



なぜFPGAは高速処理ができるの？

～関数 $f(x,y)$ のひみつ

画像検索の例を考えてみよう。まずFPGAはハードウェアだということ。さらに探すものが決まっているということ。つまり入力の一部が最初にすでに決まっているのである。

これをもうちょっと一般的に考えてみるといろんな場面に使える。 $f(x,y)$ という関数を思い浮かべてほしい。ある問題を解くときに、コンピュータはこの計算を繰り返し行う。関数 $f(x,y)$ は、 x も y も自由な値をとるから、その計算量は膨大なものになる。だから問題を解くのに時間もかかってしまう。しかし前述のように、入力の一部が固定されている場合は、計算はかなりラクになる。 x を関数の一部に取り込んだ、 $f(x,y)$ という関数の計算を行えばよいのだ。

「 $f(x,y)$ では、 x は関数の一部で、 y がいろんな値をとるときについて計算すればいいんです。画像検索の場合だと、 x はテンプレート画像、 y は動画に相当します。テンプレートはある程度固定で、 y はいろいろ変わります。こんな計算を行う回路を入力依存専用回路ともいいます。この回路をFPGAに埋め込もうというのが私たちのアイデアで、今集中して研究しています。ハード化すると速くなるし、また入力の一部を固定化して取り込んでしまえば「最適化」ができるので、さらに計算の高速化をねらえるんです。」

FPGAの組み合わせ最適化問題って、どんな問題？

では具体的にはどんな問題を解くのに適しているのだろうか。たとえば、組み合わせ最適化問題と呼ばれるこんな問題がある。

<巡回セールスマン問題>

ひとりのセールスマンが地図上のすべての街をまわるとする。どんな経路でまわれば移動距離を最小にできるのか。

「この問題を解くには、ありとあらゆる経路を調べてみなければならぬため、かなりの計算時間が必要です。これは先ほどの入力依存専用回路の考え方が適応できるので、FPGAを使うことができます。 $f(x,y)$ が求めたい総移動距離とした場合、固定の x が地図で、 y がセールスマンの移動経路になります。つまり地図をFPGAの回路に取り込んだカタチでハードウェア化してしまえば効率的に計算できるんです。身近な例だと宅配便の配達順序なんかと同じような最適化問題ですね。」

「ほかにも暗号化を高速化したい、というような場合にも応用できます。固定の x が暗号化キー、 y が暗号化したい文、 $f(x,y)$ ができあがる暗号文になります。同じように暗号化キーを取り込んでハードウェア化することが考えられます。そうすれば高速に暗号化できるから、動画でも暗号化できるでしょう。」

それならマスクパターンをおこして専用のLSIを作製したほうが、さらに高速で処理できるから良いのではないかと？しかし、画像の検索でも、地図でも、暗号化キーでも、 x は固定といっても、その次の時は変わるもの。検索したい画像は変わるし、地図は更新されるし、暗号化キーは定期的に変えるべきものだから。そのため変更のきかないLSIを作製するより、何度でも書き換えられるFPGAのほうが効率的なのだ。

FPGAはハード、ソフトの良いところを併せ持つ、大きな可能性を持ったデバイスである。中野研究室のテーマは、画像認識やセキュリティをはじめ、さまざまな用途に応用されていくことが期待される。

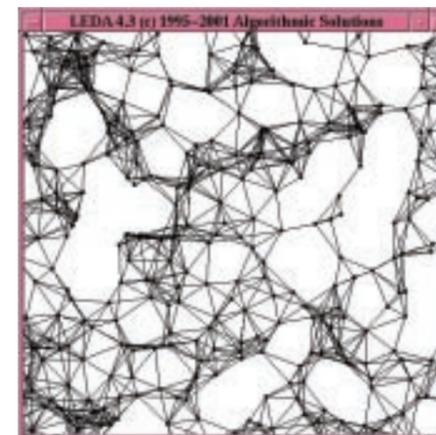
COLUMN

基地局がなくてもケータイ同士で通信できる環境を目指す。～モバイルコンピューティング～

携帯電話など移動体端末はいったん基地局を通して通信サービスを行っているが、最近、基地局なしで端末同士が直接通信できる環境の研究がさかに行われている。たとえば携帯電話同士で直接通信できる状況である。

これにより、災害のため通信インフラが破壊された場合や、砂漠や山岳地帯などとも通信インフラがない地域で、臨時的通信手段を確保することができる。サーバや基地局など、集中管理してくれるものがない状況でも、移動体端末だけで通信を実現するネットワークをAD-HOC(アドホック)ネットワークという。携帯などはバッテリー駆動のため、バッテリーを消耗しないよう、なるべく通信範囲を小さく、また送信受信するデータ量も小さくしたい。さらに移動するため、通信はしばしば接続・切断され、通信経路は刻々と変化する。また通信したい相手と直接通信できない場合は他の端末を経由して通信する必要がある。中野先生はこうした条件を満たす通信プロトコル(手順)を設計する研究を行っている。

「難しいのは、あるときはこの経路で通信できたものが、移動とともに使えた経路がなくなって別の経路を探して通信しないといけないところ。少しずつ変化する通信ネットワークに合わせられるののプロトコルの設計手法を研究しています」。



画面は、端末同士の通信経路をビジュアルで見られるようにしたものがひとつの端末で、通信経路の状況を表す。

情報科学研究科 助教授 中野 浩嗣(なかの こうじ)

大阪大学工学士(1987)
大阪大学工学修士(1989)
大阪大学工学博士(1992)

略歴 日立製作所基礎研究所研究員(1992)、名古屋工業大学講師(1995)、同助教授(1998)、北陸先端科学技術大学院大学助教授(2001-)

専門 モバイルコンピューティング、ハード・ソフト協調計算、並列・分散処理
研究テーマ モバイルコンピューティング、ハード・ソフト協調計算、並列・分散処理
キーワード モバイルコンピューティング、ハード・ソフト協調計算、並列・分散処理

ここ2～3年で盛んになっているFPGAの研究。自分自身も2年前に本格的に取り組むようになり、最近やっと成果が出るようになったという中野先生。「CPUが何千台並んでする仕事を、たった1個でこなしてしまう。それがFPGAのウリですね。」

