

【産学連携】「脳に迫る次世代集積回路設計技術」

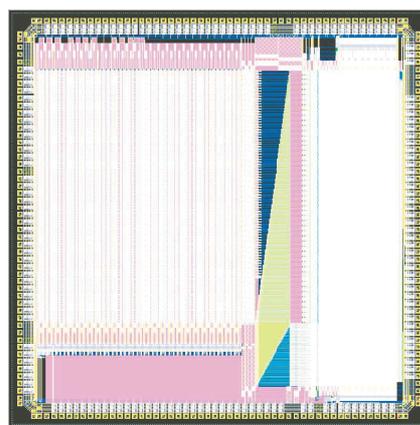
大学院生命体工学研究科 脳情報専攻 森江 隆

近年のコンピュータ技術の進歩はめざましく、一昔前では考えられないような驚異的な計算能力を持ったパソコンを誰でも手軽に持てるようになりました。しかし、このパソコンで音声認識や英和翻訳、顔認識などをさせてみると、人間のレベルに遠く及ばないことがわかります。今後10年余りに渡ってもコンピュータの高性能化は進展していくでしょうが、現状のデジタル方式で人間に匹敵する柔軟でリアルタイムの情報処理機能が実現できるという可能性は低いように思われます。

それに対して、神経回路の構造や機能を模倣したコンピュータを作ろうとする試みが古くから行われてきました。日本がバブル全盛の頃、ニューラルネットワークブームが起き、半導体各社も競ってニューロチップ、ニューロコンピュータと称するものを開発しましたが、現在はほとんどの企業でこのような開発は行われていません。汎用処理LSIの性能向上のおかげで、当時の単純な処理モデルのためにわざわざ専用のチップを作る必要はなくなってきたということだと思われれます。

しかし、21世紀は脳の世紀と呼ばれるように、近年の脳研究の進展は著しく、生理学的な成果を工学的に応用しようとする試みも活発になされています。人の脳に迫るような高度な知能処理を可能とする脳型コンピュータの開発は大きな目標の一つであり、それは生命体工学研究科の使命のひとつでもあります。

設計したLSIチップの例



振動子ネットワークLSI

図1: 振動子ネットワークLSI

脳型処理の中でも特に初期視覚系は、画像の2次元的な特性に基づく並列処理を効率的に行うために、専用LSIでの実現による効果が大きい部分です。これは近年開発が活発化しているCMOS機能イメージセンサとも関連が深く、実用化が近いと考えられます。このLSI化では従来アナログ回路による実現が主でしたが、アナログ方式ではデジタル方式に比べて、制御性、ノイズ耐性、処理の柔軟性などの点で問題がありました。また、素子のアナログ的な特性を直接利用しているために、着実に進展しているCMOSプロセスの微細化に従って回路を設計することが出来ず、今後の大幅な高集積化が期待できないという問題もあります。

そこで、我々は「アナログ・デジタル(AD)融合回路アーキテクチャ」を提案していま

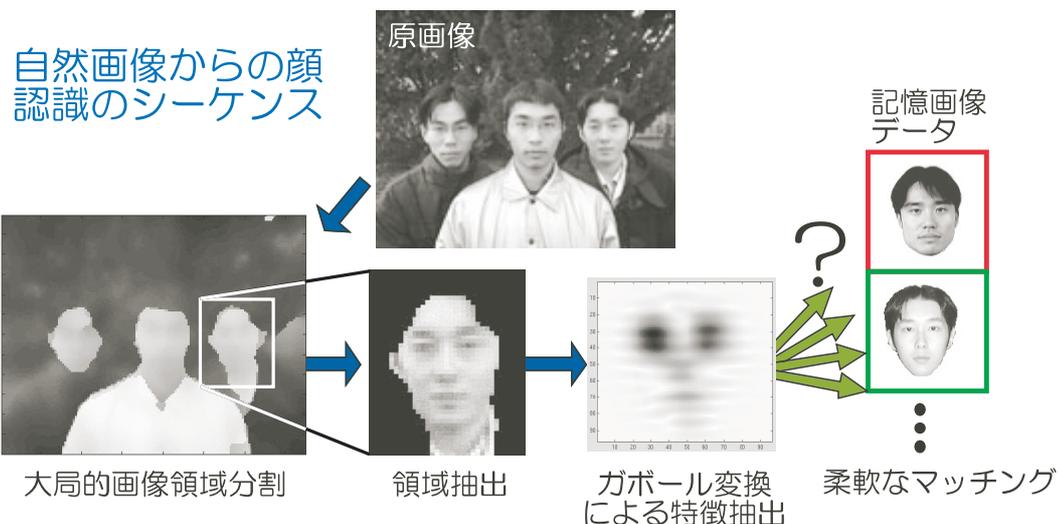


図 2: 顔認識のシーケンス

す。これは一つの回路ブロックまたは信号自体にアナログとデジタルの機能を同時に併せ持つという意味で、電圧振幅はデジタルで時間軸方向にアナログ量を表現します。いわゆる「AD 混載」とは異なる概念です。我々はこれに基づいて任意の非線形変換を効率よく実現できる回路構成を提案し、非線形ダイナミクスを用いる処理モデルによる各種の知能処理用 LSI を設計してきました。具体的には、任意カオス生成回路、任意活性化関数を有するニューラルネットワーク LSI、画像の大局的領域分割を行う抵抗ヒューズネットワーク LSI、脳の初期視覚野で行われている処理と等価な 2 次元ガボールウェーブレット変換 LSI、時間軸上で自律的な画像領域抽出を行う非線形振動子ネットワーク LSI (図 1)、パターンの類似度に応じて確率的に連想を行う確率的連想処理 LSI、確率的連想に基づきノイズを利用して効率的な分類を行う確率的連想クラスタリング LSI などです。

産学連携では、広島大学大学院の岩田教授が大学での研究成果活用として起業した株式会社「エイアールテック」に技術顧問の形で参画し、この会社を通して AD 融合回路技術の実用化を目指しています。現在、某カメラメーカーと新しい画像認識 LSI の共同研究を

しています。また、今年度よりスタートした文部科学省・知的クラスター創成事業にも参加し、顔認識 (図 2) のための実用的なガボール変換 LSI および顔認識用 LSI の開発に着手しています。

我々の回路では、処理ユニット内部でアナログ的な演算をしながら信号伝搬にはパルスを利用したり、従来とは全く逆の発想でノイズを積極的に利用して情報処理を行うなどの特徴がありますが、これはまさに脳の中で神経細胞が行っている処理と同じです。また、ノイズやゆらぎを利用するという発想はナノメータスケールのデバイスを利用する場合にも有効と考えています。今後、脳の情報処理原理をよりよく知り、全く新しい集積回路とシステムを構築し、世に出していくことを目指します。