

「人間」へのアプローチ

～例えば工学、心理学、生理学

秋田純一

私は研究者生活を本格的に始めて 10 年目になりました。その間、いろいろなものや人を見たり聞いたり話をしたりして、本当に自分がやりたいことが何なのか、なんとなくみえてきたような気がします。それをもう少しはっきりした形にするためと、同じような興味を持つ人の目に触れればと思い、自叙伝のようなものを書いてみることにします。

私は学生(修士・博士)のころ、集積回路(LSI)の低消費電力化と並列処理化に関する研究をしていました。一言で言えば、コンピュータを高性能化するための研究です。しかしその過程で、どうもこの研究は面白くないと思えてきました。その理由の1つは、この分野はずいぶん前からいろんな人がいろんな工夫を研究しているの、いまさら自分がいくら頭を使って工夫をしてもその効果はせいぜい数%で、どうも喜びが少ないのです。それよりも大きなもう1つの理由は、このような研究はコンピュータの高性能化につながるわけですが、それがはたして「うれしい」ことなのか?ということです。もちろんコンピュータが速いほどうれしい人も分野もたくさんあります。しかし最近のコンピュータの高性能化は、大企業が財力と設計のマンパワーを投入して投資的に進める性格のものになってきていて、ここには研究者が個人でできるようなものは残っていません。

一方、コンピュータの高性能化が私たちの生活にもたらす恩恵は非常にたくさんあります。携帯電話、インターネット上の仮想空間など、一昔前には「高度情報化社会」と呼ばれた、まさに「未来」が現実のものになりました。しかしどんな技術でも「光」と「影」があります。この「影」の部分に、これまでの技術はあまりに無頓着でした。無頓着というより、意図的に直視を避けてきたようにすら思えます。それは本来恩恵を受けるべきである「人間」を置き去りにした技術の進歩、とも言えるように思えます。技術は進歩し、それにより産業や経済がまわっていきますが、それが「人間にとってうれしい」技術なのかよりも、「技術が進歩すること」が最優先であるかのような風潮を、この分野で研究していると強く感じます。「こんなすごい技術ができたんだから、みんな使ってね」という、技術の押し付けけでも呼ぶべき風潮といえるでしょう。

話が少しそれますが、現在の航空機は、離着陸時を除いてほとんど自動航行によって運行されますが、その自動航行時にパイロットをいかに居眠りさせないかという研究があるそうです。考えてみれば、飛行機を操縦したくてパイロットになったのに、いざなってみたら操縦させてもらえないのでは不幸ともいえます。パイロットに操縦をさせてあげて、ミスをしそうになったらそれを防ぐ、というのが、本来の技術があるべき姿のように、私には思えます。

この例のように、技術とは「人間の幸せ」のためにあるべきものであるはずですから、その対象である「人間」というものをもっとよく理解しなければいけないではないか?ということを考えるようになりました。しかし工学部の学生は、「人間」というものをまったくと言っていいほど知りません。人間をソフト面・ハード面からとらえる学問である心理学も生理学も教養でほんの少しかじる程度で、まったくと言っていいほど無知なのです。最近では、技術でも主にユーザインタフェースなどで心理学的観点からの考察があったりしますが、まだまだ少ないように思います。

そんな中、私が、自分のバックグラウンドの研究分野に足をおきつつ、最近興味のある「人間」に関するテーマについて、まとめながら書いてみることにします。

人間の視覚特性・「感動」という指標

私はもともと撮像素子(カメラ)研究をしていることから、「きれいな映像」には非常に興味があります。しかし「映像のきれいさ」を表す指標は、実はほとんどありません。画像圧縮などの分野では、PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)という指標がありますが、これは再生された画像が元の画像に対してどれくらい忠実であるかを示す指標であり、映像そのもののきれいさ、ではありません。一般にきれいな映像を表現するためには、画面で映像を構成する点々(画素)を小さくする、すなわち高解像度化が主流です。たしかにハイビジョンの映像はきれいですが、やはり「絵」であり、リアルではありません。以前、NHK 技術研究所で、7,680×4,320 画素(3000 万画素)の動画像(スーパーハイビジョン)を見たことがあります。確かに髪 1 本などの非常に細かいところまで再現されていて、ある意味で「きれいな映像」なのですが、やはり平面の「絵」でした。やはり高解像度化や PSNR だけでは、「人間にとってきれいな映像」を評価しきれないように思えて

きます。例えば、ある映像を見て「どれくらい感動するか」という指標は、これまで存在しません。そんなものは主観的なもので定量化できるわけがない、という指摘はごもっともです。しかし「人間の幸せ」のための技術であるならば、どれくらい人間が感動するか、は、重要な技術の目標であるように思えます。つまり本来最も重要であるはずの、「映像を見る側」である人間のことが、あまり考慮されてきていなかったように思えます。そのため、私は最近、視覚特性などに関する心理学的な研究や、生理学的な考察について、いろいろと勉強をしたいと思っています。例えば、どれくらい小さいものまで知覚できるのか、それは物体の形状や色にどのように依存するのか、時間変化に対してどのような特性を示すのか、という点に非常に興味があります。それらをよく知った上で、特に画素自身の構造に着目しつつ(このあたりは本業)「きれいな映像」を扱う映像システムというものを実現したいと考えています。

知覚と行為

人間は外界のいろいろなものを知覚(perceive)することができますが、これをいろいろなセンサで代用する、という技術の流れがあります。例えば盲人のために、カメラや超音波センサで前方障害物を検出して知らせる、という技術があります。しかし人工的なセンサの性能は、人間のもつセンサの性能には遠く及びません。しかも人間には、いわゆる五感以外にも、非常に多くの感覚があることが知られています。例えば、これは一緒に研究をしている全盲の研究者の言っていたことなのですが、皮膚は、触覚(触ったかどうか)だけでなく、温度や空気の流れにも非常に敏感なのだそうです。彼のような全盲の人は、そのような感覚がより鋭敏になるのでしょうか、このような感覚を私たちが意識的にとらえるだけでなく、「無意識」のうちにとらえているのは間違いなさそうです。そのような無意識も含めて、私たちは外界を「知覚」している、といえそうです。

このような「知覚」は、私たちが動くこと(行為)に非常に深く関係していそうです。あるものを見るとき、体を動かして視点が変わると、そのものの裏側などが見え、そのような行為と知覚の組み合わせを繰り返すことで、その対象を理解する、といえそうです。従来の「知覚」技術は、センサ自体の高機能化と、それにより得られた情報に対する処理の高度化が主流ですが、私たちが手に持って(あるいは身につけて)使う装置であれば、人間自身を使わないことは、あまりにももったいないように思えます。人間が持つ「感覚」という非常に優れたセンサと、「運動系」という非常に優れた駆動系を、もっと有効に使う技術というものがあってもよいように思います。これは必ずしも、体に電極を刺して神経の信号を取り出したり、逆に筋肉を制御したりしよう、という話ではありません。人間に外界を知覚させるためには、センサで得た情報を処理して文字や音声などの抽象的な情報にして人間に伝えるだけでなく、別の感覚に訴えるという方法もあるのではないかと、思えるのです。その一環として、外界の手探りによる感覚を、距離センサと、手に持った糸の張力の制御によって拡張する装置を考えて試作していますが、人間のもつ感覚の心理学的・生理学的な特性をもっとよく勉強し、「感覚の拡張」をひろげていきたいと考えています。

「アバウト」な情報処理

ほとんどの科学技術が目指す方向性のひとつに「高精度化」があります。例えば数値計算では、演算精度は高ければ高いほど、より良い結果が得られる、ということになっています。しかしすべての場合に、そのような高精度化が本当に必要か、を考えることは、決して無駄ではないように思えます。例えば $1.1 \times 1.1 = 1.21$ ですが、乗数・被乗数の有効数字が2桁ですから、結果も有効数字2桁の1.2、とすべきです。しかしコンピュータでは、正確に1.21を求めた後で最後の桁を捨てる、という順序を踏むしかありません。この「必要以上に正確に求めて、後で捨てる」という操作は、コンピュータの構成要素である演算装置(演算回路)の観点からは、回路規模と消費電力の無駄といえることができます。最近のコンピュータは非常に電力を喰いますが、本当に必要な精度と、それに見合った消費電力での演算を行うことができるのであれば、もっとも消費電力とそれに伴う発熱を減らすことができるはずで

す。しかし問題は、それをどうやって実現するか、ということです。汎用的な実現方法はまだアイデアがありませんが、具体的なものはいくつか考えた(というより、結果としてそうなった)ものがあります。例えばゲノム情報処理のひとつにホモロジー検索というものがあります。これは2つの塩基配列の類似度を求める情報処理ですが、ゲノム情報処理という観点からは、「非常に似ている」ものは興味があっても、「似ていない」ものには興味はありません。しかしコンピュータを使うと、類似度が95%でも10%でも高い精度で類似度を求めてしまいます。しかし95%か96%の違いは興味があっても、10%と9%の違いは「似ていない」ことには変わりなく、ここまで精度よく求める必要はなさそうです。

情報処理回路の実現方法には、大きく「デジタル式」と「アナログ式」がありますが、ブール代数との親和性のよさや回路構成上の特性から、現在のコンピュータ(の構成要素である集積回路)は、ほとんどすべてが「デジタル式」です。一般に「アナログ式」は、精度を高めにくい、雑音に弱い、などの致命的な欠点があり、これが高精度なコンピュータの構成方式としては向いていないわけです。しかし「アナログ式」には、回路規模が小さくて済む(場合が多い)、うまく作ると消費電力が小さい、などの利点もあります。このあたりをうまく組み合わせると、すべての演算範囲で高い精度は無理だが、ある範囲では高精度、ある範囲では低精度、という特性を「アナログ式」で実現することは、回路構成を小さく、消費電力を低く抑えつつ、うまくいくといけそうです。

このような、いわば「アバウト」な情報処理は、現在の科学技術の目指すものとはまったく逆のものです。しかし分野によっては、非常にうまく生かせるのではないかと考えています。

ちなみに「デジタル式」は、システムの構成要素である論理素子(やトランジスタ)がすべて正しく動作する、という前提で構成されています。いわば、十分に訓練された構成要員が全体として高いパフォーマンスを出すという軍隊形式といえます。しかし万一構成要員の一人でも反乱を起こす(トランジスタ 1 個が壊れる、など)と、システム全体がまったく機能しなくなってしまう、という脆さをあわせもっています。その点、「アナログ式」は、システムの構成要素であるトランジスタの特性がある程度バラバラであるという前提でシステムが構成されますので、確かにパフォーマンスはあまり高くないかもしれませんが、一人ぐらいいなくなっても、ある程度は動作するという、生物的な特性を持ったシステムといえます。

視線というもの

あまりたくさん書いてしまったので、これについては短く書くことにします。どこを見ているか、という「視線」というものは、私たち人間をよりよく知り、意図をくみとったりするために有用であることが知られています。しかし現在の視線検出装置は非常に特殊で高価なもので、誰でもお手軽に使うことができるものではありません。私のもともとの研究テーマはカメラ(撮像素子)でしたから、視線検出ができるようなお手軽カメラを作りたいと考えています。

以上、いろいろ書いてきましたが、私のついでに足の片方は集積回路(LSI)ですし、私は集積回路が大好きです。その集積回路をうまく使って、このような面白いものを作って行きたいと考えています。そして、そのためには、それ以外の分野、特に情報科学、心理学、生理学の視点が非常に大切だと考えています。誰かいっしょに勉強しませんか？

以前、広中先生に、長期的なテーマと短期的なテーマ、という話を伺ったことがあります。研究者は、その日を生きていく(論文を書いたり研究費を得たりする)ための短期的なテーマが必要だが、それとは別に、もっと長い眼、それこそライフワークとでも呼べるような「夢」のテーマも忘れてはいけない、というお話でした。さて、どれを「夢」に据えようか、じっくり考えて行きたいと思います。

今回紹介したテーマの一部は、以下に概略を載せていますので、ご興味のある方はご覧ください。

<http://akita11.jp/>

秋田純一(金沢大学・8,12,14,17,18,19,22,25,夏 28 回参加)
akita@yugen.org