

УДК 621.327:681.5

В.В. БАРАННИК¹, А.А. ЛЕКАХ¹, А.О. ДЕМЕДЕЦКИЙ²¹ *Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*² *Национальный технический университет "ХПИ", Харьков*

МЕТОД КОДИРОВАНИЯ СЛУЖЕБНЫХ ДАННЫХ ВИДЕОПОТОКА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАГРУЗКИ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Показано, что существующие технические характеристики видеоинформационных систем не обеспечивают необходимого времени доведения информации. Рассмотрены возможности для сокращения объемов служебных данных, которые образуются при обработке дифференциально-представленных кадров. Для уменьшения объема матрицы знаков предложено учитывать структурное подобие с матрицей двоичной маски. На основе серий единичных элементов матрицы двоичной маски обосновано формирование двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей. Изложены основные этапы разработки метода сжатия матрицы знаков, реализуемого на базе кодирования по мощности алфавита, что позволяет сократить количество разрядов на представление служебной информации.

Ключевые слова: структурное подобие, двоичный вектор указателей знаков.

Введение

В рамках повышения безопасности управления железнодорожным (ЖД) транспортом актуальным является совершенствование технологий объективного контроля. В этой связи расширяется использование инфокоммуникационных средств для осуществления видеоконтроля [1 - 3]. С одной стороны это позволяет повысить качество мониторинга. С другой стороны такое направление сопровождается рядом трудностей. Наиболее проблематичный аспект состоит в ограниченной пропускной способности видеоинформационных систем. В связи с чем, передача больших объемов видеоданных сопровождается временными задержками. Для повышения производительности видеоинформационных систем необходимо применять методы обработки (кодирования) изображений. Это позволит уменьшить объем данных, которые передаются по каналам связи. Однако существующие технологии компрессии видеопотока не обеспечивают требуемой степени сжатия в условиях повышенной разрешающей способности видеопотока и высоких требований относительно достоверности получаемой информации. Все это снижает эффективность проведения мониторинга железнодорожного транспорта. Задача еще более усугубляется с ростом скоростей ЖД составов. Отсюда дополнительно необходимо повышать частоту кадров. В результате растет нагрузка на каналы связи. Поэтому необходимо совершенствовать технологии сжатия динамических изображений, которые включают процесс компактного представления служебных данных, образующихся для технологии обработки дифференциально-представленных кадров, на

основе формирования двоичных масок стационарной составляющей. Вариант такого развития заключается в учете особенностей видеомониторинга на транспорте. Здесь предлагается учитывать то, что видеопоток формируется в условиях стационарного фона. В этом случае для соседних кадров будет характерно наличие больших областей стационарного фона [4; 5]. С другой стороны идентификационная обработка распределенных по семантической нагрузке изображений связано с наличием большого количества служебных данных. Это приводит к снижению эффекта от сжатия видеоданных.

Значит, необходимо сократить объемы служебных данных, формируемых в процессе сжатия динамических видеопотоков в условиях стационарного фона. Отсюда, *цель исследований статьи* заключается в разработке метода кодирования служебных данных, образующихся для технологии обработки дифференциально-представленных кадров.

Основная часть

Рассмотрим возможность сокращения служебных данных, образующихся для технологии обработки дифференциально-представленных кадров. Служебными данными являются матрицы указателей знаков M дифференциально-представленного кадра. Объем матрицы указателей знаков занимает объем $V(m)$, который определяется по формуле

$$V(m) = m \cdot n \text{ (бит)}.$$

Отсюда количество разрядов на представление служебных данных может увеличивать объем сжа-

того представления от 10% до 30%.

Поэтому для уменьшения объема матрицы указателей знаков предлагается учитывать структурное подобие с матрицей двоичной маски. Такое структурное подобие заключается в том, что длина и позиции серии нулевых элементов для матрицы указателей знаков совпадают с длиной и позициями серии нулевых элементов для матрицы двоичной маски (рис. 1). Данное соответствие задается формулой

$$r(0)_i = r(M)_0,$$

где $r(0)_i$ - значение длины серии нулевых элементов i -й строки матрицы двоичной маски; $r(M)_0$ - значение длины серии нулевых элементов матрицы указателей знаков.

Соответственно серия единичных элементов в матрице двоичной маски указывает на позиционирование и длину отрицательных элементов динамической составляющей.

В тоже время серия единичных элементов двоичной маски будет указывать не только на отрицательные значения элементов динамической составляющей, но и на положительные значения. Тогда длина $r(1)_i$ серии единичных элементов двоичной маски для i -й строки будет включать в себя длину $r(M)_-$ серии отрицательных элементов матрицы указателей знаков и длину $r(M)_+$ серии положительных элементов матрицы указателей знаков, т.е.

$$r(1)_i = r(M)_- + r(M)_+.$$

Поэтому предлагается:

1. Матрицу указателей знаков строить после того как проведено сравнение с порогом (проведена пороговая фильтрация дифференциально-представленного кадра).

2. Не использовать в построении матрицы указателей знаков серию указателей, относящихся к нулевым элементам дифференциально-представленного кадра. Данные серии будут структурно соответствовать сериям нулевых элементов матрицы двоичной маски.

3. Нулевыми элементами обозначать положительные элементы динамической составляющей и наоборот, единичными элементами обозначать отрицательные элементы динамической составляющей. При этом, в силу структурного подобия длины и позиции таких элементов, будут формироваться серии единичных элементов матрицы двоичной маски.

В связи с чем, для получения абсолютных значений динамической составляющей дифференциально-представленного кадра без увеличения их динамического диапазона предлагается формировать двоичный вектор W указателей знаков динамической составляющей (рис. 2). Здесь используется соответствие между сериями единичных элементов матрицы двоичной маски и сериями двоичного вектора указателей знаков, что задается выражением

$$r(1)_i = r(h)_i,$$

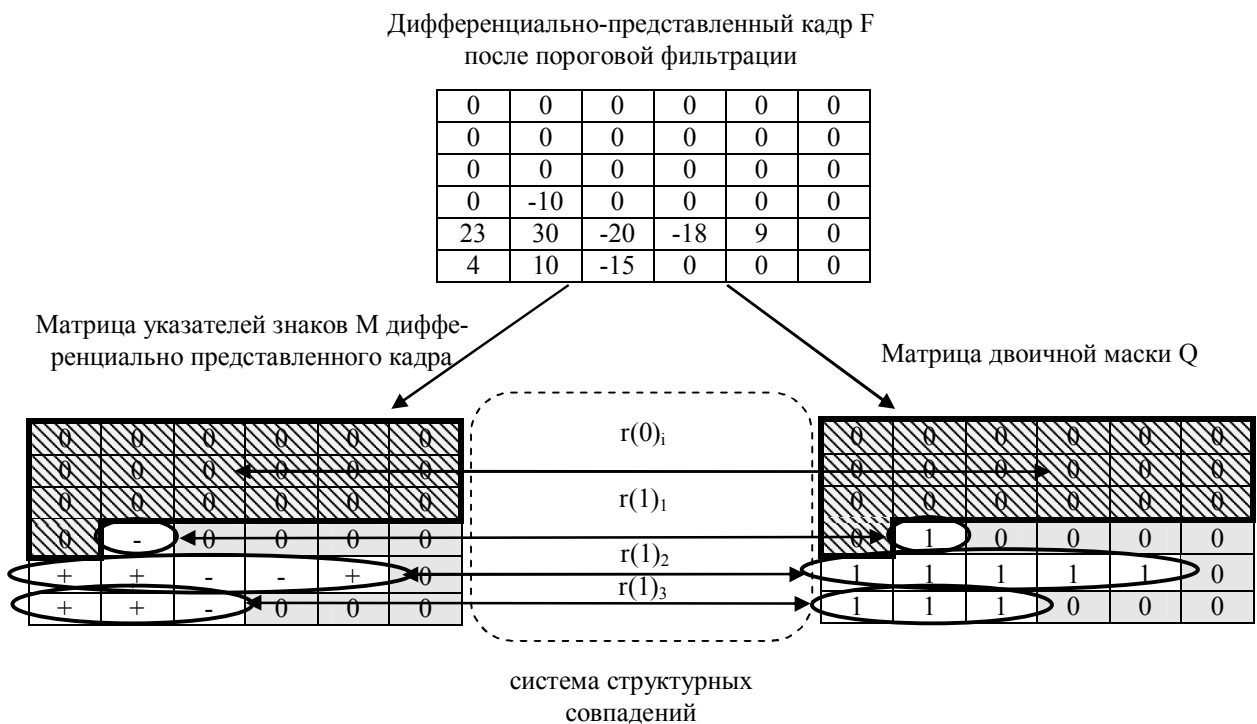


Рис. 1. Структурное совпадение для матрицы указателей знаков и матрицы двоичной маски

где $r(h)_i$ - длина серии двоичного вектора указателей знаков для i -й строки.

Длина $r(h)_i$ определяется на основе суммирования серий нулевых и единичных элементов двоичного вектора указателей знаков, что задается следующим соотношением:

$$r(h)_i = \sum_{\xi=1}^{v_0} r(h_0)_\xi^i + \sum_{\xi=1}^{v_1} r(h_1)_\xi^i,$$

где $r(h_0)_\xi^i$ - длина серии нулевых элементов двоичного вектора указателей знаков для i -й строки; $r(h_1)_\xi^i$ - длина серии единичных элементов двоичного вектора указателей знаков для i -й строки; v_0 - количество нулевых подсерий в i -й строке матрицы указателей знаков; v_1 - количество единичных подсерий в i -й строке матрицы указателей знаков.

Совокупность единичных элементов матрицы двоичной маски образует двоичный вектор указателей знаков динамической составляющей $W = \{w_1, \dots, w_Z\}$. Длина Z двоичного вектора указателей знаков будет равна

$$Z = \sum_{i=1}^{\Phi_1} r(1)_i,$$

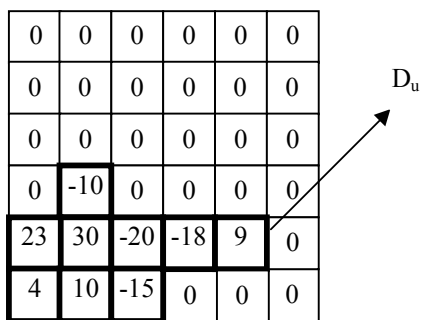
где Φ_1 - количество серий единичных элементов матрицы двоичной маски.

Поскольку элементами двоичного вектора W указателей знаков динамической составляющей являются двоичные элементы, то предлагается проводить их обработку на основе одноалфавитного кода мощности. Для такого варианта необходимо сформировать последовательность $\Theta(h)$ длин серий двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей, т.е.

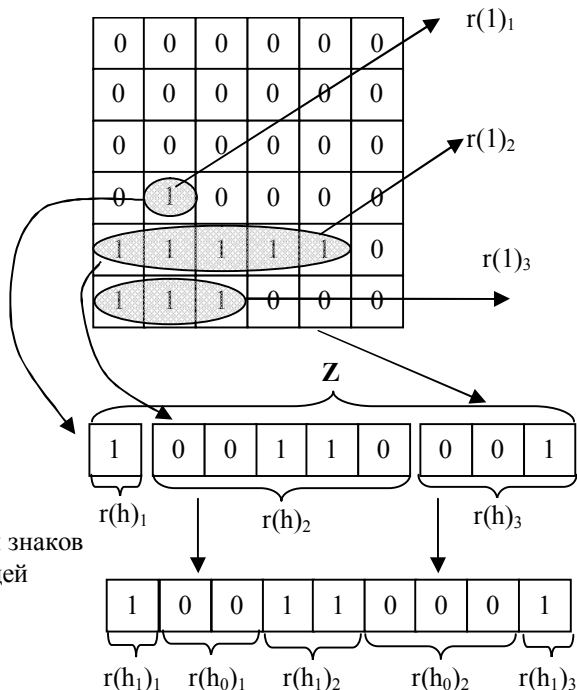
$$\Theta(h) = \{r(h)_1, \dots, r(h)_{\Phi(h)}\},$$

где $r(h)$ - значение длины серии двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей; $\Phi(h)$ - количество длин серий для двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей.

Дифференциально представленный кадр F после пороговой фильтрации



Матрица двоичной маски дифференциально представленного кадра Q



Двоичный вектор W указателей знаков динамической составляющей

Рис. 2. Схема формирования двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей

После этого находится максимальное значение $r(h)_{\max}$ длины серии двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей, что задается выражением

$$r(h)_{\max} = \max_{1 \leq i \leq \Phi(h)} r(h)_i. \quad (1)$$

Следующим этапом определяется количество $L(r(h))$ бит, которое требуется для представления максимального значения длины серии двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей, т.е.

$$L(r(h)) = \lceil \log_2 r(h)_{\max} \rceil + 1. \quad (2)$$

Тогда суммарное количество разрядов $L(r(h))_{\Sigma}$ на представление последовательности длин серий двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей задается соотношением

$$L(r(h))_{\Sigma} = \Phi(h) \log_2 r(h)_{\max}. \quad (3)$$

С учетом выявленных возможностей, процесс компактного представления служебных данных, образующихся для технологии обработки дифференциально-представленных кадров, показан на рис. 3.

Пример. Вычислим количество разрядов $L(r(h))_{\Sigma}$ на представление последовательности $\Theta(h)$ длин серий двоичного вектора W указателей знаков динамической составляющей за счет одноалфавитного кода мощности. Двоичный вектор указателей знаков динамической составляющей для фрагмента дифференциально-представленного кадра, характеризующегося высокой концентрацией динамической составляющей относительно предыдущего кадра, представлен на рис. 4.

1	0	0	1	1	0	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Рис. 4. Двоичный вектор W указателей знаков динамической составляющей

Для данного примера последовательность длин серий двоичного вектора W указателей знаков динамической составляющей $\Theta(h)$ примет следующий вид:

$$r(h)_1 = 1; r(h)_2 = 2; r(h)_3 = 2; r(h)_4 = 3; r(h)_5 = 1.$$

Вначале определим максимальное значение длины серии $r(h)_{\max}$ в последовательности $\Theta(h)$ длин серий двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей на основании выражения (1).

В этом случае максимальная длина серии двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей будет равна $r(h)_{\max} = 3$. Тогда на основании выражения (2) необходимо затратить количество разрядов равное $L(r(h)) = 2$ бит, которое отводится на представление этой максимальной длины серии.

Для исходных данных, представленных в примере, количество длин серий, сформированных для двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей равно $\Phi(h) = 5$. Отсюда на основании выражения (3) находится суммарное количество разрядов $L(r(h))_{\Sigma}$ на представление последовательности $\Theta(h)$ длин серий двоичного вектора W указателей знаков динамической составляющей. Величина $L(r(h))_{\Sigma}$ будет равна $L(r(h))_{\Sigma} = 5 \cdot 2 = 10$ бит.

При этом на кодовое представление исходного фрагмента изображения понадобится 36 разрядов. Следовательно, за счет применения одноалфавитного кода мощности для последовательности длин серий, объем двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей снизится на 72%.

Выводы

1. Для уменьшения объема матрицы указателей знаков предложено учитывать структурное подобие с матрицей двоичной маски, которое заключается в том, что:

- длина и позиции серии нулевых элементов для матрицы указателей знаков совпадают с длиной и позициями серии нулевых элементов для матрицы двоичной маски;

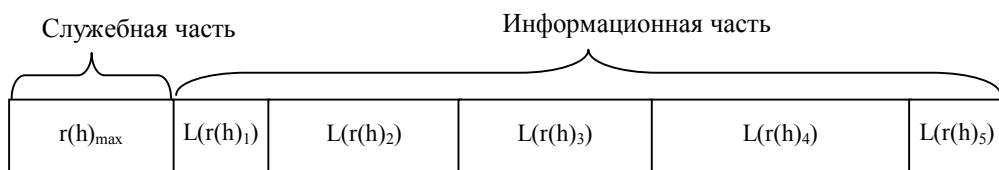


Рис. 3. Структура одноалфавитных кодов

- серия единичных элементов в матрице двоичной маски указывает на позиционирование и длину отрицательных, а также положительных значений элементов динамической составляющей.

2. Разработан метод компактного представления служебных данных, образующихся для технологии обработки дифференциально-представленных кадров, на основе формирования двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей.

Данный метод базируется на следующих принципах:

- матрица указателей знаков строится после того, как проведено сравнение с порогом (проведена пороговая фильтрация дифференциально-представленного кадра);

- при построении матрицы указателей знаков не используется серия указателей, относящихся к нулевым элементам дифференциально-представленного кадра. Данные серии структурно соответствуют сериям нулевых элементов матрицы двоичной маски;

- нулевыми элементами обозначаются положительные элементы динамической составляющей и наоборот, единичными элементами обозначаются отрицательные элементы динамической составляющей. При этом в силу структурного подобия длины и позиции таких элементов формируют серии единичных элементов матрицы двоичной маски.

Количество разрядов на представление служебной информации, образующейся для технологии обработки дифференциально-представленных кадров, в среднем сократится на 30-50% за счет:

- уменьшения объема матрицы указателей знаков дифференциально-представленного кадра на основании структурного подобия с матрицей двоичной маски;

- применения одноалфавитного кода мощности для последовательностей длин серий двоичного вектора указателей знаков динамической составляющей.

Литература

1. *Аудиовизуальные системы связи и вещания: новые технологии третьего тысячелетия, задачи и проблемы внедрения в Украине [Текст] / О.В. Гофайзен, А.И. Ляхов, Н.К. Михалов и др. // Праці УНДІРТ. – 2000. – № 3. – С. 3-40.*

2. *Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: учеб. для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. - СПб.: Питер, 2006. - 958 с.*

3. *Баранник, В.В. Обоснование возможности компактного представления длин серий полиадическими кодами [Текст] / В.В. Баранник, Н.А. Королева // Системи обробки інформації. – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 4(14). – С. 72 – 77.*

4. *Леках, А.А. Анализ информационных технологий обеспечения контроля за грузом и перевозками [Текст] // А.А. Леках / Сучасна спеціальна техніка. – 2012. - №3 – С. 34 - 40.*

5. *Barannik, V. Method Of Encoding Transformant Uolsha Is In Systems Air Monitoring Of Earth [Text] / V. Barannik, A. Yakovenko, A. Krasnorutkiy // International Conference TCSET'2009 [“Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science”] (Lviv-Slavsko, Ukraine, February 19 – 23, 2009) / Lviv Polytechnic National University, 2009. – P. 381 - 383.*

Поступила в редакцію 03.06.2013, рассмотрена на редколлегии 12.06.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. сети связи В.М. Безрук, Национальный университет радиозлектроники, Харьков.

МЕТОД КОДУВАННЯ СЛУЖБОВИХ ДАНИХ ВІДЕОПОТОКУ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

В.В. Бараннік, А.А. Леках, О.О. Демедєцький

Показано, що існуючі технічні характеристики відеоінформаційних систем не забезпечують необхідного часу доведення інформації. Розглянуто можливості для скорочення обсягів службових даних, які утворюються при обробці диференційно-представлених кадрів. Для зменшення обсягу матриці знаків запропоновано враховувати структурну подібність з матрицею двійкової маски. На основі серій одиничних елементів матриці двійкової маски обґрунтовано формування двійкового вектора показників знаків динамічної складової. Викладено основні етапи розробки методу стиснення матриці знаків, який реалізований на базі кодування за потужністю алфавіту, що дозволяє скоротити кількість розрядів на представлення службової інформації.

Ключові слова: структурна подібність, двійковий вектор показників знаків.

**METHOD FOR CODING OVERHEAD VIDEO STREAMS TO REDUCE THE LOAD
IN INFOCOMMUNICATION SYSTEMS***V.V. Barannik, A.A. Lekakh, A.O. Demedetskiy*

It is shown that existing specifications video information systems do not provide adequate time to disseminate information. The possibilities for reducing the amount of overhead, which are formed during the processing of differential-represented personnel. To reduce the volume of the matrix signs proposed to account for the structural similarity with the matrix binary mask. Based on the series of individual elements of the binary mask justified the binary vector of pointers signs dynamic component. The basic steps in developing a method of compression of the matrix of characters, implemented on the basis of coding capacity of the alphabet, which reduces the number of bits to represent the service information.

Keywords: structural similarity, the binary vector of pointers signs.

Бараннік Володимир Вікторович – д-р техн. наук, проф., начальник кафедри автоматизованих систем управління, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

Леках Альберт Анатолійович – науковий співробітник наукового центру, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

Демедєцький Олексій Олегович – аспірант факультету комп'ютерних інформаційних технологій, Національний технічний університет "ХПІ", Харків