

立石賞特別賞の受賞記念講演概要

デジタルヒューマン技術の提唱とその発展への先駆的貢献

カーネギーメロン大学 生活の質工学研究 センター所長, ワイタカー記念全学 教授 金 出 武 雄
(前 産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センターセンター長)

本日は、第一回立石賞特別賞をいただく光栄にあずかり、立石信雄理事長はじめ立石科学技術振興財団の皆様、ご来賓、ご来場の方々に厚く御礼申し上げます。

私は1980年に渡米いらい30年、米国ペンシルバニア州ピッツバーグにありますカーネギーメロン大学というところを主勤務地として研究に従事してまいりました。そんな私にとりまして、今回の受賞は、第一回立石賞特別賞という栄誉ある賞であることの上に、特別なうれしさを与えてくれるものであることをまずお話ししたいと思います。実は渡米後すぐの1983年でしたか、帰国しました際に、今から思うとわれながら若造の厚顔と言うべきですが、オムロン創業者の立石一真氏を当時の本社の会長室に訪ね、その後嵐山の料亭で食事までご馳走になるという幸運に浴しました。その時、技術討論や歓談の間に、生活を向上し、よりよい社会をつくることに貢献する技術開発のあり方を熱く語られ教えていただいたことを今でもまざまざと覚えております。そして、今回、私が9年前に日本の産業技術総合研究所において新たに創設し、以来展開して参りましたデジタルヒューマン研究を、「人間と機械の調和」という趣旨に沿った日本発の研究・技術であると多少なりとも評価いただいたことは、立石一真氏の技術哲学を直接伺った私にとって何よりもうれしいことでもあります。また、私は京都大学の出身でありまして、大学生と大学院生として9年、そして教官として7年、全部で16年間を京都で過ごしました。その京都の地で賞をいただけることはこの上ない幸運と考えます。

さて、前置きが長くなりましたが、私は京都大学大学院での研究以来、目の機能を実現する計算機視覚の研究を中心に様々な自律知能ロボットの研究に従事してまいり

ました。ロボット研究者として私がカーネギーメロン大学で手がけた研究には、カメラを使って自動運転する車でアメリカ大陸横断、手術部位を正確に位置決めしガイドする手術支援ロボット、アメリカンフットボールの選手権試合(スーパーボウル)で使われた30台のロボットカメラによって、映画マトリックスのようにぐるっと回転するプレー再生システム「アイビジョン」などがあります。また画像処理機能としては、人の顔の検出・認識・表情解析、動き画像の解析、きわめて多数の画像を使って実空間の4次元モデル化技術として提唱した仮想「化」現実(Virtualized Reality)などを研究してきました。

私はこのような、様々なシステムの知能化の研究を通して、「システムにおいて最も重要な要素であるにもかかわらず最も理解されていない要素は人である」という事実を観察してきました。自動車を例にとると、「タイヤのスリップ、エンジンの制御、車体の安定性などは工学的に深く調べられているが、運ばれるという直接の受益者であり、その動きの制御者(運転者)でもあるという、二重の意味でシステムの最も重要な要素である人が、どのように反応し行動するかはほとんど知られていない。実は、



人と関わるあらゆるシステムにおいてこのことが言える」という実感です。私はこれを「人、それはシステムにおける最も脆弱な鎖の輪」という標語にまとめました。そして、人に奉仕し人と関わるシステムが適切に機能するための人機能のモデル確立というデジタルヒューマン技術研究を提唱し、2001年、独立行政法人産業技術研究所に拠って東京お台場にデジタルヒューマン研究ラボ（後にセンターに昇格）を設立しました。センターにおいては人を観察する技術、観察データを計算機モデルに昇華する技術、そのモデルを使ってシステムを設計する、あるいはシステムに埋め込んで実時間にシステムの働きを高める技術開発とその応用の研究をしてまいりました。

ではどのような成果が得られたのか。センターでの活動は極めて多岐にわたるので、わかりやすい例によって、主に考え方の進歩を見たいと思います。まず、人体のモデルです。日本人の全身モデルとして身長・体重といった静的データはもちろん今までも集められてきました。デジタルヒューマンではそれだけではなく、肩運動モデル、腕到達モデルなど人体の「機能」モデルを含むデータを大規模に収集し、それらを「計算機モデル化した人」として動く動的データシステムが開発されました。その結果、日常装着具のサイズ設計はもちろん、自動車メーカーによる人の乗降動作の自動評価、遊具会社による安全遊具の設計などに実際に応用されるようになりました。ここで、わかってきたひとつの重要な観点は実験室だけでなく、実社会でデータが計測され、蓄積され、サービスを生むことで、さらに良いデータが生まれるという循環の考えです。たとえば、足の形をmm単位で数秒の間に計測する装置が開発され、靴屋さんに常時置かれるようになりました。すると、単に自分にあった靴を選んだり、注文生産するのに便利というだけではありません。そのようなシステムがゆきわたれば、同じ人の足を計り

続けるわけですから、いまから何十年後には人の足はいったいどのような成長と経年変化をするか、その要因は何かという今までなかった知識を手に入れることが可能なのです。

指と手の詳細な機能モデルも生まれつつあります。手指は全部で20以上の自由度を持つ極めて精巧な操作器です。その変形、摩擦、動き、感触がどのような仕組みで起こるのかを屍体実験を含め詳細に調べ、機能モデルを構成していくのです。その結果、指の切断といった事故の生体力学的仕組みを通じての環境の安全設計の検討、扱いやすい容器やカメラや携帯装置のインターフェースの自動シミュレーションなどが可能となり、それらの設計に新しい組織的な方法論を提供します。これらの人体の全身から個々の機能モデルやグラフィック表示機能は総合的人体モデルDhaibaとして少しずつ作りこまれてつつあります。

人のすばらしい機能を人工のシステムとして実現するヒューマノイドの研究も含まれます。最初はスクリプトに従った動きしかできなかったヒューマノイドですが、今では、非常に高速にプランニングと歩行安定化のサイクルをまわすことで段差のある不整地でも転げずに歩けたり、階段を認識し斜めの方向から上っていくようなこともできてきました。また、ヒューマノイドの環境認識やプランニング、制御といった内部状態をMixed Realityの手法で実世界に投影し、人と共有できるユニークなシステムも作られました。

デジタルヒューマン研究の人のモデルはこういった形や動きというレベルから、もっと日常の行動のレベル—日常生活インフォマティクスと呼んでいます—にも広がっていきました。センターには台所、居間、寝室の環境がつくられています。そこでは、センターで開発・特許化・製品化されたGPS干渉位相法を応用した超音波式ロケータセンサーが極めて多数うめこまれ、人につけられた動きと生理センサーと協調して、環境における人の動作行動を長時間に

わたり正確に計測できます。そのような時空間の行動情報処理技術により、たとえば、部屋の中での幼児と家具、玩具、母親とのインタラクションに関する行動モデルが開発されたり、睡眠時の計測の研究から無拘束に睡眠時無呼吸症候群を検査する医療機器が開発され商品化もなされました。

こういった人行動のさらに社会レベルでのデータ収集として、幼児の家庭での事故がどのようにして起こりどのような傷害が起こっているのかを地域のいくつかの病院と協力してオンラインで収集する仕組みをうちたてました。これによって、具体的な事故を把握して、その解決に必要な技術的課題を速くつきとめ解決することができるということです。実際すでに、公園内の遊具による事故発生から、子供の行動と事故の構造解析、それに基づいた新しい遊具設計と安全指針の策定にいたる循環が起こっています。センターではこの仕組みを傷害予防工学となづけ事業として運営しています。これは、一般化すると、社会ニーズを具体的なデータとして速く把握し、その解決に必要な技術的課題にブレークダウンし、関連するコア技術を育て、開発・洗練された技術によって一層深く実問題を理解し解決することを繰り返す、基礎と応用を同時進行させる新しい「知識循環型サービスの研究スタイル」と言えるのではないかと考えています。実際、われわれのこの考えと事業は、経産省による基礎、応用、事業を結びつける安全知識循環型社会構築事業として発展しており、2009年4月の国会「消費者問題に関する特別委員会」においてもあるべきスタイルの事業として取り上げられました。

以上、デジタルヒューマン研究としてやってまいりました研究活動の一部を例にアウトプットよりもその社会的アウトカムを中心に述べさせていただきます。人はさまざまな機器や設備を製作し、使用します。機器や設備は、人間を取り囲み、サービスを提供します。しかし、人工物を作る工学は、対象の物理的性能に注目しがちで、システムの中にある人にとって、使いやすく、安全であるかという観点が薄れがちで、その評価法も必ずしも確立していません。問題は、人はどういう機能を持ち、機械の特性が人にどういう反応を呼び起こすか、使いやすいはどういうことか、人は何が得意で何が不得意か、多くの人々の間の個人差はどのように分布しているか、何を補助してやればよいかがよくわかっていないことにあります。デジタルヒューマンの研究は、人間の機能を科学し、情報技術によって効率よく取り扱えるような人間のコンピュータモデルを作る活動です。そのモデルは、最も普通に考えられる解剖生理的なレベルだけでなく社会行動レベルにまでおよぶべきものです。

デジタルヒューマンの研究は端緒についたばかりですが、その考えはこれから世界的に起こる高齢化社会に向けて必要な「生活の質工学」と呼ぶべき人の自立生活に本当に貢献する技術に不可欠と考えています。今から30年前にオムロン創業者の立石一真氏にお眼にかかり、教えていただいた氏の「人間と機械の調和」という技術哲学に私なりに多少なりとも答えることできたとすれば私のもっとも喜びとするところであります。

本日はまことに有難うございました。