4. 最近の符号化装置

4.1 標準テレビ素材伝送装置

正会員 佐々木 信之[†], 正会員 岡村 浩志^{††}
小島 雄一^{†††}

1. ま え が き

標準テレビの帯域圧縮技術の放送局内における応用としては、伝送、蓄積が考えられる。伝送は、素材伝送、1次分配、2次分配に分かれる(説明後述)。そのうちの素材伝送については、下流工程における映像制作処理への符号化歪みの及ぼす影響も含めて、特に高画質が要求されている。CCIR Rec.601で規定された216 Mb/sのデジタルコンポーネント信号を140 Mb/sに圧縮する方式と、30~45 Mb/sに圧縮するための方式がRec.721, Rec.723としてCCIRより勧告されている。前者はDPCMを用いるものであり、後者はフィールド内直接、フィールド間予測誤差、動き補償フレーム間予測誤差のDCT (Discrete Cosine Transform) 結果をマクロブロック単位に切り換えるもので、デジタル3次群通信路の使用を前提としている。勧告に独自仕様を加えた装置の試作がソニーによって1991年に行われている。応用としては、光ケーブルや衛星を用いた局間伝送が考えられる。

局内の伝送においては、圧縮を使用することに対してはやや消極的な傾向であり、VTR等の蓄積系以外はHDTV信号においてもベースバンドでの伝送が望まれている。ただし、これからの放送形態としては、HDTV, EDTV, NTSCアナログ/デジタルなど

の混合も考えられるため、圧縮されたHDTV信号とNTSC信号の局内伝送路の共用もあると思われる。

蓄積系ではVTR等にコーデックが組込まれることになるが、可逆圧縮に近い高画質圧縮が望まれている。いまのところアンパックスのDCT (Digital Component Technology) システムの3/4インチVTRやソニーのデジタルベータカムの1/2インチVTRが1/2の圧縮を実現している。ただし、前記のように圧縮されたまま局内伝送されてスイッチャの中を通ることではない。

一方、ニュース素材の伝送用として機動性の高い衛星利用のSNG (Satellite News Gathering) の導入が始まったのは1980年代後半頃からであるが、電波の有効利用と低電力化による小型化を図るために、画像の高効率符号化技術や誤り訂正技術とデジタル変復調技術を組合せたSNGのデジタル化の開発が始まった。1989年にはソニーから符号化方式に「動き補償3次元適応予測符号化」、変調方式にQPSKを用いたデジタルSNGが開発されており、1992年夏にこれを用いた北方領土からのニュース番組の生中継がフジテレビにより行われている。1992年のNHK技研公開では、「DCT+動き補償(MC)」をもとにしたデジタルSNG用圧縮装置(NEC製)が展示され、話題になった。また東芝は情報源符号化にGI (General Instruments) 社の圧縮技術を導入し、変調方式にMOK-QPSK (Modified Offset Keyed-QPSK) と呼ばれる独自技術を導入してデジタルSNGを開発し、1992年の国際放送機器展で展示している。GI社は、米国ATVにおいてデジタル圧縮技術の火付け役となった「デジサイファー」の開発元であり、驚異の圧縮率と高画質でATVの有力候補のひとつとなっている。デジタルSNGはその技術をNTSCに適

[†] 株式会社東芝 小向工場 スタジオ機器技術部

^{††} NHK 技術局

^{†††} ソニー株式会社 情報通信研究所

“4. Recent Codec Equipments; 4-1 The Contribution Quality Codec for Standard TV Signal” by Nobuyuki Sasaki (Broadcast Equipment Design Dept., Toshiba Komukai Works, Kawasaki), Hiroshi Okamura (NHK Engineering Administration Department, Tokyo) and Yuichi Kojima (Telecommunication and Information Systems Research Laboratory, Sony Co., Ltd., Tokyo)

—— 程度の劣化を容認するレベル
 ——— 繰り返すと劣化が検知されるが、1回は検知できないレベル
 ——— 繰り返し編集でも劣化しないレベル

図1 局内圧縮装置に要求される画質

用したものであり、詳細は下記に述べられている。

これらはいずれも「DCT+MC」を用いて10 Mb/s前後のビットレートまで圧縮して1トランスポンダで最大3~4波を同時に伝送する。ニュース素材は速報性が大事であり、伝送後の素材加工が少ないため、前記の素材伝送レベルに比べると、かなりの低ビットレートでの伝送が許容される。

これらの装置に要求される画質を図で表すと、図1のようになると思われる。ビットレートで大きく分けると、可逆圧縮の50 Mb/s以上、認識できない程度の劣化を許容する30~40 Mb/s、ある程度の劣化を容認する10~20 Mb/sの3種になり、これらを目的に応じて使い分けることになる。その場合、多種の圧縮方式に対応することはコストパフォーマンスも悪く、ENC/DECの繰り返しによる画質劣化も望ましくないので、圧縮方式の統一が望まれるところであるが、圧縮用機器のコストと圧縮率はトレードオフの関係にあり、応用毎に重要とする項目も異なるために完全な統一は困難と思われる。特に蓄積系では、高画質と編集を意識したフィールド内完結型の圧縮方式が望まれており、伝送系の非可逆圧縮方式とは一線を画することになる。後者については1992年7月のMPEG2の会合でビットレート上限が外され、HDTVを含めたすべてのビットレートがMPEG2により方式統一されることが望まれる。

2. デジタルSNG

ここでは、放送局が通信衛星を用いて素材の収集や配信を行っているSNGにデジタル圧縮映像を応用したデジタルSNGの例について紹介する。

アナログ信号によるSNG運用をデジタル化することにより得られるメリットを下記に示す。

(a) モード1(4画面伝送)

(b) モード2

図2 27MHzトランスポンダ運用例

(1) 伝送路の拡大

1本のトランスポンダに複数の搬送波をのせ、複数の局で同時にトランスポンダを使用できる。アナログの場合に比して、2~3倍に伝送容量が増える。実際の運用例を図2に示す。

(2) S/Nの改善

受信レベルの低下に比例して劣化する映像信号のS/Nが、デジタル伝送による誤りが発生するまでは量子化時に決定されるS/Nを確保できる。

(3) 小EIRP(等価方輻射電力)化

狭帯域の特質とS/Nの改善効果により送信局のEIRPを小さくできる。現状のアナログ運用のレベルに比較して1/5~1/10の電力で送信が可能になる。75 cm/35 W というシステムが運用可能になる。

(4) 映像伝送品質の均一化

デジタル化により一般的に得られる特徴であり、伝送路の線形歪みや干渉に対しても、常に均一な伝送品質を確保できる。

また、現行のアナログで運用されているSNGをデジタル化する場合に議論される項目について下記に示す。

(1) OW(オーダワイヤ)運用との整合性

SNGの運用チャンネル数の増大に対して必要となるOWチャンネルの増加と、複雑化する運用システムの現状設備との整合性。

(2) 現状の設備との互換性

物理的な形状や映像・音声信号のインタフェースを含めての検討。特にスペースが制限される車載局においては大変に重要な検討項目となる。

(3) 現状のアナログ運用との混在性

1本のトランスポンダでアナログとデジタルの伝送信号を同時に運用できるかの検討。

(4) 多波運用のシステム構築。

等であろう。

現在発表されているデジタルSNGの諸元を表1に示す。

写真1 デジタルSNGの外観

表1 デジタルSNGの仕様(東芝の例)

伝送モード		Prime	Normal	Secondary
項目				
伝送帯域(MHz)		13.8	6.9	4.6
運 空中線		77 cmφ/90 cmφ/1.2 mφ		
用 送信電力		35 W		
回 標準 C/N (dB)		15.0		
線 限界 C/N (dB)		1 フレーム誤り/15 分 at 8.3 dB		
誤り訂正方式		Reed-Solomon ブロック符号+ 畳込み符号化(3/4)		
変調方式		新開発 MOK-QPSK		
伝 送 信	映像(NTSC)	50 Hz~4.2 MHz		
	音 声	20 Hz~20 kHz (stereo)		
	オーディオ	0.3~3.4 kHz (TEL×4)		
送 信	周波数(GHz)	14.0~14.5		
	設定 STEP (kHz)	50		
	種 類	TV (with MCPC) / P.T.T (SCPC)		
伝送モードの変更		スイッチにて、Prime/Normal /Secondary を選択可能		
受 周波数(GHz)		12.25~12.75		
信 種 類		ID/P.T.T/MCPC(選択した1波)		

表1において、変調方式の項ではデジタルの変調方式として一般に用いられているQPSKではなくMOK-QPSKが採用されている。これはQPSK伝送が一般には線形増幅系で運用されるのに対し、SNG地球局の小型化、低消費電力化を目標に増幅器の飽和増幅運用を可能にするために開発された新しい伝送方式である。デジタルSNGの商品化例を写真1に示す。

低消費電力と小型空中線によるSNGの新しい運用形態が開かれていくことが期待されている。(佐々木)

3. 広帯域トランスポンダ実験用SNG装置¹⁾²⁾

BS-3a広帯域トランスポンダ(以下ワイドトラポンと称す)を使用してデジタル伝送の実験を行うため、写真2のようなデジタル圧縮装置、デジタル変調器、20W送信機、1.2mφアンテナから成るデジタルSNG装置を試作し、基本的な特性の確認を行った。

3.1 デジタル圧縮装置

(1) 装置の概要

デジタル圧縮装置の基本的な圧縮方式は、MPEG-2で議論されている動きベクトルを使用した適応DCT方式であり、CCIR 601-1の(4:2:2)のコンポーネント信号を7.1, 11.2, 18.3 Mb/sに圧縮するものである。

この装置では(8×8)の映像ブロックごとにフィールド内(Intrafield)、フィールド間(Interfield)、動き補償されたフレーム間(Interframe)の中から最もエネルギーの小さいものをモードとして選択している。また、DCT変換された画像の符号化には“0”の連続する個数と“0”でないデータとの組合せにより1つの

写真2 実験用デジタルSNG装置(上:デジタル圧縮装置、下:デジタル変調器)

表 2 切替え可能なビットレートの種類

映像ビットレート (Mb/s)	情報ビットレート (Mb/s)	誤り訂正		伝送ビットレート (Mb/s)	伝送帯域幅(MHz)	
		リードソロモン符号 (縦)×(横) インタリーブ	畳込み符号		QPSK 変調	MSK 変調
7.1	8.2	$\left(\frac{184}{176}\right) \times \left(\frac{228}{224}\right)$	1/2	17.408	12	22
11.2	12.3	〃	3/4	17.408	12	22
18.3	19.5	〃	3/4	27.648	19	35

情報ビットレートにはプログラム音声, OW, オーバーヘッドを含む。

コードを発生する, 2次元ハフマン符号を使用している。表 2 は本装置で切替え可能な 3 種類の映像ビットレートに対する伝送ビットレートを示したものである。なお, プログラム音声および OW は圧縮していない。

この圧縮装置の SNG 用としての評価からみると, 18.3 Mb/s のものはニュース素材伝送用としてというよりは番組素材伝送用としての画質に相当し, 伝送帯域幅, 送信電力も大きいので SNG 用として適当ではなく, 7.1 または 11.2 Mb/s のものを使用条件により使い分けるのが現実的である。

(2) ハードウェア規模と画質

高画質を保ちながら高圧縮を行うためには, ハフマン符号やスキャン順, スケーラ等の定数の最適化を行う必要がある。このため, ハフマン符号やスキャン順を 1 種類に固定せず, 絵柄やモード (Intra, Inter) によって切替えることが考えられる。また, 現在, モードの選択は画像の DC 成分を除いたエネルギーの大小で行っているが, 3 種類のモードについてブロックごとに並列にハフマン符号化し, 最もビット数の少ないモードを選択する方法も考えられる。ただし, ハフマン符号もスキャン順もスケラも変えながらモードを選択すると, 選択枝の数がぼう大になるので, ある程度固定することも必要である。

ADCT 方式のように差分を使用する圧縮方式では, 伝送途中で 1 ビットでも誤ると, いつまでも異常な画像が残るので, 一定時間ごとにリフレッシュ (Intra の伝送) が必要であるが, Intra 伝送のための情報量は少なくないので, 一定時間内に 1 度も Intra 伝送をしなかったブロックのみリフレッシュすることにより, 情報量を減らすことが考えられる。

一般にデジタル圧縮装置では, 絵柄により符号化データ量が変動するのを吸収し, 一定の伝送速度にするためバッファメモリーがあり, この部分でデータが遅延するため, 送信画像と受信画像で遅れが生ずる。

写真 3 トランスポンダ出力のスペクトル (10 dB/div, 10 MHz/div)

この遅れを小さくするためには発生データ量の変動を小さくする必要があり, このためリフレッシュを分割して行うことや, スケーラ制御ループの定数を調整することが考えられるが, いずれにしてもバッファメモリーが大きい方が画質は良いので, 両者のバランスが必要である。

以上のように, デジタル圧縮装置の画質を上げる方法はいくつか考えられるが, このときのハードウェア規模を考慮する必要があり, 比較的ハードウェアに負担にならない方法として, フィールド間動き補正を行うことや, 動き補正の範囲を広げることなどが考えられる。

3.2 デジタル信号の伝送特性

今回試作した装置を使用して衛星折返し伝送実験および室内 IF 折返し, TWT 増幅器折返し伝送実験を行い, 誤り訂正符号の訂正能力を測定した。写真 3 は室内において, ワイドトラポンと同タイプのトランスポンダを使用し, 54 MHz の帯域内にデジタル波と FM 波を周波数分割により多重し同時増幅した場合の, 出力スペクトルである。また図 3 の誤り率の測定

- (1) QPSK, TWTA 室内折返し, 畳み込み 4/3+RS
- (2) MSK, TWTA 室内折返し, 畳み込み 2/1+RS
- (3) MSK, TWTA 室内折返し, 畳み込み 4/3+RS
- (4) MSK, 衛星折返し, 畳み込み 2/1+RS
- (5) MSK, 衛星折返し, 畳み込み 4/3+RS
- (6) MSK, 衛星折返し, 誤り訂正なし

図 3 E_b/N_0 とビット誤り率 (伝送ビットレート 17.408 Mb/s)

値は、受信画像が 10 秒に 1 回程度乱れる点(誤り率約 10^{-8} に相当)の E_b/N_0 を示している。図 3 の(4)の場合には、誤り訂正符号を付加することにより画質は同一として送信電力を 7.1 dB、(5)の場合には送信電力を 6.4 dB 低下させることができることを示している。

図 3 の(4)は 1.2 mφ の送信アンテナを使用し、BS ワイドトラポンによる伝送を行った場合、2 W の送信電力に相当する(送信出力ケーブルロス 1.5 dB を含む)。実際の使用時には、この値より数 dB の余裕が必要である。(岡村)

4. CCIR 勧告 723 のコーデック

CCIR 勧告 723 は、CCITT 勧告 G.702 で規定されるデジタル 3 次群通信路の使用を前提とした、テレビ信号の素材伝送/1 次分配用符号化伝送方式の勧告であり、その符号化アルゴリズムにはハイブリッド DCT 方式に可変長符号化を組合せた方式が採用されている。

勧告に準拠した装置は、EBU がその採用を決めている欧州で使用され始めており、今後徐々に普及が進むものと考えられる。

素材伝送 (Contribution) とは、スタジオ間等における放送素材テレビ信号の伝送であり、受信後、すなわち符号化と復号化を行った後に、クロマキー、スロー

表 3 勧告 723 符号化方式の主要な諸元

量子化	勧告 601-1
映像入出力インタフェース	パラレルまたはシリアルインタフェース(勧告 656)
符号化領域	525 方式の場合 Y: 720 画素×248 ライン/フィールド C: 360 画素×248 ライン/フィールド
符号化モード	3 モード: 入力信号フィールド内直接 DCT, フィールド間予測誤差の DCT, 動き補償フレーム間予測誤差の DCT 切替単位: マクロブロック
DCT	サイズ: YC とも 8×8 のフィールド内矩形ブロック 精度: 入力 8 ビットのとき, DCT 係数 12 ビット
予測信号	フィールド間: 1 フィールド前の 2 ライン平均 フレーム間: 1 フレーム前の単一画素
動き補償	検出ブロック: マクロブロック 範囲: ±14 画素, ±7 ライン 精度: 1/2 画素, 1/2 ライン(C の水平は, Y の 1/2, 1/4 の端数切捨て) 1/2 の内挿: 上下左右の単純平均
量子化	適応量子化+折れ線非線形量子化 適応量子化の判断パラメータ: Y/C DCT 位置 クリティカルティ(2 ビット, マクロブロック間隔で伝送) 伝送ファクタ(8 ビット, バッファ占有量, 8 ライン間隔で伝送)
可変長符号	量子化 DCT 係数と動きベクトルに適用
バッファ占有量	1,572,864 ビット
誤り訂正符号	RS(255,239), インタリーブ 2:1

モーション、サイズ変更等の編集加工、およびそれらに伴う複数回のダビングが行われることが前提となる。したがって、それら前提となる処理を行っても、いかなる不都合も生じない水準の伝送能力が必要とされる。一方、1 次分配 (Primary Distribution) とは、CATV 局等へのテレビ番組の分配伝送であり、受信側での処理を前提とするものではないが、商業的の差し替えやコンポジットエンコーディング等が行われる可能性があるため、それらの処理に耐え、かつ再送信時に放送品質を維持できる水準の伝送能力が必要とされる。また、将来、視聴者に至るすべての系がデジタル化されるとすれば、2 次分配 (Secondary Distribution) 符号化方式との縦続接続損失等も問題化する可能性があるため、現時点では素材伝送なみの

図 4 試作装置符号化側の構成

伝送能力を確保しておくことが望ましいと考えられる。いずれにしても、素材伝送/1次分配のシステムは、番組制作側から一般視聴者へのテレビ信号の流れのなかで、最も上流に配置されるものであり、製造者はこの点を強く意識して装置化を行う必要がある。勧告の詳細および基本的な構成については文献もあるため、本稿では表 3 に勧告 723 の符号化アルゴリズムの主要な諸元、図 4 に実際に筆者らが試作した装置の符号化側構成を一実施例として示し、以下、その各部について簡単な説明を行い、最後に画質評価結果について触れることとする。

4.1 映像入出力

CCIR 勧告 601 に準拠するデジタルコンポーネント信号が用いられる。帯域制限用あるいはノイズ除去用のプリフィルタリングについての規定はない。素材伝送という使用法を考えれば、その種のフィルタを設けることは適切ではないが、今回の試作では圧縮が極めて困難な画像が入力されたときの損傷を軽減することを目的として、あえて適応的なフィルタを設けることとした。

コンポジット信号で入出力を行う場合は、別途エンコーダ/デコーダを必要とするが、そこで用いられている技術の種類によっては符号化効率や画質に若干の影響が出るため注意が必要である。

4.2 符号化階層構造

テレビ信号のフレーム、フィールドの下位に、ストライプ、マクロブロック、および 8 画素×8 ラインの DCT ブロックの順に階層化されている。マクロブロックは輝度信号(Y)の 2 DCT ブロックと色差信号(R-Y, B-Y)の各 1 DCT ブロックから成り、スト

ライプは 45 マクロブロックで構成される。フィールドは 525/60 方式の場合に 31 ストライプ、625/50 方式の場合 36 ストライプで構成され、いずれの場合も水平・垂直方向共に有効画素の欠損は生じない。この階層構造は、他の方式と比べて単純であり、525/60 方式と 625/50 方式の共用化も考え易く、装置実現は比較的容易であった。

4.3 符号化モードとその切替え

マクロブロック単位で、フィールド内のデータについて直接 DCT を行うモード、前フィールドの上下の画素から現画素を予測し、その予測残差信号について DCT を行うモード、および動き補償フレーム間予測の予測残差信号について DCT を行うモードの 3 種類を切替えて使用する。モードの切替え制御方式については、DCT 入力を 8 ビットとするという点以外の規定はないため、製造者は回線瞬断対策としてのリフレッシュサイクルを配慮しつつ最適化を行う必要がある。筆者らは、フィールド内 DCT と非フィールド内 DCT を並列に行った上で、係数を参照して切替える方式を採用している。

モード構成も、いわゆる「DCT+MC」方式としてはほぼ最小限の構成であり、符号化階層構造と同様に装置の実現性に重点が置かれている感がある。

4.4 動き検出と動き補償

動き補償は、マクロブロック単位でフレーム間予測のみと組合せて用いられる。動き補償の範囲は、水平方向±14 画素、垂直方向±7 ラインで、精度は水平方向 0.5 画素、垂直方向 0.5 ラインと規定されており、動きベクトルの総数は 1653 となる。動き検出の手法についての規定はない。DCT を前提とした動き

補償については議論のあるところだが、筆者らは装置規模の観点から、すでに LSI 化されているブロックパターンマッチングを用いた。符号化側の検出の範囲と精度については、装置実現を容易化するため、規定値以下としている例も見受けられるが、今回の試作ではすべてのベクトルを検出可能な構成とした。

4.5 量子化とその制御

量子化は 2 段階構成で、前段では、精度についてストライプ単位に 176 段階、マクロブロック単位に 4 段階の切替えが可能な構成が採られている。また後段には非線形折れ線量子化が設けられている。ストライプ単位の段階数については、今回の試作では、シミュレーションで影響を確認した上で装置実験上の観点から、符号化側について 1/4 の間引きを行った。

量子化の特性、すなわち高次側係数が低次側係数に比べて量子化される度合いは、他方式に比べてかなり急峻である。DCT 符号化の場合、この特性が急峻であると、ブロック毎の歪みの変動範囲が拡大し、高画質符号化で問題となる局所的な妨害を生じ易い。したがって用途にもよるが、局所妨害を避けることに重点を置くとすれば、マクロブロック単位の 4 種類の特性切替えの制御は、その信頼性に配慮して充分慎重に行われることが望ましい。このため、通常は原信号のブロックアクティビティを計算してバッファメモリーの占有量とあわせて制御の基準とする例が多いが、筆者らは制御の信頼性をより向上させるため、局部復号器を 2 組設けて歪みを直接参照するフィードフォワード/フィードバック混在型の制御方式を採用している。

4.6 可変長符号化

動きベクトルの差分および指定されたスキャンニングパスの順に量子化された後の非零係数と零係数のラン長に対し、B2 コードを適用する方式が採用されている。

動きベクトルの差分については、差分値 0 から ± 31 に対して最短 2 ビット、最長 14 ビットの符号が用いられる。また ± 1 から ± 733 までの非零係数と、0 から 63 までの零係数ラン長に対しては最短 2 ビット、最長 18 ビットの符号が、EOB も含めて 3 者を混在させる形式で割り当てられている。

装置化は、最長符号長の長さの割には容易に行えた。

4.7 誤り訂正

伝送媒体やシステムに応じて決められるべき項目として、標準に含めていない方式もあるが、勧告 723 においては GF 2^8 [255, 239] リードソロモン符号の適用

が規定されている。この符号は、単体で最大 8 バイトの誤りを訂正することがきるが、勧告 723 ではこの符号を 2 相のインタリーブで適用して、単一のバースト誤りであれば最長 16 バイト、すなわち 128 ビットまでの訂正を可能としている。この符号の能力の限界まで訂正する場合、受信側の装置規模が極めて大きいものとなる。訂正能力を下げた装置化を容易とすることは可能であるが、符号化されたデータの誤りに対する弱さや、残留誤りが下流のシステムに及ぼす影響を考えれば、安易な簡略化は好ましくない。このため 8 バイト訂正が可能な LS1 を開発して使用することとした。

以上、符号化アルゴリズムとその一実施例である試作内容について、私見も含めて述べた。

今回割愛したネットワークインタフェース等については、勧告に詳述されているので、そちらを参照されたい。

画質については、CCIR のテストシーケンス等を用いた検討を行った。その結果はおおむね良好であったが、“Diva with noise”等、一部のシーケンスで障害が観測された。今後は、この種の圧縮が極めて困難な画像についての対応が最も重要な課題のひとつとなると考えられる。

(小島)

〔参 考 文 献〕

- 1) 岡村, 伊藤, 田中, 飯塚: “デジタル圧縮技術による小型軽量 SNG 装置の開発”, NHK 技研 R & D, **19**, pp.51-57 (May 1992)
- 2) H. Okamura: “Compact and light SNG unit based on digital compression technics”, International Broadcasting Convention, Amsterdam (July 1992)

さ さ き のぶき
佐々木 信之 昭和 51 年, 東京大学大学院電気工学専攻修士課程修了。同年, (株) 東芝に入社。放送局向けスタジオ機器の開発・設計に従事。正会員。

おかむら ひろし
岡村 浩志 昭和 39 年, 早稲田大学理工学部卒業。昭和 34 年, NHK に入局。技術研究所にて双ループアンテナ, ファクシミリ放送, 文字多重放送の開発を担当。昭和 56 年より, 技術局にて無線伝送設備, デジタル圧縮装置の整備, 開発を担当。現在, 同送信技術センターチーフエンジニア。正会員。

こじま ゆういち
小島 雄一 昭和 53 年, 千葉大学工学部機械工学科卒業。同年, ソニー(株)に入社。デジタル磁気記録の変復調方式および誤り訂正方式の研究, 高品質画像の高効率符号化方式の研究, デジタル SNG システムの開発, 勧告 723 コーデックの開発等に従事。現在, 情報通信研究所通信第一研究部に勤務。