

ную задачу с учетом критериев эффективности и без них. Каждый алгоритм работает за определенное время, которое, может быть улучшено для частных случаев.

Список литературы

1. Н. Кристофидес. Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978.
2. Ловас Л., Пламмер М. Прикладные задачи теории графов. Теория паросочетаний в математике, физике, химии, М.: Мир, 1998.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА СЖАТИЯ JPEG С КОНТРОЛЕМ БИТРЕЙТА НА SOC ARM I.MX233

И.О. Осташевский, А.Н. Осокин

Научный руководитель: А.Н. Осокин, к.т.н., доцент каф. ВТ ИК ТПУ

Томский политехнический университет

E-mail: ostashio@gmail.com

Введение

Существует ряд прикладных задач, при решении которых использование современных методов сжатия изображений невозможно или имеет ряд трудностей: патентные ограничения, низкая вычислительная мощность аппаратуры, несовместимость с программным обеспечением существующих систем, небольшая ширина каналов передачи данных и т. д. Решением такой задачи может стать модифицированный и реализованный авторами кодер JPEG с функцией контроля битрейта, обладающий низкими требованиями к ресурсам, для которого декодером является любая стандартная реализация JPEG.

Алгоритм контроля битрейта для кодера JPEG

В работе [1] предложен алгоритм кодера JPEG с возможностью контроля битрейта и на ее основе, в работе [2] предложен алгоритм контроля битрейта для полутоновых изображений, который отличается простотой программной реализации, требует менее двух полных процедур сжатия, обеспечивает приемлемое качество восстановленных изображений и может быть реализован на недорогих миникомпьютерах.

1. Задание битрейта (коэффициент сжатия K) на входе программы;
2. Проведение ДКП согласно стандарту JPEG;
3. Равномерная выборка ДКП-блоков;
4. Квантование выбранных блоков с высоким качеством $Q1 \in [90, 95]$;
5. Сжатие с помощью статических таблиц Хаффмана;
6. Подсчет необходимого количества бит (N) необходимого для представления сжатых блоков и на его основе линейный расчет конечного размера всего изображения ($N1$);
7. Если N меньше $N1$, то переход на шаг 9.
8. Вычисление необходимого количества бит для представления сжатых ДКП-блоков;
9. Поиск необходимого коэффициента квантования из интервала $Q_n \in [5, Q1]$ методом дихотомии, при условии обеспечения необходимого (близкого к вычисленному на шаге 7) размера ДКП-блоков; При сжатии использовать статические таблицы Хаффмана; Если $|Q_n - Q_{n-1}| \geq 2$, повторить шаг;
10. На основе найденного коэффициента квантования Q_n квантование и сжатие всего изображения с использованием динамических таблиц Хаффмана.

Краткий обзор аппаратного обеспечения, как базы для выполнения алгоритма

Для выполнения алгоритма был проведен анализ рынка одноплатных компьютеров [3] в ценовом диапазоне \$30–40. Задача обзора – проанализировать рынок одноплатных компьютеров способных реализовать алгоритм.

Таблица 1
Сравнительные характеристики контроллеров

Модель	iMX233-OLinuXino-NANO	Raspberry Pi, Model B	pcDuino Lite
Производитель	Freescall	Broadcom	Allwinner
Частота ядра (МГц)	454	750	1000
Оперативная память (Mb)	64	512	512
Flash-память (Mb)	0	0	0
Количество USB-Портов	1	2	2
Ethernet (Mbit/s)	–	100	100
Цена \$	30	35	39

В результате анализа свойств был выбран миникомпьютер iMX233-OLinuXino-NANO. Миникомпьютер впоследствии был встроен в испытательный стенд.

Испытательный стенд на основе SoC ARM i.MX233 OLinuXino-NANO

Испытательный стенд представляет собой миникомпьютер от фирмы Freescall, а так же набор периферийных устройств, подключенных через USB-Hub 2.0, жестко закрепленных на пласте оргстекла. Рабочий макет обладает определенным набором характеристик:

- Размер 43 × 62 мм;
- Частота ядра ARM9 454 МГц;
- Объем DDR I 64 Мб, частота 200 МГц;
- Диапазон напряжения БП 20 ± 7 В;
- MicroSD для твердотельных накопителей;
- Один USB-хост порт, обеспечивающий питающий ток до 1,5 А.

Набор периферийных устройств, включенных в состав испытательного стенда:

- Последовательный порт RS-232;
- Fast Ethernet адаптер, обеспечивающий подключение к сети интернет до 100 Мб/с;
- Web-камера (Logitech C170 или другая камера поддерживающая разрешение до 1920 на 1080 точек или FullHD).

Испытательный стенд управляется операционной системой Debian 6.0 с ядром 2.6.31. и загружается с MicroSD карты объемом 4 Гб.

Реализация алгоритма на испытательном стенде

Реализация алгоритма была проведена в несколько этапов:

- установка сторонней библиотеки libjpeg [4] на ПК под управлением Ubuntu, а так же на испытательном стенде;
- установка Eclipse CDT для удобной и более привычной разработки;
- создание проекта и написание алгоритма;
- подключение кросс компилятора, и компиляция проекта для выполнения на испытательном стенде;
- запуск и проведение тестов непосредственно на испытательном стенде;
- фиксирование результатов алгоритма на испытательном стенде, и сравнение с результатами подобной работы [2], целью которой являлся расчет эффективности.

Исследование реализации алгоритма по скорости выполнения и эффективности

Для исследования необходима получение числовых данных при работе алгоритма JPEG реализованного на SoC ARM i.MX233. Для исследования необходимы следующие данные:

- Набор полутоновых изображений Calgary Corpus Gray Set 2, включающий в себя 18 полутоновых изображений.
- Коэффициент сжатия $K \in [4, 30]$. Коэффициент ограничен пороговым значением 30, так как изображения с большим коэффициентом получаются в неприемлемом качестве.

Результаты исследования приведены в табл. 2. Алгоритм протестирован на изображении «barb_1.bmp» из набора «Calgary Corpus Gray Set 2» и результаты сопоставлены с результатами исследования этого же алгоритма на предмет быстродействия, которые в свою очередь сравниваются с результатами работы утилиты cjpeg [5].

Таблица 1

Результаты алгоритма и CJPEG

Коэффициент сжатия (K)	Коэффициент квантования (Q)	Разработанный алгоритм			cjpeg
		Изменение размера, байт/%	Количество сжатий	Время сжатия (мс)	Время сжатия (мс)
4	88	-1590/-2,43	1,52	205	285
5	82	-928/-1,77	1,52	204	284
6	75	-1043/-2,39	1,52	205	286
7	67	-804/-2,15	1,37	202	285
8	58	-557/-1,70	1,44	200	282
9	49	-541/-1,86	1,59	201	283
10	44	399/1,52	1,52	205	284
11	38	382/1,60	1,52	202	281
12	32	-450/-2,06	1,52	200	280
13	29	-234/-1,16	1,52	204	282
14	27	252/1,35	1,52	204	282
15	23	-623/-3,56	1,52	202	283
16	21	-652/-3,98	1,52	202	282
17	21	312/2,02	1,52	201	282
18	18	-633/-4,35	1,52	201	281
19	18	133/0,96	1,52	200	281
20	16	-517/-3,94	1,52	201	281
21	16	107/0,86	1,52	202	281
22	16	675/5,67	1,52	201	282
23	12	-1577/-13,84	1,52	200	281
24	12	-1102/-10,09	1,52	201	280
25	12	-665/-6,34	1,52	202	280
26	12	-262/-2,60	1,52	200	280
27	12	111/1,14	1,52	201	280
28	10	-893/-9,54	1,52	200	280
29	10	-570/-6,31	1,52	200	280
30	10	-269/-3,08	1,52	200	280
				201,7	281,8

Заключение

Реализован на SoC ARM i.MX233 алгоритм полутоновых изображений для кодера стандарта JPEG с контролем битрейта. Данная реализация способна быстро сжимать изображения, (быстрее стандартной реализации алгоритма JPEG в 1,4 раза), проводя при этом 2 неполных сжатия. В результате, алгоритм способен сжимать изображения в среднем на 10 % эффективнее стандартной реализации алгоритма.

Список литературы

1. R.D. Nguyen Rate control and bit allocation for JPEG transcoding: Master's thesis. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology. 2007. – 51 с.
2. Сидоров Д.В., Осокин А.Н. «Исследование быстродействия модифицированного кодера JPEG на SoC ARM i.MX233с поддержкой контроля битрейта». Известия ТПУ. 2012 г. 320 т. – 70–73 с.
3. List of single-board computers [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL:http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_single-board_computers – свободный.
4. Libjpeg [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL:<http://libjpeg.sourceforge.net/> – свободный.
5. Linux-команды [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://linuxcommand.org/man_pages/cjpeg1.html – свободный.

УДК 004

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАВЛЕНИЯ МЕДИ С УЧЕТОМ КОНВЕКЦИИ

Чан Ми Ким Ан

Научный руководитель: А.С. Огородников, к.ф.-м.н., доцент ИК ТПУ
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: tranmykiman@gmail.com

This article contains information about the melting process of copper under the effect of high energetic stream. The model of this process is built in software Comsol.

Keywords: heat transfer, dynamic resistance, phase change, copper, Comsol.

Ключевые слова: теплопередача, динамическое сопротивление, фазовый переход, медь, Comsol.

Термическая обработка является одним из основных методов обработки металлов. Она представляет из себя совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры. В этой работе рассматривается процесс плавления меди с учетом конвекции и его компьютерное моделирование в среде Comsol.

Уравнение теплопроводности, с эффективным коэффициентом теплоемкости [1]:

$$\rho C_{eq} \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_{eq} \mathbf{u} \cdot \nabla T = \nabla \cdot (k \nabla T) + Q$$

$$C_{eq} = \sum_i \theta_i \rho_i (C_{pi} + D\lambda)$$

где ρ [кг/м³] – плотность, C_{eq} [J/(К·м³)] – эффективная объемная теплоемкость, T [К] – температура, t [с] – время, k [W/(м·К)] – коэффициент теплопроводности, Q [W/м³] – источник тепла, θ_i – объемная доля, C_{pi} [J/(кг·К)] – удельная теплоемкость меди в жидком состоянии ($i=1$) или в твердом состоянии ($i=2$), λ [J/кг] – скрытая теплота плавления, функция D [1/К] удовлетворяет следующему нормировочному условию

$$\int_{T_1}^{T_2} \rho D \lambda dT = \rho \lambda,$$

где T_1 – температура расплава, а T_2 – температура меди в твердом состоянии.

Жидкостная часть описывается уравнениями Навье-Стокса в приближении Буссинеска [2]: