А. Внуков

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ВЕРСИИ АЛГОРИТМА НАПРАВЛЕННОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ДЛЯ МОДУЛЯ МАСШТАБИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Рассмотрены вопросы, связанные с масштабированием цифровых изображений, оптимизации проводимых вычислений путём использования параллельной обработки. В качестве наиболее подходящей структуры планируется применение многострунчатого конвейера. Внесено предложение использовать современные ПЛИС в качестве аппаратной основы.

Ключевые слова: масштабирование изображений, параллельные вычисления, ПЛИС.

Введение

Общая постановка задачи предполагает реализацию распараллеливания процесса масштабирования цифровых изображений.

Пусть имеется цифровое изображение, полученное от некого источника, размер которого необходимо изменить перед отображением.

Современные алгоритмы масштабирования позволяют качественно и быстро масштабировать изображение, однако за счёт распараллеливания вычислений можно добиться повышения скорости обработки изображений, что особенно важно в критичных ко времени областях, таких как видеообработка.

Таким образом, необходимо выполнить научно-исследовательскую работу по анализу современных алгоритмов и установлению путей оптимизации проводимых вычислений, а также подбору подходящей современной элементной базы для реализации этих идей.

Целью исследования является внесение предложений о возможном

распараллеливании вычислений, проводимых алгоритмами масштабирования.

Оценка эффективности

Основное преимущество по скорости работы конвейерного подхода, в сравнении с обработкой за один проход, не в малой мере является заслугой применения алгоритмов быстрого масштабирования с определённым коэффициентом (в нашем случае этот коэффициент равен двум), к таковым относятся большинство алгоритмов с предварительным анализом изображения. Такие алгоритмы, ускоряют обработку, за счёт полного отказа от операций умножения и деления, сводя всю к обработке к сложению, вычитанию и битовому сдвигу. Точное количество операций зависит напрямую от выбранного алгоритма масштабирования, и, как правило, напрямую связано с качеством результата.

При применении алгоритма направленной интерполяции совместно с конвейерной обработкой, для получения одного пикселя с выхода одной ступени требуется всего: три вычита-

ния, одно сложение и деление на два. Для ускорения работы, деление результата на два может быть заменено на сдвиг вправо на один десятичный разряд, т.е. все вычисления сводятся к простым операциям сдвига и целочисленного сложения. Однако подобное возможно только при увеличении в два раза, для увеличения в N раз необходимо несколько ступеней, так как каждая из них работает с изображением разного размера, то и скорости работы ступеней будут разные. Так при увеличении изображения X^*Y в N раз, в таком случае, понадобится обработать изображение Z раз на конвейере, где Z – целочисленный логарифм N по основанию 2. В итоге, на каждой ступени выполняется $4^*X^*Y^*i$ вычислений нового пикселя, где $i = (1, 4, 8, 16, \dots)$, суммарное количество обработок будет равно Z . Для получения одного пикселя же надо выполнить на каждой ступени всего 3 операции вычитания, 3 операции сравнения и одну операцию сдвига, которые, следует отметить, являются целочисленными.

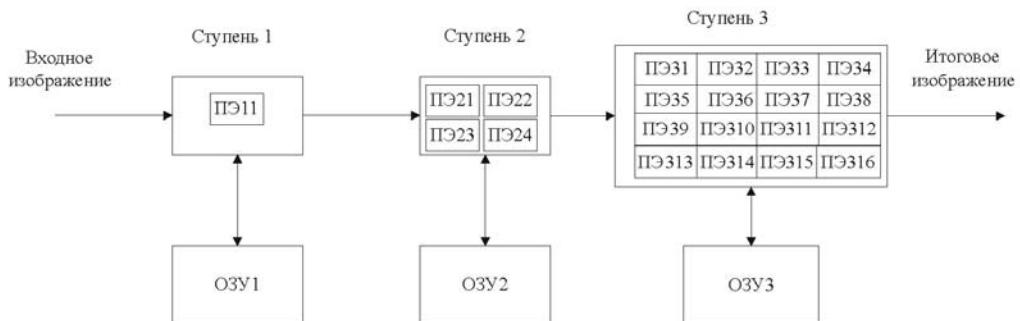
Таким образом, достигается полный отказ от затратных операций умножения и деления и использование исключительно быстродействующих операций целочисленного сложения, вычитания и сдвига, которые, следует отметить, в современных ПЛИС не уступают по быстродействию даже БИС.

Однако, как можно заметить, количество данных для обработки растёт линейно в число раз равное квадрату коэффициента увеличения данной ступени (в нашем случае коэффициенты всех ступеней равны двум) раза на каждой на ступени, что приводит к неравномерной нагрузке конвейера. Возможным решением данной проблемы является дополнительное распараллеливание процесса обработки на каждой ступени, путём вве-

дения дополнительных ПЭ, использующих совместно одно ОЗУ. Для поддержания равномерной нагрузки, число ПЭ должно увеличиваться на каждой ступени на квадрат коэффициента увеличения предыдущей ступени (т.е. в четыре раза). Такой подход может показаться нерациональным, но не стоит забывать, что сами по себе данные элементы довольно просты, следовательно, увеличение их количества не должно быть проблематичным. Кроме того, при использовании ПЛИС возможно быстрое и простое добавление числа ПЭ в уже готовый проект.

Конечно же, далеко не всегда масштаб изображения нужно изменить в число раз являющиеся степенью двух, следовательно последний каскад всё равно должен будет производить обработку с учётом неровного наложения пиксельных сеток. Однако, так как каждый из каскадов увеличивает изображение в два раза, то на последнем каскаде можно будет производить изменение разрешения на небольшую величину, меньшую двух. Для масштабирования в таких небольших пределах можно воспользоваться простым быстродействующим алгоритмом, не требующим сложных вычислений, например методом ближайшего соседа.

К сожалению, ввиду разного размера изображения на каждой итерации и, как следствие, разного времени обработки на каждой ступени (чем больший номер у ступени, тем больше времени занимает обработка), такой подход не слишком эффективен, когда известно уже всё изображение, и надо просто его обработать, т.е. в случае со статичным изображением. Видеопоток, получаемый в реальном времени, поступает не целиком, а частично, в таком случае, какая-либо задержка при обработке компенсируется при условии,



Конвейер с параллельной обработкой на каждой ступени

что изображение обрабатывается быстрее, чем оно поступает. При современных скоростях передачи данных такое вполне достижимо на 1-3 ступенях обработки (восьмикратное увеличение) даже для достаточно высоких разрешений, в т.ч. для видео высокой чёткости. Такой подход позволяет сократить потери в скорости масштабирования при применении каскадов, позволяя в полной мере воспользоваться их преимуществами.

В итоге, применение параллельных вычислений при обработке изображения по алгоритмам, работающим независимо от обрабатываемого изображения, достигается большая скорость обработки при работе, однако большее изменение масштаба приводит к тому, что порождаемые интерполяцией артефакты становятся более заметны. С другой стороны алгоритмы, предварительно анализирующие масштабируемое изображение, как правило, работают только с одним коэффициентом увеличения, так как сильно полагаются на цвета окружающих пикселей, и следовательно без использования конвейерной обработки крайне ограничены в области применения. В идеале, применяемый алгоритм должен зависеть от задачи. Применение для масштабирования современных ПЛИС позволит добить-

ся как повышения быстродействия, в сравнении с чисто программным подходом, так и позволит сохранить возможность внесения изменений в систему.

Заключение

1). Рассмотрены возможности оптимизации вычислений при масштабировании, путём применения параллельных вычислений и конвейерной обработки.

2). Проведена оценка эффективности оптимизации масштабирования, путём применения конвейерной обработки.

В итоге, предлагается следующий подход к оптимизации процесса масштабирования, с применением параллельной обработки:

- параллельная обработка нескольких блоков входного изображения;
- постепенное каскадное масштабирование изображение, в два раза на каждой итерации;
- параллельная конвейерная обработка всех ступеней каскада;
- распараллеливание обработки на каждой ступени каскада;
- применение простого быстродействующего алгоритма на последней ступени каскада.

В качестве аппаратной основы можно использовать ПЛИС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров И.В., Внуков А.А. Конвейерная обработка цифровых изображений при масштабировании // Тезисы V Международной научно-практической конференции «Инженерные системы — 2012». М.: РУДН. 2012. С. 41.
2. Егоров И.В., Внуков А.А. Быстрый алгоритм масштабирования изображений // Материалы международной научно-практической конференции Инновационные информационные технологии. М.: МИЭМ., 2012. С. 276-278. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Егоров Иван Васильевич – аспирант, ivan-egorov99@rambler.ru
Внуков Андрей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент,
Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета Высшая школа экономики.



УДК 004.925.5

ASSESSMENT OF EFFECTIVITY OF PARALLEL DIRECTIONAL INTERPOLATION ALGORITHM IN DIGITAL IMAGE SCALING MODULE

Egorov I.V., Graduate student,, ivan-egorov99@rambler.ru
Vnukov A.A., Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor,
Moscow Institute of Electronics and Mathematics, National Research University-Higher School
of Economics.

This article deals with digital image scaling and optimizing of calculations by means of parallel processing. It is argued that the most efficient structure for this task is that of many-staged processing. It proposed to use FPGA as the hardware basis.

The main velocity advantage of pipelined approach as compared with one-pass processing is the merit of fast zooming algorithms with a certain factor (in our case, 2) where majority of preliminary image analysis algorithms belong.

Combination of targeted interpolation algorithm and pipeline mode allows elimination of consuming multiplication and division processes, using exclusively fast integer addition, diminution and shift operations of modern PLD equal in fast performance to VLSI.

With modern PLD-aided scaling, higher response rate as compared to software-only approach is achievable along with the option of system modification.

Key words: image scaling, parallel processing, FPGA.

REFERENCES

1. Egorov I.V., Vnukov A.A., 2012. Digital image pipeline processing during scaling, Proc. V Int. Sci. Conf. Engineering Systems-2012. Moscow: RUDN.
2. Egorov I.V., Vnukov A.A., 2012. Zooming algorithms, Proc. Int. Sci. Conf. Innovative Information Technologies. Moscow: MIEM.

