

A V I R G

会 報

Vol.34 No.2 (2000.10)

発行：視聴覚情報研究会(AVIRG)

代表幹事：伊藤 崇之

〒157-8510 世田谷区砧 1-10-11

日本放送協会放送技術研究所

TEL 03-5494-2361

FAX 03-5494-2371

## . 7月例会報告

「フィルタバンク/ウェーブレットの理論と画像処理・認識への応用」

講演：長井 隆行 氏（電気通信大学 電子工学専攻）

報告：影広 達彦（日立製作所 中央研究所）

## 《概要と感想》

デジタル信号処理は、一般的なユーザーにとって直接意識されることが少なく、イメージし難い分野である。しかし、実際には昨今のオーディオやカメラのデジタル化、通信インフラの充実などの分野において、大きな役割を果たしている。最近流行りのシリコンオーディオやデジタルカメラなどは、膨大なデータ量を持つ音声や画像を格納し連続処理する必要があり、生データをそのまま扱うのは現実問題として不可能である。また、通信インフラにおいても、今後音声だけでなくインターネット接続などによりパケットが多量に飛び交うようになり、どれだけ現状の伝送帯域を有効活用するかが鍵となっている。このような分野では、入力信号に対し劣化を押さえつつ、出来るだけデータ量を減らして格納または伝送することが必須の技術となっている。

長井氏は、デジタル信号処理について、特にフィルタバンク、ウェーブレット理論の概念を解説し、その後、それぞれの理論を画像処理に適用した応用実験例を分かりやすく提示していた。

長井氏は、まず、フィルタバンクとウェーブ

レットの解説をしていた。マルチレートフィルタバンクは、信号をバンド毎に分け、情報量の多いバンドには多くのビットを割り当て、信号帯域の有効活用を図っている。また、ウェーブレットには、マザーウェーブレットと呼ばれるベースとなる関数が存在し、この関数自身が伸び縮みして基底関数を構成する。これにより、入力信号を展開することで、最適な時間・周波数解析を実現する。長井氏の主張によると、ある意味、ウェーブレットもDCTも一種のフィルタバンクであると述べていた。本質的には、入力信号を分けて、情報量の多い部分と少ない部分それぞれに最適なビット量を割り当て直すことに変わりはないと言う主張と思われる。このようにデジタル信号の効率的な圧縮に対する多様なアプローチが、本質的に根源が同じであるという観点が興味深く感じられ、今後この分野においてまだまだ新しいアプローチが提案されていく予感がした。

次にフィルタバンクとウェーブレットを画像処理・認識に適用した応用実験例を示していた。

まず、DCTとフィルタバンクとウェーブレットそれぞれを画像圧縮に適用した実験結果を

見せていた。長井氏によると、同じビットレートで比較した場合、DCT、フィルターバンク、ウェーブレットの順に画像が綺麗であると述べていたが、プロジェクターの画像再現性の限界により、顕著な差は聴講者たちに感じられなかった。また、画像を圧縮する際に、画像全体をまんべんなく処理するのではなく、人間の注目を意識しながら、圧縮率を変動させる手法を検討していた。長井氏の実験では、固有顔を用いて画像中の顔領域を抽出し、その領域のみ重み付けして高精彩に再現していた。ただし、本手法だと従来の画像再現性の定量的評価では、一般的に圧縮した場合より悪くなる。そのため、人間が見た場合の主観的評価を適用し、本手法の正当性を実証したいと述べていた。報告者個人の観点では、確かに注目領域が詳細になっているように見える事は確認できたが、実際にビットレートを変化させていった時の画像の劣化度を比較していくと面白いのではないかと思った。また、実画像から顔領域を抽出する計算コストは実用としては無視できないレベルであると思われる。そこで、ポートレート等の場合には注目領域は画像中心である可能性が高いので、中心領域に重み付けするだけで通常の画像では実用上有用であるかもしれない。

次に景観画像から看板領域を抽出する目的のために、ウェーブレットを用いた実験の説明があった。本手法は、まず入力されたカラーの景観画像をHSV空間でクラスタリングし、複数の看板領域の候補を生成する。次に、それぞれの

領域候補位置において、入力画像をウェーブレット変換して得られた値を9次元の特徴量として抽出していた。この特徴量が看板領域であるか、それ以外かをニューラルネットワークで学習し、複数の候補領域から選別を行っていた。まだ少量サンプルの実験で精度を厳密に測定できていない事と、処理時間が膨大である事が問題であると話していた。

質疑応答では、活発な議論行われ、実際にフィルターバンクやウェーブレットを画像処理に適用した際の処理コストに興味を持つ方がいた。また、看板画像領域の抽出で、ウェーブレット変換により得られた多次元の特徴量における意味を質問されていた。長井氏はニューロを用いて特徴量を学習していたが、実際得られた特徴量の意味を検討すると何か新たな知見が生まれるのかも知れない。

本講演では、フィルターバンク、ウェーブレットを解説し、適用例を示すことにより、デジタル信号処理の実感を得ることが出来た。画像を2次元の信号の固まりとして見たとき、様々なアプローチがあり、また信号を変換する事によりデータ圧縮や有用な情報の抽出が可能であることが理解できた。このような信号処理は綺麗な論理として抽象化されており、実際に何が起きていて、出力過程は何を「意味」するのか直感的に理解することは難しい。本講演は、論理的に裏付けられた信号処理の「意味」を考える非常に良い機会になったと思う。

## 「集積回路DA概論」

講演：大豆生田 利章 氏（群馬高専 電子情報工学科）

報告：川田 亮一（KDD 研究所）

### 《概要と感想》

本講演では、近年、画像認識などをリアルタイム化する上で大きな役割を果たしている、集積回路の設計技術に関してわかりやすい説明がなされた。DAとは、Design automationの略である。この集積回路の自動設計の目的は、次のようになる。

- (1)大規模化
- (2)LSI化
- (3)高速化
- (4)開発期間短縮。

まず、最近のLSIの構成の種類について説明があった。これには、次の3種類ある。

- (1)ゲートアレイ
- (2)セルベース(スタンダードセル)
- (3)フルカスタム。

まず、ゲートアレイ方式は、トランジスタをあらかじめ作っておき、設計者は、その配線を行なう。セルベース方式では、ライブラリ化されたセルを使用し、そのセルの配置と、間の配線を設計者が決定する。最後のフルカスタム方式は、全てを設計者が決定するため、高性能化が可能であるが、最も手間がかかる。今回の講演では、以後、セルベース方式について詳述された。

具体的な設計工程について説明があった。仕様は人間が作り、工程の要素は、レイアウト設計、製造、テストとなる。設計の要素は、大きく分けて、次の4種類となる。

- (1)回路設計(セルパタン設計)
- (2)論理設計
- (3)論理合成
- (4)順序回路合成

まず、回路設計は、カウンタなど、一つのセルライブラリを作る工程である。トランジスタレベルから始まり、レイアウトパタン設計、マスクパタン設計、設計規則検証、電気的特性検証、論理接続検証により完成する。

次に論理設計は、ゲートレベルによるもの、adderなどの機能レベルによるもの、LSIの使い方などの実装レベルによるものがある。特に機能レベルによるものは、HDLによる高位合成で実行可能である。HDLには4種類あり、本講演では、VHDLによる例が説明された。従来のC言語などのプログラミング言語に似た構文で、LSIが設計できることが述べられた。

論理合成では、まず、2段論理展開(2段論理簡素化)が重要である。これは、全ての組合せ回路は、ANDとORの2段で表現できるというものである。ところがこれによると、一般にはゲート数が非常に多くなるため、現実的ではない。そこで、論理多段化が行なわれる。また、使用可能セルとの比較すなわちテクノロジーマッピングも重要であることが述べられた。

さらに順序回路合成について説明があった。順序回路は、組合せ回路とことなり、メモリ(記憶素子)が入るため、その動作は複雑である。こ

のため、論理合成に比べ、研究はまだこれからの段階である。状態簡約化や状態割当の方法が、研究のポイントとなるとのことである。

次に、シミュレーションの必要性について言及された。

シミュレーションには次の4種類がある。

- (1)論理シミュレーション
- (2)タイミングシミュレーション
- (3)回路シミュレーション
- (4)故障シミュレーション

論理シミュレーションは、ハード化する前に、デバッグのために行なう。また、タイミングシミュレーションでは、遅延をチェックする。遅延は、ゲートスイッチングや、負荷、配線抵抗/容量により決定される。入力信号やクロックのタイミング(スキュー)を調べる上で、遅延評価は非常に重要である。これはそのLSIの動作速度に直結する問題である。さらに「回路シミュレーション」では、アナログ的な動作を確認する。最後に、故障シミュレーションとは、内部の故障時の出力を予測するためのものである。

次に、レイアウト設計によるセル配置について、さらに詳しい説明がなされた。順序としては、まず初期配置が行なわれ、その後、配置改善をする、という2段階の手法がとられる。初期配置では、次の2種類の手法がとられる。

- (1)クラスタリング
- (2)ミニカット

クラスタリングでは、論理的結合度の高いもの同士をまとめる。また、ミニカット法では、セル集合を切ってみて、その切線を跨ぐ配線の数が少なくなるようにする。ここでは、グラフ理論を応用しているとのことである。

次に、配置改善の段階では、次の3種類の手法がとられる。

- (1)ペア交換
- (2)重心緩和法
- (3)ネットバランス

ペア交換法では、入れ換えてみて線長が短くなればその入れ替えを確定する。重心緩和法とは、ペア交換のヒューリスティック法であり、あるセルを、それに接続されている全セルの重心に移動するというものである。一方、ネットバラン

手法とは、これらを 1 次元的に試みる方法である。

次に、実際のレイアウト配線について説明があった。これは、次の 3 段階からなる。

- (1) グローバル配線
- (2) トラック割り当て
- (3) 詳細配線

グローバル配線で、まず全体的に配線を行なう。

次に、トラック割当では、なるべく配線の面積を減らしセル面積を増やすべく、セル間の配線用トラックを割り当てる。トラック割当が横線の割当なのに対し、詳細配線では、実際にセルに達する縦線の配線を行なう。これが一番時間がかかることである。この配線に関しては、光ファイバの FTTH (fiber to the home) を連想し、興味深かった。すなわち、FTTC (fiber to the curb) 迄は、比較的安価に実現できるが、そこから実際に家庭に光ファイバを引き込む作業が一番大変であることと、アナログがとれていると思われる。

次に、集積回路のテストについて、詳述された。これは、講演者の専門分野でもある。テストには次の 3 種類がある。

- (1) 機能テスト
- (2) AC 特性テスト
- (3) DC 特性テスト

機能テストとは、ロジックテストのことである。AC 特性テストでは、入出力のタイミングをチェックする。DC 特性テストでは、非動作時の電力消費がないかチェックする。また、故障の種類としては、次の 3 種類がある。

- (1) ショート / ブリッジ (短絡のこと)
- (2) オープン (断線のこと)
- (3) トランジスタの常時オンまたはオフ (トランジスタが故障していること)

この故障のモデル化手法として使用されているのは、単一縮退故障モデルであり、故障によりゲートの出力が固定化することを仮定している。逆に、これ以外のモデルを使用しようとすると、

複雑過ぎて困難となる。今後の研究テーマとなっている。また、故障検出法としては、組合せ回路用はいろいろあるが、順序回路用は研究段階とのことである。これは大豆生田氏の研究テーマの一つでもあるとのこと。

故障シミュレーションの方法としては、並列法、演繹法、コンカレント法の 3 種類がある。あらかじめ故障を想定して、それにより差が出るようなパタンを入力するのがポイントとなる。今後、テスト容易化設計手法が重要となることが述べられた。この手法としては、次の 4 種類がある。

- (1) アドホック法
- (2) より系統的な分割手法
- (3) 構造的な手法 (4) BIST 法

アドホック法とは、観測点や制御点を追加したり、カウンタを分割したりする手法である。より系統的な分割手法では、マルチプレクサや、バスを使用することにより、テストの単位となる回路規模を小さくすることがポイントとなる。構造的な手法では、スキャンデザインがポイントとなる。最後の BIST 法は、他の 3 つとは考え方がことなり、回路の中に、自己診断用の回路を埋め込んでしまうという手法である。正常時の期待値も、内部メモリに入れておく。

さらに、今後の研究テーマとして、テスト容易化合成が説明された。これは、現在のように、設計とテストを分けて考えず、はじめからテストのことを考えた設計をするということである。

以上、非常に懇切丁寧な解説をしていただいたおかげで、LSI 化の実際を良く理解することができた。大豆生田氏には遠いところお越しいただき、非常に感謝している。もし時間に余裕があれば、氏御自身の研究についても、さらに深い説明をお聞きしたかったところである。

普段、我々は主にアルゴリズムの研究開発をしているわけであるが、この講演を聞き、実際にハードウェア化を前提としてアルゴリズムを考えることの重要性を再認識した次第である。

## 10月例会予定

10月の例会は、

日時：10月5日（木）14時～17時

場所：東京大学工学部 6号館 2F 63号講義室  
で開催します。

テーマは、『音声・言語処理，知識処理』です。  
講演は，以下の2件を予定しております。

### 「東芝の不特定話者音声認識技術と その応用」

講演者：正井 康之 氏

（株）東芝研究開発センター）

連続音声の認識が実時間で可能となり，PCをはじめホームコンピュータや携帯機器のインタフェースとしての音声の利用が現実的なものとなってきた。東芝がこれまで実現してきたPC向け音声認識ソフトウェアやマルチメディア教育端末などの音声認識応用製品事例を紹介し，東芝の不特定話者音声認識技術の特徴を説明する。また，ディクテーションの特定分野へのタスク適応実験結果を報告し，連続音声認識の応用拡大の可能性を考察する。

当日は実機によるデモを予定。

#### 《参考文献》

- [1] 松浦博他：「東芝の音声認識製品化への取り組み」，情処研究報告2000-SLP-32，pp39-40（2000）
- [2] 新田他：「複合特徴平面（MAFP）に基づく音声特徴抽出」，信学技報，SP98-21，pp57-64（1998）

### 「NHKニュース音声認識システム」

講演者：今井 亨 氏（NHK）

NHKでは毎晩7時のニュースの一部で，音声認識を利用した字幕放送を試行的に行っている。これは，生放送のスタジオ・アナウンサーの音声をリアルタイムで音声認識して，誤りがあれば即座に人手で修正しつつ字幕を作成するものである。ニュース音声認識システムは，アナウンサー用に学習された音響モデル，最近のニュース原稿に適応化された語彙と言語モデル，音声からの遅れを最小限に抑えて認識結果を確定するサーチエンジンなどを特徴としている。本講演では，本システムの概要と各要素技術について解説する。

#### 《参考文献》

- [1] 今井亨，小林彰夫，尾上和穂，安藤彰男，“ニュース番組自動字幕化のための音声認識システム”，情処学音声言語情報処理研報，23-11，pp.59-64，Oct.（1998）
- [2] 後藤淳，今井亨，清山信正，今井篤，都木徹，安藤彰男，磯野春雄，“ニュース音声認識結果のリアルタイム修正装置”，信学総大，A-15-15，pp.293，March.（2000）
- [3] 小林彰夫，今井亨，安藤彰男，中林克己，“ニュース音声認識のための時期依存言語モデル”，情処学論，Vol.40，No.4，pp.1421-1429，Apr.（1999）
- [4] 今井亨，小林彰夫，佐藤庄衛，安藤彰男，“逐次2パスデコーダを用いたニュース音声認識システム”，信学技報，SP99-129，pp.85-90，Dec.（1999）

## ～ 会員登録情報の変更のお願い～

AVIRG会員の御所属，会報送付先など登録情報に変更がありましたら，お手数ですが以下のいずれかにご連絡ください。

（財）日本学会事務センター 会員業務係

電子メール（2000年度中） avirg-member@vision.STRL.nhk.or.jp（AVIRG幹事宛）

（注）会員の確認のために，御氏名とともに，必ず会員番号を明記して下さい。

会員番号および学会事務センターの連絡先は会報郵送時の封筒に印刷されています。