



Функциональное сжатие двоичной информации в сетях связи

УДК 004.771

С.Е. ОРЕХОВ, начальник кафедры “Системы связи и телекоммуникации” филиала Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого (г. Серпухов) кандидат технических наук, **С.А. ИВАНОВ**, преподаватель, **Е.Б. ВАНЮКОВ**, преподаватель, **Д.П. АРТАМОНОВ**, преподаватель

Введение

Ключевым параметром, от которого зависит пропускная способность сети связи, является MTU (Maximal Transfer Unit) — максимальный объем данных, содержащийся в кадре канального уровня. В свою очередь, MTU определяется характеристиками сетевых (канальных) интерфейсов, такими как битовая скорость передачи данных, вероятность ошибки на бит и другими канальными характеристиками. Очевидно, что на низкоскоростных каналах MTU принимает минимальные значения и существенно ограничивает скорость информационного обмена в IP-сетях. Это обстоятельство и обуславливает развитие телекоммуникаций в направлении создания высокоскоростных волоконно-оптических линий связи и беспроводных точек доступа с технологией MIMO (Multiple Input — Multiple Output) [1].

Под интегрированной системой управления [1, 2] понимается такая система управления, в которую встроены программные интерфейсы взаимодействия с обеспечивающей ее автоматизированной системой связи. Отличительной особенностью интегрированных систем управления является совместное использование общей универсальной аппаратно-программной платформы, которая динамически реконфигурируется под требования той или иной системы. Реконфигурация платформы должна обеспечивать высокие показатели функциональной устойчивости и эффективности решения клиентских запросов [2].

Вместе с тем особенностью перспективной интегрированной систе-

мы управления специального назначения является преимущественное использование радиоканалов метрового и декаметрового диапазонов в условиях сложной помеховой обстановки при достижении высокой разведзащищенности. Таким образом, повышение пропускной способности рассматриваемой системы управления становится возможным, как правило, за счет совершенствования алгоритмов сжатия информации, помехозащиты, маршрутизации и управления потоками, а также их программно-аппаратного обеспечения [3 — 5].

В статье рассматривается метод функционального сжатия двоичной информации, позволяющий повысить пропускную способность перспективной интегрированной системы управления специального назначения за счет эффективного сжатия статистически выравненных данных, т. е. тех, которые подвергались криптографическому или статистическому кодированию [6, 7].

Метод функционального сжатия двоичной информации

Сущность метода заключается в следующем.

Исходный блок двоичной информации I (BUBD, Block of Uncompressed Binary Data) сегментируется на множество субблоков $\{I_s\}$ определенных размеров согласно (1):

$$\text{size}(I_s) = n \times n \times k, \quad (1)$$

где:

$n \times n$ — размер кодовой таблицы (CTS, Coding Table Size);

k — разрядность символа CTS a_{ij}^* .

Символ CTS дополняется последовательностью служебных разрядов $nonce1$, в которой старший раз-

ряд $sign1$ определяет знак расширенного символа a_{ij} . Формат расширенного символа представлен выражением (2):

$$a_{ij} = \underbrace{\underbrace{\text{sign1}}_{\text{разряд}} \underbrace{nonce1}_{\text{разряд}}}_{\text{разряд}} \underbrace{a_{ij}^*}_{\text{разряд}}. \quad (2)$$

Расширенные символы, в свою очередь, являются элементами матрицы коэффициентов A СЛАУ (системы линейных алгебраических уравнений) размером $n \times n$ [8]. Формат элементов вектора свободных членов (B), вынесенных в правую часть уравнений, соответствует выражению (3) и представляет собой только последовательность служебных разрядов $nonce2$, в которой старший разряд $sign2$ определяет знак свободного члена b_i :

$$b_i = \underbrace{\underbrace{\text{sign2}}_{\text{разряд}} \underbrace{nonce2}_{\text{разряд}}}_{\text{разряд}}. \quad (3)$$

Для полноценной работы алгоритма сжатия необходимо вычислить значение хеш-функции h матрицы коэффициентов A СЛАУ любым из известных способов [8]:

$$h = \text{hash}(A). \quad (4)$$

Очевидно, что вариантов решения такой СЛАУ (X) — множество [8], однако выбирается тот, который при последовательном переборе комбинаций $nonce1$ и $nonce2$ позволяет однозначно определить искомую матрицу A по значению ее хеш-функции при первом же совпадении.

Упрощенная схема процесса функционального сжатия блока двоичных данных представлена на рис. 1.

Статью целиком читайте в бумажной версии журнала

ОРЕХОВ Сергей Евгеньевич (кандидат технических наук),
ИВАНОВ Сергей Александрович, ВАНЮКОВ Евгений Борисович, АРТАМОНОВ Дмитрий Павлович
(Филиал Военной академии Рaketных войск стратегического назначения имени Петра Великого (г. Серпухов))

В статье рассмотрены основные пути повышения пропускной способности перспективной интегрированной системы управления специального назначения, среди которых обоснованно выделено направление, ориентированное на эффективное сжатие передаваемых по каналам связи данных. Изложен принцип и содержание нового метода функционального сжатия двоичной информации, позволяющего повысить пропускную способность перспективной интегрированной системы управления специального назначения за счет сжатия статистически выравненных данных. Кроме того, приведены предложения по реализации алгоритма функционального сжатия двоичной информации в рамках концептуальной схемы построения параллельного сетевого тракта в сети связи с многомерной маршрутизацией пакетов, что существенно повышает пропускную способность перспективной интегрированной системы управления специального назначения при рациональном использовании имеющихся аппаратно-программных ресурсов.

The article considers the main ways to increase the throughput of a promising integrated special-purpose control system, among which is the focused direction of effective compression of data transmitted through communication channels. The principle and content of a new method of functional compression of binary information is described, which allows to increase the throughput of a promising integrated special-purpose control system by compressing statistically aligned data. In addition, proposals are given for implementing an algorithm for functional compression of binary information within the framework of a conceptual scheme for constructing a parallel network path in a communication network with multidimensional packet routing, which significantly increases the throughput of a promising integrated special-purpose control system with rational use of available hardware and software resources.

Ключевые слова: метод функционального сжатия двоичной информации, интегрированная система управления, многомерная маршрутизация пакетов, параллельный сетевой тракт, статический маршрут, пропускная способность сети связи.

Keywords: the method of functional compression of binary information, integrated control system, multidimensional packet routing, parallel network path, static route, communication network bandwidth.

Литература

1. Орехов С.Е., Артамонов Д.П., Иванов С.А. Технологии облачных вычислений в интегрированных системах управления// Инфокоммуникационные технологии. 2020. Т. 18. № 4. С. 477 — 484.
2. Орехов С.Е., Лобанов А.В., Матвеев Е.Ю., Семенов А.Л. Методологические аспекты совершенствования перспективных информационно-коммуникационных узлов, предназначенных для решения высокопроизводительных задач на основе облачных технологий// Электронный научный журнал “Век качества”. 2020. № 1. С. 142 — 157.
3. Орехов С.Е., Ваганов И.Н. Концептуальная модель пакетной сети радиосвязи метрового диапазона с многомерными маршрутами передачи сообщений// Известия Института инженерной физики. 2009. № 1 (11). С. 57 — 61.
4. Орехов С.Е., Сысоев И.В. Оптимизация распределения TCP нагрузки по параллельному сетевому тракту сети связи с многомерной маршрутизацией пакетов// Известия Института инженерной физики. 2014. № 1 (31). С. 57 — 59.
5. Орехов С.Е. Численный метод анализа временных характеристик случайного процесса, описываемого поглощающей конечной марковской цепью с неоднородными по длительности шагами переходов между состояниями цепи// Известия Института инженерной физики. 2013. № 3 (29). С. 62 — 65.
6. Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. — М.: ДИАЛОГ-МИФИ. 2003. 384 с.
7. Aumasson J.-P. Serious cryptography. A practical introduction to modern encryption. — San Francisco: No Starch Press. 2018. 433 p.
8. Lal R. Algebra 2. Linear algebra, Galois Theory, Representation Theory, Group Extensions and Schur Multiplier. — Singapore: Springer Nature. 2017. 439 p.