

JT-G729.1

JT-G729 ベースのエンベデッド可変ビットレート符号化:

JT-G729 とビット列互換な 8-32kbit/s スケーラブル広帯域符号化

## I. <概要>

本標準は G.729、G.729A および G.729B と互換な 8-32kbit/s スケーラブル広帯域音声符号化アルゴリズムを規定する。

G.729EV 符号器は、8 および 12kbit/s では 50-4000Hz の帯域幅を有し、14 から 32kbit/s では 50-7000Hz の帯域幅を有する。8kbit/s では、G.729EV は G.729、G.729 Annex A および G.729 Annex B と完全に互換性がある。それ故、既存の G.729 ベースの VoIP 基盤への採用が予見される。符号器は 20ms フレームにて動作し、48.9375ms のアルゴリズム上の遅延を有する。デフォルトでは、符号器と復号器の出力は 16kHz でサンプルされる。

符号器は、8 から 16kHz の間で適用可能な 12 個のビットレートに対応する 12 レイヤで構成されるエンベデッドなビット列を生成する。復号器側あるいはアウトバンドシグナリングなしに所望の値にビットレートを‘途中で’調整するための通信システムの任意のコンポーネントにおいて一部を切り取ることが可能である。

基本となるアルゴリズムは 3 ステージの符号化構造—(1)低帯域(50-4000Hz)の符号励振線形予測 (CELP) 符号化、(2)時間領域帯域拡張による高帯域(4000-7000Hz)のパラメータ符号化、(3)時間領域折り返し歪打消しという予測変換符号化技術による全帯域(50-7000Hz)の拡張、に基づいている。

付属資料Aは、RTP ペイロードフォーマット、能力識別子および ITU-T H.245 を用いた JT-G729.1 呼制御の能力パラメータを規定する。

付属資料Bは、浮動小数点 DSP ハードウェアへ実装するための、JT-G729.1 の浮動小数点演算アルゴリズムを定義する。

付属資料Cは、JT-G729.1 のための無音圧縮伝送 (DTX) とコンフォートノイズ生成 (CNG) 手法を規定する。

付属資料Dは、付属資料C (DTX/CNG) に対する浮動小数点演算での実装を規定

JT-G729.1

G.729 based Embedded Variable bit-rate coder:

An 8-32 kbit/s scalable wideband coder bitstream interoperable with G.729

## I. <Overview>

This Recommendation describes an 8-32 kbit/s scalable wideband speech and audio coding algorithm interoperable with G.729, G.729A and G.729B.

The output of the G.729EV coder has a bandwidth of 50-4000 Hz at 8 and 12 kbit/s and 50-7000 Hz from 14 to 32 kbit/s. At 8 kbit/s, G.729EV is fully interoperable with G.729, G.729 Annex A and G.729 Annex B. Hence an efficient deployment in existing G.729 based VoIP infrastructures is foreseen. The coder operates on 20 ms frames and has an algorithmic delay of 48.9375 ms. By default, the encoder input and decoder output are sampled at 16 kHz.

The encoder produces an embedded bitstream structured in 12 layers corresponding to 12 available bit rates from 8 to 32 kbit/s. The bitstream can be truncated at the decoder side or by any component of the communication system to adjust "on the fly" the bit rate to the desired value with no need for outband signalling.

The underlying algorithm is based on a three-stage coding structure: embedded Code-Excited Linear Predictive (CELP) coding of the lower band (50-4000 Hz), parametric coding of the higher band (4000-7000 Hz) by Time-Domain Bandwidth Extension (TD-BWE), and enhancement of the full band (50-7000Hz) by a predictive transform coding technique referred to as Time-Domain Aliasing Cancellation (TDAC). Annex A contains the RTP payload format, capability identifiers and parameters for signalling of ITU-T G.729.1 capabilities using ITU-T H.245.

Annex B defines an alternative implementation of the ITU T G.729.1 algorithm using floating point arithmetic to be used for implementation on DSP hardware optimized for floating-point operations.

Annex C specifies a discontinuous transmission (DTX) and comfort noise generation for

する。

付属資料Eは、JT-G729およびJT-G729. 1と互換性を有する、36 から 64kbit/s の超広帯域(50-14000Hz)スケーラブル音声・オーディオ符号化アルゴリズムを規定する。

## II. <参考>

### 1. 国際勧告等との関係

本標準は、2006年4月にITU-T SG16でAAPに進むことが合意され、2006年5月に承認されたITU-T勧告G. 729. 1に準拠したものである。

また、本標準は、2006年11月にITU-T SG16でAAPに進むことが合意され、2007年1月および2007年2月に承認された、ITU-T勧告G. 729. 1に対する Amendment1および Amendment2に準拠して改定されたものである。さらに、本標準は、2007年7月にITU-T SG16でAAPに進むことが合意され、2007年8月に承認された、ITU-T勧告G. 729. 1に対する Amendment3に準拠して改定されたものである。また、本標準は、2008年6月および2008年12月に承認された、ITU-T勧告G. 729. 1に対する Amendment4および Amendment5に準拠して改定されたものである。また、本標準は、2009年8月に承認されたITU-T勧告G. 729. 1に対する Corrigendum 1に準拠して改定されたものである。また、本標準は、2010年3月に承認された、ITU-T勧告G. 729. 1に対する Amendment6に準拠して改定されたものである。

### 2. 追加項目等

#### 2.1 オプション選択項目

なし

#### 2.2 ナショナルマター項目

なし

#### 2.3 その他

(1) 本標準は、上記ITU-T勧告に対し、先行している項目はない。

ITU-T G.729.1.

Annex D provides an alternative implementation using floating point arithmetic of the discontinuous transmission (DTX) and comfort noise generation (CNG) of Annex C.

Annex E describes a scalable superwideband (SWB, 50-14000 Hz) speech and audio coding algorithm operating from 36 to 64 kbit/s and interoperable with ITU-T G.729 and ITU T G.729.1.

## II. <References>

### 1. Relation with international standards

This Standard conforms to ITU-T Recommendation G.729.1(05/2006), G.729.1 Amendment 1(.01/2007), G.729.1 Amendment 2(02/2007), G.729.1 Amendment 3(08/2007), G.729.1 Amendment 4(06/2008), G.729.1 Amendment 5(12/2008), G.729.1 Corrigendum 1(08/2009), and G.729.1 Amendment 6(03/2010).

### 2. Departures with international standards

#### 2.1 Selection of optional items

None

#### 2.2 Definition of national matter items

None

#### 2.3 Others

- (2) 本標準は、上記ITU-T勧告に対し、追加した項目はない。
- (3) 本標準は、上記ITU-T勧告に対し、削除した項目はない。
- (4) 本標準は、上記ITU-T勧告に対し、変更した項目はない。

2.4 原勧告との章立て構成比較  
なし

### 3. 改版の履歴

版数	制定日	改版内容
第1版	2007年3月15日	制定
第2版	2007年11月26日	ITU-T勧告G.729.1の改定に伴う、標準本体の改定および付属資料A、Bの追加
第3版	2010年5月26日	ITU-T勧告G.729.1の改定に伴う、標準本体の改定および付属資料C、Dの追加
第4版	2011年11月16日	Cコード改定に関する記述の追加
第5版	2013年11月14日	ITU-T勧告G.729.1の改定に伴う、標準本体の改定および付属資料Eの追加

### 目次

1. 本標準の規定範囲	9
2. 参照文献	9
3. 略語	9

(1) None of the items in this standard are preceded to the above ITU-T Recommendation.

(2) None of the items in this standard are added to the above ITU-T Recommendation.

(3) None of the items in this standard are deleted to the above ITU-T Recommendation.

(4) None of the items in this standard are modified to the above ITU-T Recommendation.

2.4 Differences from the ITU-T Recommendation in the framing of the contents  
None

### 3. Change history

Version	Date	Outline
Version-1	Mar. 15, 2007	Enactment
Version-2	Nov. 26, 2007	Amendment of Standard main body and addition of Annexes A and B according to ITU-T Recommendation G.729.1 revised.
Version-3	May. 26, 2010	Amendment of Standard main body and addition of Annexes C and D according to ITU-T Recommendation G.729.1 revised.
Version-4	Nov. 16, 2011	Addition of corrigendum on source code according to ITU-T Recommendation G.729.1.
Version-5	Nov. 14, 2013	Amendment of Standard main body and addition of Annexes E according to ITU-T Recommendation G.729.1 revised.

### CONTENTS

1. Scope	9
2. References	9
3. Abbreviations	9

4. 表記法と規約	10	4. Notations and conventions	10
5. 符号器の概要記述	13	5. General description of the coder	13
5.1 符号器	14	5.1 Encoder	14
5.2 復号器	15	5.2 Decoder	15
5.3 フレーム消失補償(FEC)	16	5.3 Frame erasure concealment (FEC)	16
5.4 符号化モード	16	5.4 Coder modes	16
5.5 符号化パラメータに対するビット配分およびビット列のレイヤフォーマット	17	5.5 Bit allocation to coder parameters and bitstream layer format	17
5.6 アルゴリズム遅延	20	5.6 Algorithmic delay	20
5.7 演算量および所要記憶容量	20	5.7 Computational complexity and storage requirement	20
5.8 符号器の記述	20	5.8 Coder description	20
6 符号器の機能記述	20	6 Functional description of the encoder	20
6.1 QMF分析フィルタバンク、信号のダウンスケーリングおよび高域のスペクトル折り返し	20	6.1 QMF analysis filterbank, signal downscaling and spectral folding of the higher band	20
6.2 低域の前処理	22	6.2 Pre-processing of lower band	22
6.3 狭帯域エンベデッド符号器(レイヤ1 およびレイヤ2)	22	6.3 Narrowband embedded CELP encoder (Layers 1 and 2)	22
6.4 高域のための前処理	34	6.4 Pre-processing of the higher band	34
6.5 TDBWE符号器(レイヤ3)	34	6.5 TDBWE encoder (Layer 3)	34
6.6 TDAC符号器(レイヤ4から12)	38	6.6 TDAC encoder (Layers 4 to 12)	38
7 復号器の機能説明	49	7 Functional description of the decoder	49
7.1 狭帯域エンベデッドCELP復号器(レイヤ1および2)	49	7.1 Narrowband embedded CELP decoder (Layers 1 and 2)	49
7.2 TDBWE復号器(レイヤ3)	50	7.2 TDBWE decoder (Layer 3)	50
7.3 TDAC復号器(レイヤ4から12)	56	7.3 TDAC decoder (Layers 4 to 12)	56
7.4 低域バンドのポストフィルタリング	65	7.4 Post-filtering of the lower band	65
7.5 高域バンドのスペクトル折り返し処理、信号アップスケール処理、QMF合成フィルタバンク	67	7.5 Spectral folding of higher band, signal upscaling and QMF synthesis filterbank	67
7.6 フレーム損失補償	69	7.6 Frame erasure concealment	69
7.7 ビットレート切り換え	81	7.7 Bit-rate switching	81
8 伝送パラメータ・インデックスの記述	83	8. Description of the transmitted parameter indices	83

9 JT-G729. 1の符号器のビットイグザクト記述	86	9. Bit-exact description of the G.729EV coder	86
9. 1 シミュレーションソフトウェアの使い方	86	9. 1 Use of the simulation software	86
9. 2 シミュレーションソフトウェアの構成	88	9. 2 Organization of the simulation software	88
付属資料A パケットフォーマット、能力識別子および能力パラメータ	97	Annex A – Packet format, capability identifiers and capability parameters	97
A. 1 参考文献	97	A. 1 References	97
A. 2 JT-G729. 1フレームに対するパケット構成	97	A. 2 Packet structure for G.729.1 frames	97
A. 3 TTC標準JT-H245で用いる能力識別子およびパラメータ	98	A. 3 Capability identifiers and parameters for use with ITU-T Rec. H.245	98
A. 4 JT-G729との相互接続性	99	A. 4 Interoperability with ITU-T Rec. G.729	99
付属資料B JT-G729. 1に対する浮動小数点演算での実装	100	Annex B – Reference floating-point implementation for G.729.1	100
B. 1 本付属資料の規定範囲	100	B. 1 Scope	100
B. 2 参考文献	100	B. 2 References	100
B. 3 概要	100	B. 3 Overview	100
B. 4 アルゴリズムの記述	100	B. 4 Algorithmic description	100
B. 5 ANSI Cコード	100	B. 5 ANSI C Code	100
付属資料C DTX/CNG手法	103	Annex C – DTX/CNG scheme	103
C. 1 本標準の規定範囲	103	C. 1 Scope	103
C. 2 参考文献	103	C. 2 References	103
C. 3 定義	103	C. 3 Definitions	103
C. 4 略語と頭字語	103	C. 4 Abbreviations and acronyms	103
C. 5 表記法	104	C. 5 Conventions	104
C. 6 DTX、SID、CNGの構成要素の説明	107	C. 6 General description of the DTX, SID and CNG components	107
C. 7 無音圧縮符号器に関する機能記述	112	C. 7 Functional description of the silence compression encoder	112
C. 8 無音圧縮復号器の機能記述	119	C. 8 Functional description of the silence compression decoder	119
C. 9 メモリの更新	124	C. 9 Memory update	124
C. 10 伝送パラメータインデックスの詳細	125	C. 10 Description of the transmitted parameter indices	125
C. 11 JT-G729. 1無音圧縮のビットイグザクト詳細	125	C. 11 Bit-exact description of the silence compression of G.729.1	125
付属資料D JT-G729. 1付属資料C(DTX/CNG)に対する浮動小数点演算での実装	131	Annex D – Reference floating-point implementation for G.729.1 Annex C(DTX/CNG)	131

D. 1 適用範囲	131	D. 1 Scope	131
D. 2 参考文献	131	D. 2 References	131
D. 3 概要	131	D. 3 Overview	131
D. 4 アルゴリズム記述	131	D. 4 Algorithmic description	131
D. 5 ANSI-Cコード	131	D. 5 ANSI C-Code	131
付属資料E 超広帯域スケーラブル拡張	133	Annex E—Superwideband scalable extension	133
E. 1 適用範囲	133	E. 1 Scope	133
E. 2 概要	133	E. 2 Overview	133
E. 3 略語	133	E. 3 Abbreviations	133
E. 4 数学的表現	134	E. 4 Mathematical expressions	134
E. 5 コーデックの概要	134	E. 5 General description of the coder	134
E. 6 符号化器の機能記述	136	E. 6 Functional description of the encoder	136
E. 7 復号器の機能記述	170	E. 7 Functional description of the decoder	170
E. 8 伝送パラメータインデックスの記述	198	E. 8 Description of the transmitted parameter indices	198
E. 9 SWB拡張のビットイクザクト記述	200	E. 9 Bit-exact description of the SWB extension	200
参考文献	201	Bibliography	201
用語対照表	202		