

神経回路網の光インターコネクション

武田 光夫

電気通信大学

〒182 調布市調布ヶ丘 1-5-1

生体系に類似した情報処理機構と高度な並列処理能力をもつ、人工的な神経回路網による新しいタイプの知的情報処理用コンピュータに対する期待はきわめて大きい。

シリコンを基礎とした VLSI 技術は、人工的神経回路網を実現するための最も現実的なアプローチである。TRW 社の Mark IV¹⁾ のような神経回路網の専用エミュレータや、VLSI 技術による Bell 研の神経回路網²⁾がすでに試作されはじめている。しかし、現在および将来において VLSI 技術の直面する最大の問題の一つは素子間の結線にあり、1個のニューロン素子当り数千から数万という多数の Fan-in/Fan-out が形成する膨大な数の結線を2次元的なシリコン面上の物理的な線路として実現するのは非常に困難である。そこで、限られた数の物理的線路を時分割的に利用する仮想結線が研究されているが、帯域幅が限られた電気的線路上の信号のトラフィック調整のオーバーヘッドコストが大きいため各ニューロン素子のスイッチング動作を高速にすることができず、計算速度が回路網の通信速度で決まってしまう、いわゆる「結線リミテッド」の状態に陥るという問題が生じる。

光結線は時間信号に対する高速広帯域性と空間チャンネルに対する高分解能性に加えて信号相互の無誘導・非干渉性という大きな特長を備えている^{3,4)}。また、光結線

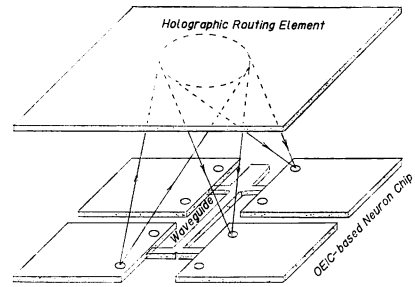


図2 OEIC ニューロンチップ間の光結線

はグローバルな放送型の結線など神経回路網の必要とする結線を実現しやすいという長所をもつ。そのため、3次元空間内で多数の光ビームを多重に交差させることによる神経回路網の3次元高密度結線の可能性をもっている。その際、すべてのニューロン素子を直接に光で結ぶ必要はなく、タイムマルチプレックスされた広帯域な信号のグローバルな伝達に光結線を用い、ローカルな領域内での信号の再分配や相互通信には電気的結線を併用することができる。

図1は、Mark IV のような、仮想ニューロンエミュレータのプロセッサモジュール間の放送型の並列バス接続を、ホログラムを用いた自由空間の光結線により高速広帯域化を図り、結線の通信容量を高め、仮想ニューロンのスイッチング速度を上げようとする考えに基づくものである。このような放送型光バスは、マルチプロセッサ Dialog H のようなデジタルコンピュータですでに実験が進められている。

図2は、ニューロンの VLSI チップ間の結線を、反射型ホログラムによる自由空間結線、または光導波路を用いた光結線で実現することを考えた概念図である。この場合は、外部ピンに代わるものとして、受発光素子のアレーを用いるので、シリコンのニューロンと GaAs の発光素子を一体化した OEIC チップの開発が必要になる。光結線の高速広帯域性を生かして信号を高速にマルチプレックスすることにより受発光素子数を集積技術に応じて減らすこともできよう。

文 献

- 1) R. Hecht-Nielsen: Proc. SPIE, **634** (1987) 277-306.
- 2) L. D. Jackel, et al.: J. Vac. Sci. Technol., **B4** (1) (1986)61-63.
- 3) J. W. Goodman, et al.: Proc. IEEE, **72** (1984) 850-866.
- 4) 武田光夫: 応用物理, **56** (1987) 361-367.

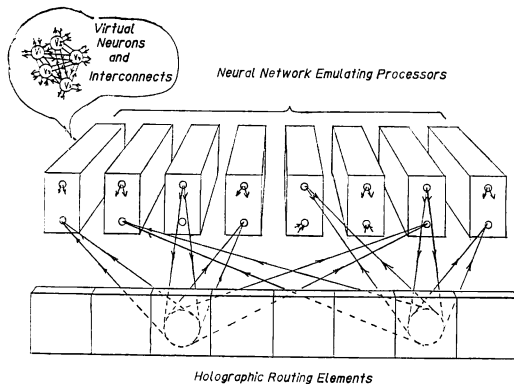


図1 神経回路網をエミュレートするプロセッサを接続する並列光バス