

昭和 56 年度

電子通信学会情報・システム部門

全国大会講演論文集

[分冊 1]

一般講演

-
- | | |
|----------------|-------------|
| 1. 情報理論 | 5. 画像システム |
| 2. システム・制御理論 | 6. 生体情報処理 |
| 3. オートマトンと言語 | 7. 情報伝送システム |
| 4. パターン情報と人工知能 | |
-

シンポジウム

-
- | |
|---------------------------------------|
| S 1. S. C. フィルタ・C. T. D. フィルタ及びその応用回路 |
| S 2. 民生用マイクロプロセッサ LSI と音声処理用 LSI |
| S 3. VLSI 設計と VLSI 向きアルゴリズム |
| S 4. 高級言語マシン |
| S 5. 生体情報処理 |
| S 6. パターンの合成と表示(コンピュータトモグラフィを含む) |
-

昭和 56 年 10 月

S 2. 民生用マイクロプロセッサ LSI と音声処理用 LSI

- S 2- 1. 低電力消費 4 ビットマイクロコンピュータ.....○古賀隆俊・明石峰雄・荒木 稔(日電)
- S 2- 2. 不揮発性メモリを内蔵した 8 ビットシングルチップマイクロコンピュータ
.....○喜田祐三・沢瀬照美・萩原吉宗・高井厚志(日立)
- S 2- 3. アダマール変換による単語音声認識.....○大賀英文・藪内秀和・坪香英一・真弓和昭(松下電器)
- S 2- 4. 音声分析合成系の LSI 化の現状と将来.....板倉文忠(武蔵野通研)
- S 2- 5. 1 チップ音声合成マイクロコンピュータ
.....○大浦利雄・東福祐之・磯崎智明・滝 正晴・五十嵐初日出(日電)
- S 2- 6. 音成合成 LSI○平岡省二・二矢田勝行・森井秀司・加賀謙二・渡辺泰助(松下技研)

S2-5 1チップ音声合成マイクロコンピュータ

大浦 利雄 東福 祐之 磯崎 智明 滝 正晴 五十嵐 初日出
 (日本電気株式会社 集積回路事業部)

1. まえがき

現在、音声合成LSIとしてLPC方式、PARCOR方式、LSP方式、フォルマント方式、正弦波重畳方式、音素合成方式が発表されており、汎用のマイコンを使用した音素片合成方式も発表されている。また音声以外では擬音発生用、メロディ発生用ICもあるが、これらは全て音声専用、擬音専用、メロディ専用のLSI、ICであった。ここで発表する音声合成マイクロコンピュータμPD1770シリーズは演算・制御を実行しながら、音声・楽器音・擬音・効果音・メロディを低ビットレートで高品質に合成できるシングルチップ8ビットマイクロコンピュータであり、市場のニーズにマッチできるアーキテクチャとなっているので、広い分野に対応できる。

2. 音声素片合成方式

μPD1770シリーズの音声合成の原理を図1に示す。ROMに音声合成ソフト、音声データテーブルを入れ、順序テーブルに従って正規化音声素片、エンベロープ、ピッチデータが順次読み出される。ピッチデータによってサンプリング周波数が可変され、サンプリング毎に正規化音声素片とエンベロープデータを乗算して合成処理をしてD/Aコンバータに次々と出力して音声等を合成する方式で、サンプリング周波数可変方式の音声素片合成方式である。音声データの形で全ての音声データをサブルーチン的に何回も使用でき、エンベロープやピッチもレートを変える事により自由に時間軸に対し可変でき、エンベロープのピーク値も可変できるので、他の音声合成方式に対して高データ圧縮率の低ビットレートで高品質に音声等を合成できる。

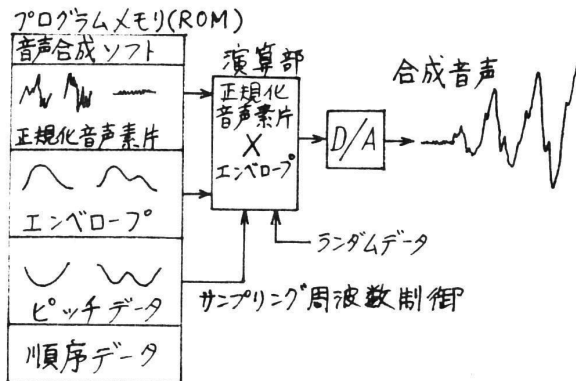


図1. 音声合成の原理

3. 本システムの音声素片合成方式の特徴

- 全てソフト処理で合成するので音声合成の自由度が大きい。
- 音声・楽器音・擬音・効果音・メロディの合成を演算・制御を実行中でもできる。
- 0.2k~5k bit/secの低ビットレートで高品質の音声合成が可能で、法則合成により100ビット/秒の超低ビットレートが可能。
- 女声の方が男声より約1オクターブ高いので1音声素片当りのサンプリング数が半分になり、同じ音質なら男声よりも多く合成できる。
- ROM容量が大きくなるに従って音声データの使用頻度が多くなりデータ圧縮率が良くなる。図2にROM容量に対する音声合成文字数と音声合成時間の関係を示します。音声合成文字数及び時間はROM容量の小さいところではROM容量の2~2.5乗に比例し、ROM容量の大きいところではROM容量の1.5~2乗に比例する。

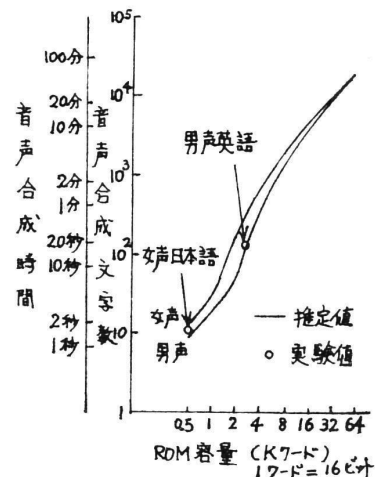


図2 音声合成量

4. 音声解析手法

音声を無音部・無声子音(ノイズ)部・有声音(トーン)部に分け、無音部はその時間長を求め、無声子音部はその時間長とエンベロープとノイズ部の一部を無声子音素片として求める。有声音部は1波形毎に現われる1波形中の最大値を探し、最大値の間隔からピッチを求める。最大値から時間軸に対し逆戻りして最初に零交差する点を1周期波形の境界とし、1周期波形をピーク値が f_{FH} または f_{FH} になるよう正規化し、時間軸に対してもピッチ周波数範囲と分割モードによって8, 16, 32, 64分割のいずれかになるよう正規化し、類似度計算によって正規化音声素片を登録する。そしてそのくり返し波形数も求める。エンベロープに対してはピークの最大値を f_{FH} になるよう振幅に対し正規化し、所定の時間毎または波形数毎に求め、差分データとしても求める。ピッチに対しては合成チップの発振周波数との関係より分周比を求め、時間毎または波形数毎の分周比を求める。初期値及び差分データとしても求める。エンベロープやピッチの差分データはできるだけ共通化してデータの圧縮を計り、音声を順番に合成するための順序テーブルを作成する。

5. ハードウェアの特徴

- シングルチップ8ビット音声合成マイクロコンピュータ
- 187種の強力なインストラクション (ROM外付型は191種)
- インストラクションサイクル 1.54μs (fosc = 5.2 MHz)
- サンプリング周波数 最大20KHz (同上)
- プログラムメモリ ROM内蔵型は64kbitまで内蔵可能
ROM外付型は1Mbitまで外付可能
- データメモリ 64バイト
- 8ビットのALU
- 8レベルのスタック (スタックエリアはRAMの一部)
- 内部16ビットのデータバス
- 内部3種(トーン/ノイズ/タイム)と外部1種のインターラプト
- スピーカーを直接駆動できる9ビットのD/Aコンバータ
- 音声最大出力(32~64Ω負荷) TYP. 200mW
- 外付ボリュームにより直接に音声出力の可変が可能
- AMP外付も可能
- WR, RD信号を入出力でき合計4種類のI/Oポート機能をもつ多目的8ビット2組のI/Oポート
- 他のマイコンやCPUからのコントロール可能
- 周辺デバイスへのコントロール可能
- マルチCPU構成可能
- 表示及びキーマトリクス構成可能
- クロック発振回路内蔵
- 5Vまたは6V単一電源で動作

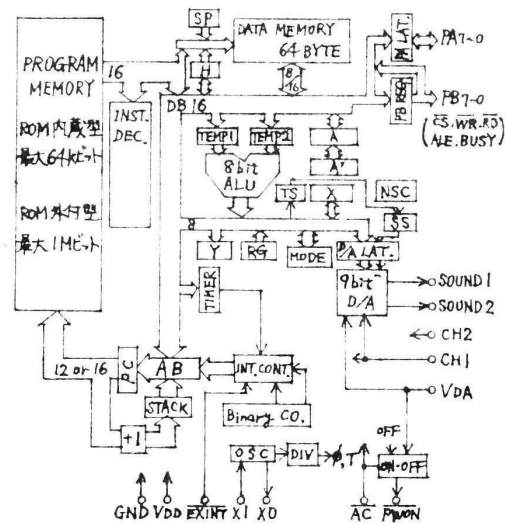


図3 μPD1770シリーズのブロック図

6. アーキテクチャ

図3にμPD1770シリーズのブロック図を示す。処理速度を高速にするためにROMの1ワードは16ビットにした。RAMは32バイトまで直接アドレッシングが可能で、更に16組の16ビットのペアレジスタとしてテーブル参照アドレスをストアできる。処理速度を高速にするためRAMのリード・ライトは16ビットと8ビット両方で行なう。演算部は乗算処理等の演算を実行する。

7. 命令体系

命令は全て16ビットの1ワード命令でほとんどが1マシンサイクルで実行するので非常に高速で処理できる命令体系となっており、音声等を自由に合成できる。

8. デバイステクノロジと製品系列

μPD1770シリーズはN-ch Si gate E/D MOS技術で製造した。写真1はμPD1774Cのチップ写真でその素子数は36千個である。表1に本シリーズの製品系列を示す。

9. 音声合成実験

写真2に男声英語の「Ball three.」の合成音声波形を示し、写真3に写真2の部分拡大波形を示す。22語16秒の音声と4秒の効果音をROMの38kbitを使用して平均1.9kビット/秒の低ビットレートで高品質に合成できた。図2にその実験値を示した。楽器音・擬音・メロディも高品質に合成できた。

10. まとめ

本シリーズの音声素片合成方式によって低ビットレートで高品質に音声等を合成できる事が確認できた。コストパフォーマンスの良いものを開発することができた。

謝辞 当社課事業部長代理, 中沢事業部長代理, 遠藤部長, 青山課長, 武井課長, 天野課長, 藤高主任, 武川主任, 杉本主任, 矢島氏, 旭電機工業小坂氏, 他関係各位の方々に深く感謝の意を表します。

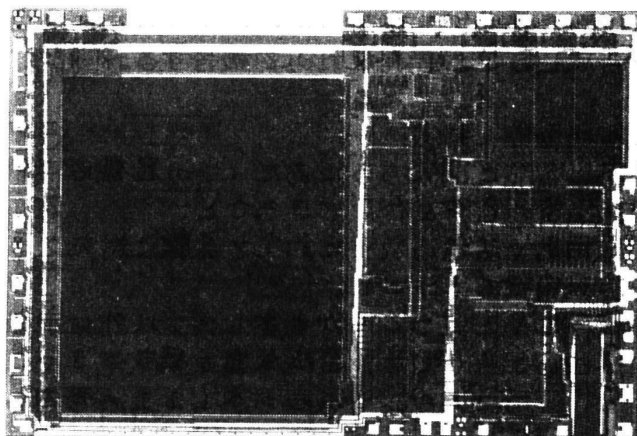


写真1. μPD1774Cのチップ写真(4.83×7.09mm²)

表1 製品系列

品名	タイプ	パッケージ
μPD1771C	8kbitROM内蔵型	28ピンモジュールDIP
μPD1774C	48kbitROM内蔵型	28ピンモジュールDIP
μPD1777G	最大1MbitROM外付型	64ピンモジュールQIP
μPD1770B	同上及びエパチップ	64ピンセラミックQIP

Ball three

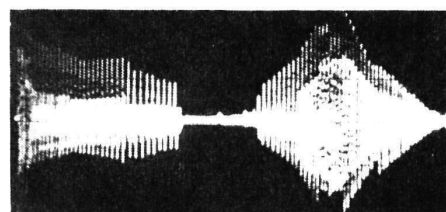


写真2. 合成音声波形 (この部分拡大)

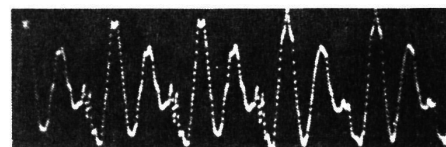


写真3. 部分拡大波形