



Topical Meeting on Optical Computing

参加報告

徳 光 純

キヤノン(株)研究開発本部中央研究所 EO 研究部 〒243-01 厚木市森の里若宮 5-1

Second Topical Meeting on Optical Computing (OSA 主催, SPIE 共催) は 1987 年 3 月 16 日から 18 日まで米国 Nevada 州 Incline Village において開催された。会場は第 1 回目 (1985 年 3 月) と同じく保養地として知られる Tahoe 湖のほとりの Hyatt ホテルであり落ち着いた環境 (casino を除けば) の中で熱心な討議が展開された。最初の 2 日間の oral session と poster session で約 70 件の発表があり、最終日には続いて行なわれた Topical Meeting on Photonic Switching と合同の plenary session において 4 件の講演が行なわれた。発表の約 70% は米国からのものである。日本からは 4 件の発表があった。大学からの発表が多く UCSD, Caltech, USC, Erlangen 大といったところが多数の発表を行っていた。参加者は約 400 人と盛況で日本からも約 30 人の方が参加された。

発表テーマについて見ると optical computing がまだ基礎研究の段階であり、さまざまな方向への探索が続けられていることの反映として特定テーマへの集中は顕著ではないが光インターコネクションに関する発表の比率が多くなってきているというのが筆者の印象である。20 件近くの発表が直接光インターコネクションを扱っていたと思われた。次いで多かったのが光双安定素子を中心とする光論理素子に関するもので photonic switching の meeting のほうでも関連の発表がいくつか見られた。光ニューラルコンピューティング、シンボリックサブスティテューションは比較的新しいテーマであるが多くの論文が集まり新分野開拓の意気込みを感じさせた。以下に上記のテーマおよびその他の発表、日本からの発表を順に紹介する。

光インターコネクションは Goodman (Stanford 大) の提唱以来 optical computing の研究の中でますます重要な一分野となりつつあるが今回の meeting もまず Goodman の招待講演から始まった。Optical computing の歴史を概観し 1984 年からの 10 年を optics in digital computing の 10 年と規定した後光インターコネクションについて述べ、インターコネクションの階層

構造の中でもモジュール間、ボード間、チップ間のレベルで今後光技術が導入される見通しがあるとした。ただし全光形のコンピュータの早期実現には懐疑的なようであった。光インターコネクションの一つの動向として電気の並列計算機や通信分野で研究されてきたインターコネクションネットワークを光を用いて実現しようという発表が今回目についた。Lohmann ら (Erlangen 大) はクロスバースイッチの次元を上げることを提案し、Lin ら (Texas 工科大) は 2 次元の Clos ネットワークの実現法を示した。Huang ら (USC) は光セルラープロセッサの結合をハイパーキューブネットワークで行なうことを検討し、VLSI では容易でない global なインターコネクションを含むネットワークが光で簡単に実現できる可能性があることを示した。また Murdocca ら (AT & T Bell Labs.) はゲート間の接続を完全シャッフルのような規則的なインターコネクション構成で行なっても演算は実行でき任意の接続パターンを実現する必要はないと発表した。

インターコネクションの実現手段としてホログラムが注目されており UCSD からはとくに電子ビーム露光機による作製に関して 3 件の発表があった。たとえば Farhoosh らは計算機ホログラムの各種コード化法を回折効率、SN 比などの基準を基に詳細に比較した。すべての項目で最良な方式はなく用途に応じて選択すべきであるとしている。

光論理素子については Gibbs (Arizona 大) が GaAs を中心とした半導体を材料とする素子について総論を述べた。 10^4 個の素子を 1 個当たり 40 pJ のエネルギーで 1 ns ごとに動作させれば 400 W のレーザーパワーで毎秒 10^{13} ビットの演算ができるという見通しを示した。Heriot-Watt 大の Smith のグループの Walker らは非線形干渉フィルターを論理素子として用いた光回路について報告した。三つの NOR 素子でループを作り 3 重並列 (1 素子当たり三つのゲートが動く) で動作させる回路、4 重並列のフリップフロップ回路などがデモンストレーションされている。この他光双安定素子の出入

力特性のドリフト、角度特性など地道な実験検討の報告がそれぞれ Campbell ら (Heriot-Watt 大), Cush ら (Plessey Research Caswell Ltd.) から報告された。

人間の脳を模して処理を行なおうとする光ニューラルコンピューティングは Caltech の Psaltis のグループが中心となっている。Abu-Moustafa は招待講演の中でニューラルコンピューティングは random problem に向くと述べた。Random problem というのは通常の数値演算のような structured problem に対する言葉でパターン認識などの簡潔、効率的な定義のできない問題を言う。Psaltis らはニューラルネットを体積型プログラムを用いて実現することを検討し、入出力を特定のドットパターンとすることで再生の際にクロストークがなくなることを見だし漢数字の入力からアラビア数字を読み出す連想メモリの実験結果を示していた。そのほか、この分野では学習の問題が関心を集めており Wagner ら (Caltech) を始め数件の発表があった。

AT & T Bell Labs. の Huang の開発したシンボリックサブステューションは AT & T Bell Labs. と Erlangen 大が人的交流を含め中心となって研究が行なわれている。Cloonan (AT & T Bell Labs.) は四つのシステム構成を考えて相互に比較し、フリップフロップを用いたシステムがより高速であること、系の柔軟性、必要なハードウェア量、処理速度などの間にトレードオフがあることを報告した。Huang は光デジタルコンピュータについての総論の中で多数の画素から成る処理結果を示し実際に光学実験で得られたことを強調していた。Brenner ら (Erlangen 大) はデータ画素に対して制御画素を与え簡単な規則を設定し処理を行なう方法を提案し、シフトレジスタ、レジスタ間の加算などの実現法を紹介した。同じ大学の Mait らは実際に光学的に実行する方法を検討し入力のレプリカを発生させる手段として位相型のプログラムを使うことを中心に発表した。

その他の発表の中で興味深かったものを二、三紹介したい。この種の会議では電気のコンピュータの研究者を招くのが通例となっているようであり、今回はそれぞれシストリックアレー、Connection Machine の開発で知られる Kung (Carnegie-Mellon 大) と Hillis (Think-

ing Machines Corp.) の講演などがあつた。Kung は開発中の Warp という名のプロセッサについて述べ、Hillis は理想的なコンピュータの要件を論じた。日本においてもコンピュータ分野の研究者との交流がより盛んになることが望まれる。

ソビエトにおいて optical computing の研究が盛んであるとはしばしば耳にするところであるが Rhodes (Georgia 工科大) は 1986 年に Novosibirsk で開かれた optical computing の meeting に参加したときの様子を報告した。交歓風景の写真を交えて、光ファイバーのコア間のカップリングを利用した入力光強度に依存する光スイッチなどの研究の紹介を行なった。Good people and ideas としており好感を持ったようである。

日本からの発表のうち3件は poster session における発表であった。Ojima (日立) は Arizona 大, Michigan 大のグループとともに半導体レーザーで動作する NOR ゲートを開発しフェラデーローテータによるアイソレータの使用により動作が安定することを報告した。Ikeda ら (筑波大, 電総研, 日工大) の発表は並列光論理演算に必要な入力のコード化法に関するもので入力画像とグレーティングを干渉計で合成することによりコード化する方法を提案し実験結果を示した。筆者らは CCD, バイモルフなどを用いてビデオレートでフィルタリング処理を行なう光並列画像処理の実験結果を発表した。Yasui ら (NTT) は plenary session において光交換の展望に関して総論を述べ今後の可能性として空間分割、高速時分割、超高速時分割、2次元画像交換の各方式が考えられるとし多くの例を紹介した。

本 meeting は今後隔年で米国で、その間の年はその他の国で開催の予定である。来年はフランスの Toulon で8月30日より ICO (International Commission for Optics) の topical meeting として開かれることが決まっております。1990年には日本で開催するよう希望が出されている。

最後に紙面の制約のためマトリックス演算、空間光変調器などの重要な発表について省略させていただいたことをお断りしたい。

(1987年5月8日受理)