ПРОЦЕДУРА ПРЕДОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ПОТОКОВ КОДИРОВАННЫХ РЕЧЕВЫХ СООБЩЕНИЙ

А.Н. Гомонов, Д.В. Герасин

ООО КИЦ «Техноценоз», Калининград, Российская Федерация

Описан принцип организации и функционирования процедуры предобработки, используемой в алгоритме идентификации типов вокодеров. Приведена структурно-логическая схема и блок-схема алгоритма выполнения процедуры предобработки.

Ключевые слова: алгоритм идентификации, вокодер, цифровой поток, кодированное речевое сообщение, определение значения периода, декодер, процедура предобработки.

THE PREPROCESSING PROCEDURE OF DIGITAL STREAMS OF CODED SPEECH MESSAGES

A.N. Gomonov, D.V. Gerasin

Ltd KIC "Tekhnotsenoz", Kaliningrad, Russian Federation

The principle of organization and functioning of the pre-processing procedure used in the identification algorithm of vocoder types is described. The structural-logical diagram and the block diagram of the algorithm for the pre-processing procedure are given.

Keywords: algorithm of identification, vocoder, digital stream, coded speech message, accounting of period value, decoder, preprocessing procedure.

Результат идентификации типа вокодера напрямую зависит от формы представления цифрового потока (ЦП) вокодера. Если ЦП вокодера имеет первоначальную (исходную) форму представления, то идентификация типа вокодера выполнима, в противном случае результат идентификации будет некорректным или отрицательным (неопределённым).

Под *первоначальной формой представления* ЦП вокодера понимается ЦП, формируемый непосредственно при кодировании речевого сообщения. Таким образом, восстановление исходного речевого сообщения возможно (выполнимо) только при декодировании вокодера, имеющего *первоначальную форму представления* ЦП.

Декодирование вокодеров выполняется на прикладном (верхнем) уровне эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) при условии корректной обработки (разуплотнении и дешифровании) ЦП на предыдущих уровнях, в результате обработки которых ЦП вокодера приобретает первоначальную форму представления. В противном случае выполнить декодирование вокодера и корректно выполнить идентификацию типа вокодера невозможно.

Как правило, большинство ЦП известных типов вокодеров, направляемых на идентификацию, автоматически приводятся к первоначальной форме представления (до выполнения идентификации). Исключение составляют вокодеры с неопределёнными (нестандартными) техническими параметрами или протоколами. В этом случае преобразование (приведение) ЦП вокодера к первоначальной форме представления предлагается выполнять с использованием процедуры предобработки, основу которой составляют алгоритмы предобработки, реализуемые в виде динамически подключаемых плагинов (консольных приложений).

Под *алгоритмами предобработки* (алгоритмами процедуры предобработки) понимаются алгоритмы, используемые для предварительной обработки ЦП на представительском и прикладном (при необходимости и более нижних) уровнях ЭМВОС (например, демуль-

типлексирование, деперемежение, декодирование, дешифрование, дескремблирование, разуплотнение, разворот байт, сдвиг байт и пр.).

Одним из наиболее гибких способов реализации динамически подключаемых плагинов являются консольные приложения, принимающие параметры настройки алгоритмов предобработки посредством командной строки. Достоинством использования консольных приложений является свободное (безусловное) взаимодействие между приложениями разных сред разработки, то есть возможность совместного использования плагинов предобработки, разработанных на разных языках программирования. Указанное достоинство позволяет реализовать гибкую настройку и корректировку шаблонов автоматического вызова (запуска) плагинов предобработки в соответствии с требованиями технической документации по организации ЭМВОС, а также с учётом опыта специалистов по анализу ЦП вокодеров.

Шаблон процедуры предобработки представляет собой набор инструкций и правил, регламентирующих последовательность выполнения, условия выполнения и список используемых алгоритмов предобработки. Шаблоны используются для автоматического вызова плагинов в соответствии с требованиями инструкций и задаются индивидуально для каждого типа вокодера. В шаблоне указываются:

- список используемых алгоритмов предобработки из общего списка алгоритмов (возможно указание всего списка алгоритмов предобработки);
- критерии использования (очерёдность, условия и допустимость использования с другими алгоритмами) выбранных алгоритмов предобработки;
- режим использования для каждого выбранного алгоритма предобработки (однократно или многократно);
- параметры настройки и запуска алгоритмов предобработки (для алгоритмов, требующих указания параметров).

Корректировка шаблонов выполняется специалистами на основании выявленных технических параметров неидентифицированных известных типов вокодеров в соответствии с технической документацией, описывающей порядок использования алгоритмов уплотнения и алгоритмов кодирования речевой информации.

Для анализа неидентифицированных неизвестных типов вокодеров требуется формирование особых правил предобработки.

Процедура предобработки ЦП вокодеров выполняет одну из ключевых задач в алгоритме идентификации типов вокодеров и предназначена:

- 1) для подготовки ЦП вокодера к идентификации и декодированию (в процессе предобработки ЦП известных типов вокодеров, для которых настроены параметры идентификации);
- 2) для автоматического разуплотнения и анализа ЦП неидентифицированных типов вокодеров (в процессе предобработки ЦП неизвестных типов вокодеров).

Процедура предобработки выполняется в двух режимах: в режиме холостой обработки и в режиме нагрузки. В режиме холостой обработки алгоритмы процедуры предобработки не задействуются, анализ ЦП не выполняется (используется для ЦП в первоначальной форме представления). В режиме нагрузки выполняется анализ вокодеров в соответствии с правилами, указанными в шаблонах. Анализ состоит из двух основных этапов процедуры предобработки.

На первом этапе процедуры предобработки (рис. 1) на вход решающего устройства подаётся ЦП с предполагаемым или априорным наличием кодированного речевого сообщения. По результатам первичного анализа принимается решение о необходимости проведения автоматической предобработки текущего ЦП (выполняется проверка наличия признаков вокодеров и признаков, не принадлежащих вокодерам).

При завершении первого этапа процедуры предобработки формируется результат о выявлении битовой последовательности, принадлежащей к одному из трёх классов:

- к классу «вокодеры»;
- к классу «неопределённый вид оборудования»;
- к классу «не вокодеры».

Рис. 1. Структурно-логическая схема первого этапа процедуры предобработки ЦП вокодеров

К классу «вокодеры» относятся ЦП с выявленными уникальными битовыми комбинациями ЦП вокодеров. ЦП вокодера в первоначальной форме представления направляется на идентификацию.

К классу «не вокодеры» принадлежат ЦП с выявленными уникальными битовыми комбинациями, не относящимися к вокодерной нагрузке. Дальнейшая обработка указанных ЦП не выполняется.

Остальные ЦП принадлежат к классу «неопределённый вид оборудования».

На втором этапе процедуры предобработки выполняется анализ ЦП, принадлежащих классу «неопределённый вид оборудования». Для анализа ЦП организуется цепочка (взаимосвязь) между процедурой предобработки и процедурами определения значения периода ЦП (используется при необходимости), поиска уникальных битовых комбинаций и декодирования (рис. 2). Из шаблонов выполняется загрузка правил предобработки, регламентирующих порядок использования и наборы применимых для анализа ЦП алгоритмов предобработки (в зависимости от конкретного ЦП) с учётом критериев использования алгоритмов предобработки. В соответствии с правилами выполняются загрузка и настройка плагинов предобработки.

В процедуре предобработки формируются сочетания вариантов построения очередности выполнения отобранных алгоритмов предобработки с учётом критериев их использования (допустимости и условий их использования с другими алгоритмами). Сформированные сочетания выполняются последовательно (друг за другом).

Завершение каждой последовательности выполнения алгоритмов предобработки, в соответствии с каждым сочетанием, сопровождается выполнением алгоритма идентификации, используемым для проверки корректности выполнения процедуры предобработки.

Таким образом, в процедуре предобработки для загруженного ЦП выполняется поиск уникальных битовых комбинаций и обработка ЦП (разуплотнение, разворот байт и пр.) в соответствии с предписанными правилами (инструкциями) для соответствующей битовой последовательности (в зависимости от структуры ЦП). Предобработанные ЦП направляются на идентификацию (определение значения периода, поиск уникальных битовых комбинаций, декодирование и проверку результатов декодирования). Указанный цикл (от процедуры предобработки до проверки результатов декодирования) повторяется до положительного результата декодирования или до перебора всех сочетаний.

Рис. 2. Структурно-логическая схема второго этапа процедуры предобработки ЦП вокодеров

При положительном декодировании выполняется выгрузка результатов анализа (идентификационных признаков, списка алгоритмов предобработки и очередности их выполнения), которые впоследствии используются для корректировки параметров идентификации.

При переборе всех сочетаний выполняется выгрузка ЦП на анализ с описанием использованных правил и алгоритмов предобработки. При достаточном накоплении однотипных ЦП (одного типа вокодера) упрощается задача поиска идентификационных признаков. В отдельных случаях задача поиска упрощается до необходимости выполнения корректировки параметров алгоритма идентификации для текущего типа вокодера без необходимости проведения анализа ЦП вокодеров.

Для использования уникальных (специализированных) плагинов предобработки (например, для выполнения особых задач) выполняется разработка и подключение новых плагинов предобработки (алгоритмов предобработки, реализованных в виде консольных приложений).

Уникальность процедуры предобработки с использованием процедур определения значения периода, поиска уникальных битовых комбинаций и декодирования заключается в выполнении идентификации типа вокодера за минимальный временной интервал в автоматическом режиме.

В процессе работы процедуры предобработки выполняется автоматический поиск новых идентификационных признаков, а также идентификация и декодирование новых типов вокодеров в автоматическом режиме.

Процедура предобработки ЦП представлена на рис. 3. Последовательность действий алгоритма предобработки представлена ниже.

1. Выполняется загрузка ЦП (с априорной или достоверной информацией о наличии вокодера).

2. Выполняется загрузка предварительно настроенных алгоритмов предобработки и правил предобработки из шаблона. Если для анализируемого ЦП отсутствует шаблон предобработки, ЦП направляется на анализ, процедура предобработки завершается.

3. Выполняется поиск уникальных битовых комбинаций ЦП, принадлежащих классу «вокодеры». При обнаружении указанных признаков ЦП направляется на идентификацию с пометкой «вокодер». Процедура предобработки завершается.

Выполняется поиск уникальных битовых комбинаций ЦП, указывающих на отсутствие вокодерной нагрузки. При обнаружении указанных комбинаций ЦП направляется в корзину с пометкой «не вокодер». Процедура предобработки завершается.

В указанном случае в качестве уникальных битовых комбинаций используются комбинации, абсолютно не принадлежащие вокодерам. Для составления указанных комбинаций необходимо учитывать следующее: составленный признак может принадлежать неизвестному типу вокодера. В качестве признаков класса «не вокодеры» могут быть использованы идентификационные признаки других видов оборудования или алгоритмов уплотнения (протоколов, мультимплексоров и пр.) при условии априорного отсутствия в таких ЦП (при разуплотнении) вокодерной нагрузки.

Рис. 3. Алгоритм выполнения предобработки ЦП

4. Выполняется предобработка ЦП с пометкой «неопределённый вид оборудования». Выбираются алгоритмы предобработки и правила предобработки, указанные в шаблонах.

5. Выполняется расчёт сочетаний цепочек выполнения алгоритмов предобработки из набора выбранных алгоритмов предобработки по правилам шаблонов.

Расчёт сочетаний выполняется с учётом условий, регламентирующих невозможность использования одних алгоритмов предобработки последовательно с другими алгоритмами предобработки. Указанные условия задаются при добавлении алгоритмов предобработки перед запуском алгоритма идентификации типов вокодеров.

6. Выбирается n -ое сочетание (где $n = [1, N]$). Если n -ое сочетание отсутствует ЦП направляется на анализ. Процедура предобработки завершается.

7. Выполняется обработка ЦП каждым алгоритмом предобработки в порядке очередности (по цепочке), в соответствии с n -ым сочетанием (количество алгоритмов в комбинации $k = [1, K]$).

8. Если все алгоритмы предобработки выполнены с положительным результатом (без ошибок), то результатом является декодированное речевое сообщение. Выполняется автоматическая корректировка параметров процедур предобработки, определения значения периода, идентификации и декодирования вокодеров. Процедура предобработки завершается.

9. В противном случае ЦП, а также результаты и параметры предобработки выгружаются на анализ специалистам. Процедура предобработки завершается.

10. Процедура предобработки завершена.

Таким образом, в процессе выполнения процедуры предобработки выполняется:

- преобразование анализируемого ЦП в первоначальную форму представления;
- идентификация и выявление идентификационных признаков новых типов вокодеров в автоматическом режиме (при наличии необходимых алгоритмов предобработки и корректном формировании шаблонов предобработки);
- накопление (сбор) технических идентификационных параметров новых ЦП, что позволяет ускорить процесс выявления идентификационных признаков новых типов вокодеров (при корректном формировании шаблонов предобработки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлёв Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. М.: Фазис, 2005. 159 с.
2. Кендалл М., Стьюарт А. Теория распределений. М.: Наука, 1966. 588 с.
3. Рабинер Л., Шафер Р. Цифровая обработка речевых сигналов. М.: Радио и связь, 1981. 495 с.
4. Сапожков М.А., Михайлов В.Г. Вокодерная связь. М.: Радио и связь, 1983. 312 с.
5. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере / под ред. В.Э. Фигурнова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2003. 544 с.: ил.