



昭和61年度光学懇話会北海道講演会報告

今井正明

北海道大学工学部数物系共通 〒060 札幌市北区北13条西8丁目

光学懇話会関係の講演会が東京近郊以外で行なわれるのは関西講演会に次いで2番目であり、この北海道講演会を実現するのに光学懇話会前幹事長大頭仁氏、現幹事長南茂夫氏のご助力・ご援助を賜り、また前幹事大塚喜弘氏(北大工学部)のご努力が大であったことをお断りしておく。このような経緯により本年2月に第1回の北海道講演会を開催することができ、去る2月5日に応用物理学会北海道支部協賛として北大工学部で行なったので、主催者側から講演会の内容を報告したい。参加者は総数77名で、その内訳は北大教職員18名、学生・院生53名、道内(北大除く)4名、道外2名であった。講演会は光学懇話会北海道幹事今井の司会で始まり、筑波大学物理工学系助教授谷田貝豊彦氏による「光コンピュータとは一現状と展望」と地元の北大工学部教授村田和美氏による「ホログラムフィルターとその応用」の2件の講演があり、活発な質疑応答が行なわれた。

谷田貝氏は近年注目を集めている光コンピュータに関してその定義から、意義、現状と将来の見通しまで広範囲にわたって初心者にもわかるように平易にしかも最先端の分野まで興味深く講演された。まず、光コンピューティングとは光を使った情報処理あるいは演算という定義に始まりその研究の必然性にも触れた。たとえば地球観測衛星からのデータ処理においては現在の大型電子計算機でも実時間処理が不可能で、さらに高速のコンピュータが必要となる。また、光は本質的に空間的並列性を有しており、これと光のもつ時間的高速性を組み合わせることにより超高速のコンピューティングが可能になることが指摘された。しかし、この光コンピュータの実現には、光入力、プロセッサアレイ、光接続、メモリ、光出力に関する研究とそれらに伴う材料、デバイス、アーキテクチャー、アルゴリズムに関する両方からの総合的発展が不可欠である。以上のような概観に続けて、本題の内容としては氏自身の研究と関連深いアーキテクチャーについて詳細な説明があった。アーキテクチャーに関しては次の九つの分野が研究されている。

1. アナログコンピューティング
2. ニューラルネットワーク
3. パラレルシーケンシャルロジック
4. セルラロジック
5. 電気的チップ
6. 数値線形代数演算(剰余数等)
7. 並列アクセス光マスタデータベース
8. データフローシステム
9. 光スイッチシステム

このなかで、2.に関しては、脳の神経モデルであるホップフィールドモデルを光学的に実現しようとするもので、このために光接続をマトリクス表示している。光演算の得意な一つの分野はマトリクス演算であることから、このモデルの実現が容易に行なえることは興味深い。また、この方向の研究から人工知能における連想メモリ、認識、推論への発展も期待される。3.に関しては、並列論理演算の実行にLCLV(液晶光変調器)やMCP(マイクロチャンネルプレート)を用い、ホログラムを用いて光接続を行なう。これにより非ノイマン型で汎用のコンピューティングが可能となる。以上の講演の最後に物理学者ファイマン氏のジョークを引用して、「光コンピュータに関する研究はまさに街灯のまわりの目に見える所で落し物をさがしているに等しい(本当は暗い所に落し物があるはずだが)」と述べて氏自身の反省を込めて今後の研究の指針を示したことは印象深い。

一方、村田氏は一般の光学ホログラム(OH)の原理に始まり、OHと計算機ホログラム(CGH)の特徴や比較から種々の光学フィルタとしての応用まで幅広くかつ専門外の人達にも容易に理解できるように解説された。OHとCGHとの比較では、CGHは回折効率や空間・バンド幅積の点でOHに劣るが柔軟性に富むという利点から、ホログラムフィルタとしての応用ではCGHが多く使われてきているとのことであった。画像のアナログ演算においては、まず像の差処理、微分、相関演算への応用に触れた。次に像回復への応用では、逆フィルタとして用いることにより像回復が可能なることを多数の画像

写真を例にとり示した。マッチフィルタへの応用では、パターン認識の重要性からとくに興味をもたれている Vander Lugt フィルタの歴史から始まり、零周波数の抑圧と多重露光技術の導入により、入力像の大きさや方向を問わないマッチフィルタリングが可能となったことが説明された。さらに、反射形体積ホログラムの利用によりインコヒーレント処理におけるフィルタリングについても言及した。次に、入力像の強度分布の幾何学的変換についても触れて、これにはとくに CGH が適しているとのことであった。なぜなら、所望のホログラムフィルタにおける位相変化は一般に複雑であり光学的に作製することが困難なためである。また、谷田貝氏の講演でも話題に上った光接続への利用にも言及した。最後に、ホログラムによる像再生が波面変換に基づいていることに着目して、ビームスプリッターやハーフミラー、レンズとしての利用から、とくに収差の除去においては CGH の利用が有効であること、球面鏡の形状測定やホログラフィックなゾンプレートにも応用されていること等が示された。そのなかで、ゾンプレートはビームスキャナとしての利用が多く、波面曲率を補正したスキャナやダイオードレーザー用スキャナが提案されている。このようなホログラムフィルタの利用は、今後記録材料の進歩とともにコンピュータによるデジタル技術の発展と相まってますます増大するだろうとの期待をいだかせた。

講演会の後、学外者 2 名（筑波大 1 名、リコー 1 名）を含め約 15 名が参加して、応用物理学科村田研究室の見学を行なった。ポスターセッション形式で、七つの研究テーマについて各担当の教官、大学院生により説明が行なわれ、参加者から質問が数多く出された。一つは、文部省特定研究「光波利用センシング」のテーマである“干渉顕微鏡による微小位相物体の測定”に関する研究では、干渉計の構成光学素子であるケスタープリズムの配置や大きさ、面精度について質疑応答が集中した。二つめは、“非点収差法を用いた顕微鏡の自動焦点検出”

についての研究で、焦点誤差信号を受けて顕微鏡のステージを駆動するパルスモーターの精度や制御システムについての質問が出された。講演内容と関連するテーマである“最適化ホログラム光学素子の設計法”についての研究では、最適化した補正位相情報をどのようにして計算機ホログラムに記録するかとか、ホログラム光学素子の回折効率についての問題が議論された。さらに、最近各大学の光学研究室で頻繁に利用されている半導体レーザーを光源とした光学測定のうち“縞走査干渉法”と“周波数変調ホログラフィ干渉法”との研究が報告された。縞走査を行なうため、レーザーの周波数を変調する方法が要領よく説明され、参加者も興味をもったようである。最後に、デジタル画像処理の分野で、“生物試料の光学顕微鏡像の画質改善”、“低照度画像の相関処理”について、2次元ではなく3次元フーリエ変換法の手法を用いた画像処理の意欲的な試みが報告された。

今回の見学会の試みは、研究室間の垣根をとりはずし、興味ある研究分野について議論することができる等、有意義な企画であったと思われる。ただ、時間的な制約から十分議論を尽くすことができなかつた点だけは今後の反省としたい。

最後に多忙のなか、ご講演いただいた谷田貝助教授、村田教授に心より感謝の意を表したい。また、見学会では村田研究室の教官・院生各位にたいへんお世話になった。今回の北海道講演会が成功裏に終わったことは関係各位の熱意の表われであると同時に北海道における光学・電子工学研究者のオプトエレクトロニクスに対する関心の深さがあったためと考えられる。来年度以降も講演内容のバランスを考慮して、光学関係のみならず電子工学の分野の研究者・技術者も多数参加していただけるような講演会になるよう期待している。なお、本報告の内容に関しては北大工学部今井洋氏、石井行弘氏のご協力をいただいたことを付記して、両氏を含めて主催者側からの報告とする。

(1987年2月28日受理)