

本演算セットは数学的な完備性を検討すべきかもしれない。しかしながら画像処理への応用であれば、線形/非線形、可逆/不可逆とりまして、適当に数がそろっていればよいのである。大体、いまの画像プロセッサのモジュールはその程度のものなのだから…。

光コンピュータの実現はまず画像から、その基本演算は光学技術に都合のよい空間演算（いまさらフーリエ変換じゃ困るが）で…というのが小論の主張である。光学側の事情をまったく考慮しない一方的なラブコールであ

るが、光学技術者への激励の一端となれば幸いである。

文獻

- 1) 坂上勝彦, 木戸出正継: イメージプロセッサの最近の動向. 電子通信学会誌, 67 (1984) 90.
 - 2) 田村秀行, 坂根茂幸, 富田文明, 横矢直和, 金子正秀, 坂上勝彦: ポータブル画像処理ソフトウェア・パッケージ SPIDER の開発. 情報処理学会論文誌, 23 (1982) 321.

(1984年10月8日受理)

ICO-13 “Optical Computing” から

德光純

キヤノン(株)中央研究所光技術研究部 〒152 東京都目黒区中根 2-2-1

ICO-13 (The 13th Congress of the International Commission for Optics: 第13回国際光学委員会総会)は8月20日から24日まで札幌において開催された。会議全体の様子についてはすでに本誌1984年第5号に紹介されているがここでは今回の会議の主要なテーマの一つであった optical computing に関する発表について報告する。

Optical computing のテーマには二つのオーラルセッションとポスターセッションの一部が当てられ、計 22 件の発表が行なわれた。また Post Deadline Papers の中にも関連したものが数件見られた。それ以外にもオープニングの二つの特別講演のうちの一つが Goodman (Stanford Univ.) の optical interconnection についてのものであったり、他のセッションの発表でも optical computing との関連に言及するものがいくつかあるなどこのテーマに強い関心が向けられていることが感じられた。

発表全体の傾向をつかむために Optical Computing のセッションの 22 件の発表の分類を行なってみると、まず国別では米が 13 件と半数以上を占めよくいわれるようこの分野で圧倒的優位に立っていることを窺わせる。日本からは 3 件であり、他は西独、仏、中国からそれぞれ 2 件ずつの発表であった。内容について分類するとテーマとしてはコンセプト、論理演算、マトリックス演算、空間光変調器、(空間光変調器以外の) デバイス、(フィルタリングを中心とした) 光学情報処理の六つに分けられるのではないかと思われる。このなかで特定

テーマへの集中は顕著ではなく各テーマともおよそ4件前後の発表であった。もちろんおののおのの発表が明快にこの分類に従っているわけではなく、また二つ以上のテーマにまたがっているものも多い。以下に optical computing 関連の発表の内容を各テーマごとに紹介したい。

コンセプトに関して米より3件の講演があった。1件は先に触れた Goodman の特別講演であり、電気で問題となっている interconnection を光を用いて行なうとの提言であった。光による interconnection はすでに LAN や光ディスクで実現されており、問題は LAN からチップ内に至る階層のどこまで浸透できるかでありとりわけチップ内の interconnection が最もインパクトがあると述べた。その具体的な形態として Si と GaAs を別々に集積化したハイブリッド形とヘテロエピタキシーにより Si 上にバッファを介して GaAs を成長させるモノリシック形を示した。Sawchuck (Univ. of Southern California) による招待講演は論理ゲート、デバイス、interconnection、アーキテクチャ、アルゴリズムに関する総説で I/O, CPU, メモリー間が並列に interconnection されている非ノイマン形光コンピュータの構想を示した。ゲートアレーには液晶ライトバルブやその他のしきい値型デバイスを用い、interconnection は計算機プログラムで実現する。Huang (AT & T Bell Labs.) は “Optical Digital Computers?” という疑問符つきのタイトルで光コンピュータ実現の可能性について講演した。やはり光による interconnection が重要で

あるとし、論理ゲートについても光双安定素子が入出力の信号とも光の強度であるために多段接続が可能で有望であると述べた。光コンピュータの一構成法として論理ユニット、メモリー間を並列に interconnection しパイプライン方式で動くプロセッサのアーキテクチャを示した。

このようにまとめた形でコンセプトについての話を聞け、またその内容が光による interconnection の重視や並列処理プロセッサの提案などの点で多くの共通認識が見い出されたことは今回の会議のなかで筆者にとって最も印象的なことであった。

論理演算については Jewell ら (AT & T Bell Labs.) が多重量子井戸構造の GaAs によるファブリペローエタロンを用いた、最初のチューニング状態に従ってプローブ光出力が入力光のさまざまな論理関数の出力となる素子を発表した。この素子はパルス動作で動くために消費電力が少なく (3 pJ 以下)、熱的に安定である。Imai ら (北大) は同じく光による材料の屈折率変化を利用してマッハツェンダー形の干渉計を用いて種々の論理演算が行なえることを示した。また Tanida ら (阪大) は投影光学系による並列論理演算がアレイロジックに類似していることに着目し近傍論理演算が実行できる並列光演算ユニットを提案した。論理演算からアーキテクチャへ展開する試みとして注目される。

米では大量のデータの処理のためのマトリックス演算の研究が盛んであるが今回もいくつかの発表があった。

Lee ら (Naval Research Lab.) は直交変換等で必要となる三つのマトリックスの乗算を行なう方法を 3 種類示し、そのうちの一つを用いて文字等のウォルシュ・アダマール変換を実行する実験を行なった。また逆にその係数より元の文字を再生する実験結果も示した。Psaltis ら (Caltech) は同じ大学の Hopfield が提唱した神経系のモデルを光学的に実現し連想メモリー、パターン認識等に応用する提案を行なった。データ (ベクトル) の記憶をいったん外積を発生させてから行ない、読み出しは不完全なデータをその外積に乘じ結果をしきい値処理した後それをまた外積に乘じるという過程を繰り返すことによって正しいデータに収束した結果が得られるというものである。マトリックス演算器あるいはホログラムとしきい値型デバイスの使用で光学的に実行できる。

空間光変調器に関しては Psaltis らから BSO の光誘起屈折率変化を利用した素子が報告され、Kottas ら (MIT) からはマイクロチャネル形空間光変調器を用い

て非線形処理を含む幅広い処理が実行できる光回路の構成が示された。また Minoura ら (キヤノン) は液体の熱光学効果を利用した新しい電気入力形の空間光変調器を発表した。これはヒーターアレイによって生じた液体の各部分の屈折率変化をシュリーレン光学系で強度変化として読み出すものでシャッターアレイやディスプレーへの応用が考えられている。

その他のデバイスとしては Ishihara ら (電総研) から光信号で制御する光演算器の提案があった。光演算器は Ti を拡散した LiNbO₃ を用いた光導波形のものでありこれが基板上に作製されたアモルファス Si 光検出器に外部から光信号を与えることによって制御される。信号を外部から 2 次元的に与えるという構成は Goodman の唱える optical interconnection のコンセプトに沿うものであり具体的な実現法を示した点で注目される。

光学情報処理は現在の optical computing の研究の状況の中では傍流となりつつある感もあるが発表件数は比較的多く Marom ら (Hughes Research Labs. 他) の光と電気のハイブリッド処理による ρ フィルターの実現や Duthie ら (U.S. Army Missile Lab.) の偏光を利用して空間光変調器の検光子を通常とは異なる方向にセットすることによってフーリエスペクトルの 0 次成分等のノイズを抑える方法などには興味を引かれた。

その他光双安定のセッションにおける発表であるが Smith ら (Heriot-Watt Univ.) は招待講演のなかで InSb を用いた光双安定素子の最近の実験、同一チップ内の二つの素子を接続させた動作実験、インコヒーレント光によるスイッチング、干渉フィルターを用いた可視光による光双安定性の確認等について述べ、最後に結論として Optical Computer Possible と書かれた図を示して注目を集めた。

以上のセッションとは別に会期中に応用物理学会光学懇話会光コンピュータ研究グループ主催で optical computing に関するインフォーマルミーティングが主催者側も驚く約 90 名という参加者を集めて開かれた。研究の現状の紹介あり、新しい提案ありで研究者間相互の親睦を深め、optical computing に対する認識を新たにするのに大いに役立ったと思われる。

ICO-13 ほどの大きな国際会議ともなると開催の関係者の方々のご苦労は並々ならぬものがあったと思うが、無事成功に導き、optical computing 発展ための貴重な場を提供していただいたことに改めて感謝したい。