

Фильтрация поля рассогласований при кодировании изображений и видео

М.В. Гашников

Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева; Институт систем обработки изображений - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН
Самара, Россия
mih-fastt@yandex.ru

Аннотация — Исследуется применение информационной технологии кодирования двумерных целочисленных данных для сжатия реальных изображений и видео. Рассматриваемая информационная технология кодирования основана на покрытии целочисленных двумерных данных набором дополняющих множеств. Дополняющие множества кодируются последовательно, при обработке каждого из вложенных множеств сначала вычисляется двумерное целочисленное аппроксимирующее поле, разность которого с исходным дополняющим множеством составляет целочисленное поле рассогласований. При вычислении поля рассогласований в него вносится погрешность для увеличения коэффициента сжатия. Внесение погрешности приводит к зашумлению как собственно целочисленного поля рассогласований, так и декодированного поля двумерных данных. В данной работе предлагается фильтровать целочисленное двумерное поле рассогласований для уменьшения влияния этого шума. Для подавления шума в целочисленном поле рассогласований в данной работе используется параметризованный линейный фильтр. Для исследования эффективности описанной параметризованной линейной фильтрации поля рассогласований в рамках информационной технологии кодирования были проведены вычислительные эксперименты на реальных двумерных данных. Вычислительные эксперименты подтвердили, что использование параметризованного линейного фильтра целочисленного поля рассогласований позволяет существенно увеличить эффективность информационной технологии кодирования двумерных данных.

Ключевые слова — кодирование, аппроксимация, двумерные данные, поле рассогласования, погрешность

I. ВВЕДЕНИЕ

В наши дни использование изображений и видео стало неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Но с развитием технологий и увеличением разрешения фото и видео файлов, возникает проблема их хранения и передачи. Решить эту проблему помогают информационные технологии кодирования двумерных данных [1-3].

Такие технологии используются во многих областях, таких как дистанционное зондирование Земли [1], веб-дизайн, мобильные приложения, цифровая фотография, и других. Знание и применение информационных технологий кодирования двумерных данных позволяют улучшить производительность сайтов, сократить время передачи информации по каналам связи, экономить место на сервере и улучшить скорость работы программных систем.

В данной работе исследуется перспективная информационная технология кодирования [4], основанная на покрытии двумерных данных набором дополняющих множеств с последующим переходом к

двумерному полю рассогласований и упаковке этого поля массив сжатой информации.

Внесение погрешности при вычислении поля рассогласований, имеющее целью повышение коэффициента сжатия, приводит к зашумлению как собственно поля рассогласований, так и декодированного поля двумерных данных. В данной работе для уменьшения влияния этого шума используется параметризованное семейство двумерных линейных фильтров.

Проводятся результаты вычислительных экспериментов на реальных двумерных данных, подтверждающие повышение эффективности рассматриваемой информационной технологии кодирования при использовании фильтрации поля рассогласований.

II. ПЕРЕХОД К ПОЛЮ РАССОГЛАСОВАНИЙ ПРИ КОДИРОВАНИИ ДВУМЕРНЫХ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ДАННЫХ

Рассмотрим произвольные двумерные целочисленные данные:

$$M = \{m(x, y)\}, \quad x, y, m(x, y) \in Z. \quad (1)$$

Рассматриваемая информационная технология кодирования [4] основана на покрытии двумерных целочисленных данных набором дополняющих множеств:

$$M = \bigcup_{n=0}^N M_n, \quad (2)$$

где дополняющие множества описываются выражениями:

$$M_n = \{m_n(x, y)\} = \{m(x, y) : (x, y) \in G_n\}, n \leq N, \quad (3)$$

опирающимися, в свою очередь, на множества двумерных аргументов вида.

$$G_n = G_n^* \setminus G_{n+1}^*, G_N^* = \emptyset, G_n^* = \{(2^n x, 2^n y)\}, n < N. \quad (4)$$

Рассматриваемая информационная технология кодирования подразумевает последовательную обработку вложенных множеств, упорядоченных согласно уменьшению их номеров.

При обработке каждого из вложенных множеств M_n сначала вычисляется двумерное аппроксимирующее поле $a_n(x, y)$, разность которого с исходным

дополняющим множеством составляет поле расогласований $r_n(x, y)$:

$$r_n(x, y) = \langle m_n(x, y) - a_n(x, y) \rangle, (x, y) \in G_n, \quad (5)$$

где угловые скобки задают операцию закругления, которая позволяет повысить коэффициент сжатия за счёт внесения погрешности.

Затем поле расогласования помещается в массив упакованной информации. При декодировании поле расогласования извлекается из упакованной информации и используется для вычисления декодированного поля двумерных данных:

$$m'_n(x, y) = r_n(x, y) + a_n(x, y), (x, y) \in G_n. \quad (6)$$

III. ФИЛЬТРАЦИЯ ПОЛЯ РАССОГЛАСОВАНИЙ ПРИ КОДИРОВАНИИ ДВУМЕРНЫХ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ДАННЫХ

Внесение погрешности при вычислении поля расогласований приводит к зашумлению как собственно поля расогласований, так и декодированного поля двумерных данных. В данной работе предлагается фильтровать двумерное поле расогласований для уменьшения влияния этого шума:

$$r_n^*(x, y) = r_n(x, y) ** h(x, y), (x, y) \in G_n, \quad (7)$$

где $r_n^*(x, y)$ это фильтрованное двумерное поле расогласований, $h(x, y)$ это импульсная характеристика двумерного линейного шумоподавляющего фильтра, уменьшающего шум для поля расогласований, а звёздочкой обозначена операция двумерной свёртки:

$$r ** h = \sum_i \sum_j h(i, j) r(x-i, y-j). \quad (8)$$

В данной работе для шумоподавления используется параметризованный линейный фильтр:

$$h(x, y) = \begin{cases} 0, & |x| > 1 \text{ or } |y| > 1 \\ p, & (x, y) = (0, 0) \\ \frac{1-p}{8}, & \text{else} \end{cases} \quad (9)$$

где p – параметр.

IV. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Для исследования эффективности описанной параметризованной фильтрации поля расогласований в рамках информационной технологии кодирования были проведены вычислительные эксперименты на реальных двумерных данных.

Влияние параметризованной фильтрации поля расогласований на эффективность информационной технологии кодирования исследовалась в координатах «коэффициент сжатия – погрешность (см. рис. 1).

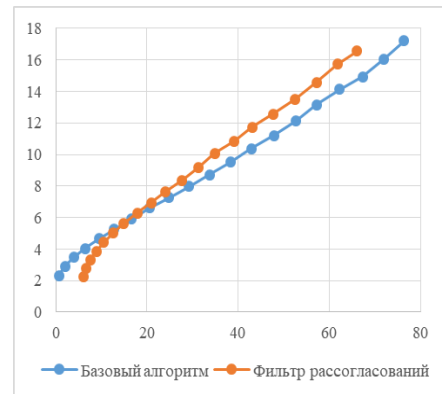


Рис. 1. Зависимость коэффициента сжатия от СКО при кодировании при использовании фильтра расогласований

Вычислительные эксперименты продемонстрировали, что использование параметризованного фильтра поля расогласований позволяет существенно увеличить эффективность информационной технологии кодирования двумерных данных.

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследована информационная технология кодирования двумерных данных. Предложен фильтр поля расогласований между исходными двумерными данными и их аппроксимированными значениями. Вычислительные эксперименты подтвердили увеличение эффективности информационной технологии кодирования двумерных данных при использовании фильтра расогласований.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания филиалу ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН (проект № 0026-2021-0014).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абрамов, Н.С. Разработка и исследование методов сжатия данных дистанционного зондирования земли / Н.С. Абрамов, О.Г. Шишкин // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – №. 5. – С. 9-13.
- [2] Фуников, В.В. Обзор алгоритмов кодирования графических данных / В.В. Фуников // Современное профессиональное образование: опыт, проблемы, перспективы. – 2021. – С. 105-109.
- [3] Зевалова, Л.А. Краткий обзор методов и алгоритмов компрессии зашумленных изображений / Л.А. Зевалова, Ю.С. Бехтин // Современные научные исследования: теория, методология, практика. – 2019. – С. 179-184.
- [4] Сергеев В.В., Глумов Н. И., Гашников М. В., Информационная технология компрессии изображений для систем реального времени / В.В. Сергеев, Н.И. Глумов, М.В. Гашников // Труды VI международной конференции “Распознавание образов и анализ изображений”. – 2002. – Т. 1. – С.138-141.