

新学術領域「サイバニクス」：人間・機械・情報系の融合複合フロンティア

一人間を強化する魔法の機械「ロボットスーツHAL」編一

山海嘉之

システム情報工学研究科教授

- ・装着するだけで筋力を増幅してくれる魔法の機械《ロボットスーツ/パワードスーツ》
 - ・仮想人体や監視・診断機能を備えた夢の臓器《サイバネティックオーガン》
 - ・生活空間/仮想空間との間をシームレスに繋ぐ魔法のカプセル《サイバーポッド》
- …今、サイバニクスという新しい学問で、画期的な世界の開拓が始まっている。

サイバニクスとは

「サイバニクス (Cybernetics)」とは、サイバネティクス、メカトロニクス、インフォマティクスを中心として、脳神経科学、生理学、ロボット工学、IT 技術、行動科学、システム統合技術、心理学などが融合した新しい学術領域です。「人間が得意とすることは人間がやればいい。機械が得意とすることは機械がやればいい。」という発想で、人間の能力を補強・増幅・拡張する研究を始

めたのです。人間・機械・情報系を一体化することで、機能的にも知的にも相互に共鳴し合って、単独では得られないような能力を発揮させる技術の開拓を行っています。

人間を積極的に組み込んだシステムでは、システム全体が人間と共に《インタラクティブ》に関わっていくわけですが、これまでの科学にはこの「設計論」が無かったのです。従来は、人間のことを考慮すると言っても、せいぜい使いやすいヒューマンインタフェースを準備していたに過ぎません。人間を積極的にシステムと融合させ、システムとして人間・機械・情報系が一体となった新しい世界の扉が開かれようとしています。

私は、大きく分けて3つの研究を行っています。人間を外側から強化するロボットスーツ、人間を内側から強化する人工心臓システム、人間の身近で活動するヒューマノイドや生活空間と仮想空間とをシームレ

スに繋ぐサイバーポッドに関する研究です。例えば、人工心臓も単なるポンプではなく、様々なセンサや診断機能を備えた「高度情報処理端末」として機能させるのです。これにネットワーク技術が加われば、未来型の遠隔医療が可能となります。このように、サイバニクス技術の開拓は、常に私をワクワクさせているのです。

世界初 ロボットスーツHAL

今回は、世界で初めて開発に成功したロボットスーツ/パワードスーツHAL(HAL: ハイブリッド・アシスティブ・リム)の説明をしましょう。このHALには幾つか特徴があります。

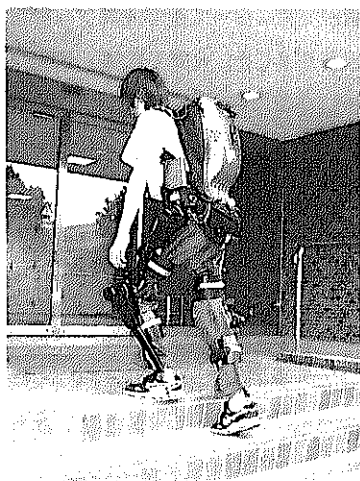


図1 ロボットスーツHAL

一つは、「随意性」です。人間の意思を捉えるのです。人間が体を動かそうとすると、

脳からの運動指令信号は運動ニューロンを介して筋肉に伝達され、筋肉は意思通りに動いてくれます。この時、微少な生体信号(電気信号)が生じるのですが、HALはこの信号を皮膚表面で横取りします。つまり、脳からの信号の一つは筋肉を動かし、もう一つはHALのアクチュエータ(モータ)を動かすのです。この技術によって人間とロボットが一体化することになるのです。世界中で、パワーアシスト研究に巨額の費用が投入されてきましたが、残念ながら成功しているとは言えません。《哲学から考えなおさなければなりません。》人間の微弱な動きを検出して機械を動かそうとする発想だけでは駄目なのです。機械が人間の動きよりもほんの少しでも遅ければ、人間にとっては足手まといになってしまいます。全く同時に動く場合には、空気のように何もしてくれない装置でしかありません。即ち、人間をアシストするには、人間の動作よりもほんの少し早く動作しなければならないのです。HAL研究では、世界で初めて、人間の意思を読みとって予測的に力を増幅させることに成功しました。このように、HALは、「随意的」に動作し力を増幅する特徴を備えているのです。

もう一つの特徴は「自律性」です。HALはただひたすら人間の意思に従うだけでは無いのです。開発初期の立ち上がり実験での

話ですが、HALが人間をアシストしようとすると、人間は「これは楽だ!」と思って機械に身を任せてしまい、立ち上がる意思をなくしてしまうことがありました。HALの特徴である「人間の意思に従う機能」が裏目に出てしまったのです。HALプロジェクトでは、人間の「心理的側面」も極めて重要な研究課題となります。このように、HALには、人間とのインタラクションを考慮した「自律機能」(ロボット機能)も必要なのです。HALのロボット機能として、画期的とも言える運動生成論を開発しました。「Phase Sequence法」という運動翻訳・再合成法です。運動解析も音声解析も同じであるという発想です。この技術は、ヒューマノイドへも投入され、人間の「技能」「コツ」を取り出し、再合成する新しい手法として着目されています。

HALの現在と未来

人間の機能を拡張・増幅・強化するためにサイバニクス技術によって構築された人間・機械・情報系のシステムをCyberoid(サイバーノイド)と言いますが、HALはその一例に過ぎません。例えば、医療・福祉分野、災害・救助分野、重作業分野、エンターテインメント、脳神経科学分野など、その適用範囲は計り知れません。HALに代表されるサイバーノイド技術は、新しい基盤技

術であり、他の学術分野とも共鳴し合いながら発展してゆくことでしょう。

今年中には、人類が体験したことのない新しい世界につながる研究成果をご紹介できるでしょう。平成17年度には、愛知万博「愛・地球博」が開催されます。HALプロジェクトは、NEDO(新技術・新エネルギー開発機構)の次世代ロボット実用化プロジェクトにも採択され、「愛・地球博」ではデモンストレーションを行なうことになっています。単なる、デモンストレーションではなく、未来を開拓するための新産業基盤技術として展開できるよう設計論を構築し、広く社会に貢献したいと考えています。

理想と情熱に燃えて、大学院生や企業研究者が一緒になって産学連携プロジェクトが始まりました。人間・機械・情報系の新しい融合複合領域「サイバニクス」は、大学院教育に刺激を与え、夢と情熱に満ちた若者を育てる人材養成プログラムとしても極めて重要なものだと考えています。

興味がある方は、一緒に未来を開拓しませんか!

《皆さんが世界・未来を創るのです。》



図2 「愛・地球博」では大変身？
 (チュニジアのマトマタにて：
 スターウォーズの撮影地区)

- 注1) Hybrid には、「随意と自律」、「筋肉とモータ」、「人間と機械情報系」の混在といった意味が込められている。
- 注2) Robot Suit という言は日本発・筑波発のKeywordで、米国でも用いられています。

最後に

NHK スペシャル「疾走 ロボットカー」という番組を見る機会がありました。軍用無人自動車の開発支援プロジェクトで、米国防総省が主催しています。CMU(カーネギーメロン大学)をはじめイスラエルの企業など、様々な大学、企業、個人がこのレースに参加していました。番組の最後に、CMUの某教授は、軍用無人自動車開発の優越性と将来性を誇らしげに語っていました。科学好き、ロボット好きの私には厳しい現実です。少し切ない思いになったので、

思わず少年時代に下手な字で綴った文面を思い出してしまいました。

『科学とは悪用すれば怖いもの』

子供の言葉ではありますが、今もその思いは変わりません。人間・機械・情報系の融合複合領域の開拓には、人間と科学技術の哲学が必要となってくるでしょう。

『科学が哲学を作ってゆく』のです。

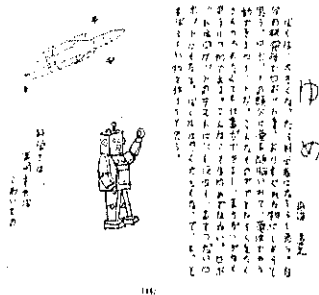


図3 少年時代の夢

(さんかい よしゆき/サイバニクス)