

## 研究室紹介

# より良いヒューマンインタフェースの実現をめざして

一ノ瀬 裕  
Yutaka ICHINOSE

九州産業大学 情報科学部 知能情報学科  
Department of Information Science, Kyushu Sangyo University  
<http://www.is.kyusan-u.ac.jp/~ichinose/>

## 1. はじめに

内閣府経済社会総合研究所の調査 [1] によれば、2003 年 3 月時点での世帯あたりの普及率は、パーソナルコンピュータ(今やパソコンの方が通じやすい)が 63.3%、携帯電話(最近はケータイと呼ばれるらしい)が 83.3% であり、さらに 100 世帯あたりの保有台数を見ると、パソコンが 87.9 台、ケータイが 176.2 台である。これらが無いともう生きて行けないと言う人もいるようである。しかし、これらはまだまだ誰にでも使いやすいとは言えず、十分に使いこなせていない人も大勢いるし、最初から使おうとさえしない人もいる。使わずに済むのならそれで良いが、使わなければならないのにうまく使えないのはストレスの元である。

コンピュータや電話機など人間の操作する機械と人間との接点がヒューマンインタフェースである(他にも呼び方はいろいろある)。筆者は、電話機、音声会議システム、ワイヤレス IC カード/タグシステムなど、このヒューマンインタフェースに関わる研究開発に携わってきた。また、この接点を考える際の前提となる人間の情報処理の複雑さにも興味を抱いている。

ここでは、このヒューマンインタフェースに関連して、本年 2 月に電子情報通信学会論文誌に掲載された論文「舌圧による電動車椅子の制御」[2] の概要を紹介するとともに、1 年生の前期に担当している科目「情報科学序説」と「情報科学基礎演習」の内容を紹介することとしたい。なお、一口にヒューマンインタフェースと言ってもその定義から分かるように非常に幅の広い分野であり、ここで紹介するのはそのほんの一部であることをお断りしておきたい。

## 2. 舌圧による電動車椅子の制御

この論文 [2] では、人間が比較的自由に制御できる舌先の動きを検出する舌圧センサを利用したワイヤレス式の新しいインタフェースを提案し、さらにその応用例として電動車椅子の制御を試みた。その結果、舌先の位置

により電動車椅子の前進・後退・右旋回・左旋回の選択が、またそのときの接触圧の大きさによりそれぞれの速度の制御ができることを示した。

まず、使用した圧力センサユニットの構造を図 1 に示す。1 枚の圧力センサユニットには、2 個の圧力センサが実装されている。1 個の圧力センサは、空気層をはさんで対向した 2 組のカーボンの微粒子を分散させた導電性樹脂層および電極からなり、センサに加えられる圧力によって、空気層をはさんだ導電性樹脂層同士の接触面積および導電性樹脂層自身の厚みが変化することによって、電極間の抵抗値が変化し、その変化を検出することによって、接触圧を測定できる。また、同一の圧力センサユニット内の 2 個のセンサに封入された空気層を連絡路で接続することによって、口腔内圧の変化のようにセンサユニット全体にかかる圧力には反応せず、個々の圧力センサにかかる圧力にのみ反応するようにしてある。

次に、この圧力センサユニットの口蓋上での配置を図 2 に示す。2 個の圧力センサを実装した圧力センサユニットを 3 枚用い、合計 6 個の圧力センサのうち舌圧の検出には、十字の各先端になるようにした図中の 1~4 の 4 個のセンサを用いた。口腔内部に配置した舌圧センサの出力は、ワイヤレスで外部に取り出して操作性を向上させることとした。口腔内ユニットは、口腔内に簡単に装着および取り外しできるように、歯科用熱可塑性プレート(厚さ 0.5 mm) を使用者から採った口蓋石膏模型に合わせて成形した口蓋プレートの上に、圧力センサユニット・

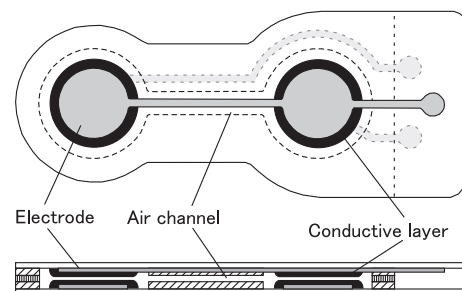


図 1 圧力センサユニットの構造

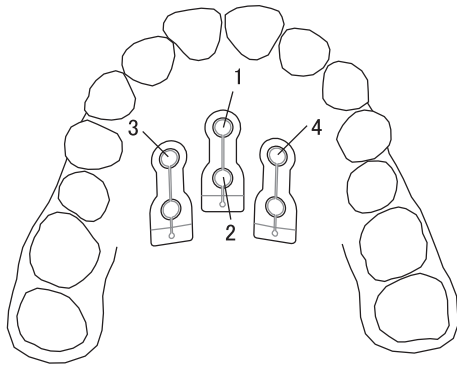


図2 圧力センサユニットの口蓋上での配置



図3 口腔内ユニットの外観

電子回路・アンテナ・電池コネクタを実装したフレキシブル基板を接着剤で固定して一体化した。図3に、この口腔内ユニットの外観を示す。口腔内ユニットは、電池2個（厚さ3.2mm, 重さ1.4g）を含んで、厚さは最大で約4mm、重さは約10gである。図4に口腔内ユニットを装着している時の模式図を示す。

図5にワイヤレス式の圧力センサを用いて電動車椅子を操作している状況を示す。受信アンテナが操作者の左の襟元に装着され、コントローラが胸ポケットに入っている。実験の結果、10分程度の練習で、前進・後退・左旋回・右旋回の操作を滑らかに行えるようになることが分かった。また、電動車椅子の走行速度は、基本的には接触圧力に比例するが、実際の使用では、速度調節は停

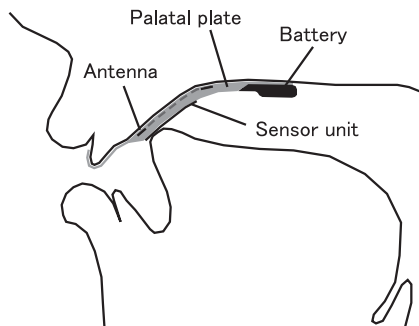


図4 口腔内ユニットを装着している時の模式図



図5 電動車椅子の操作風景

止（舌を口蓋から離している状態）、中速（舌を口蓋に疲れない程度の力で押しつけている状態）、高速（舌を口蓋に出来るだけ強く押しつけている状態）の3段階程度に感じられた。

今後の課題としては、回路の低消費電力化、電池の簡単な交換方法あるいは充電電池の使用、口蓋プレートの薄型化と使用者の口蓋の形状に合わせたプレートの製作方法、口腔内ユニットの清潔さの確保、センサの個数および配置と操作性との関係、生体内外で通信する際の電波の最適な周波数とその生体に与える影響、EMC(Electromagnetic Compatibility)、舌圧の変動状況と回路出力の安定化（車椅子の制御に用いた場合は走行速度や回転速度の安定化に対応）の検討などが挙げられる。課題はまだ多いが、これらが解決されれば、四肢の不自由な人だけでなく、両手を別の作業に使っている人の「奥の手」としても、十分活用できるものと思われる。

なお、この研究については2002年から科学技術振興事業団の委託開発事業の課題「電動車いす用舌圧コントローラ」[3]として、ニッタ株式会社が開発期間3年、委託開発費3.5億円の予定で研究開発を行っている。

### 3. 情報科学序説の内容

情報科学序説の筆者の担当の講義では、人間の情報処理の複雑さを理解してもらうという観点から、各種の錯視、錯覚などを紹介するとともに、英語を母語として育った人には極めて簡単なのに日本語を母語として育った人にはとても難しい英語のrとlの聞き分けなどを題材にして、体験型・参加型の講義を行っている。

図6は、right から light まで段階的に変化する17個の合成音声をアメリカ人（正確には英語を母語とする人）と日本人（同様に日本語を母語とする人）に聞かせたとき

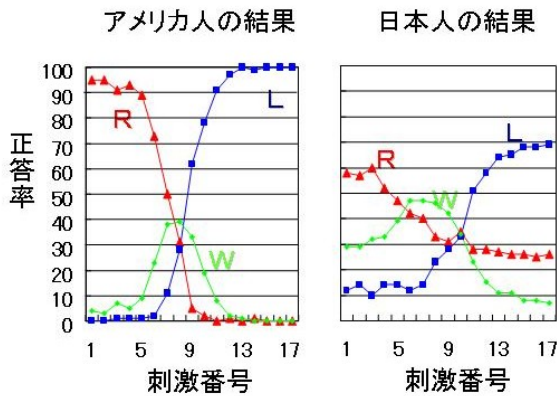


図 6 r と l の聞き分け実験の結果

の山田による実験結果である(文献 [4] の Fig.2 を著者の了解を得て改変)。講義では、これと同様の実験を行い、各自で自分の英語の聞き分け能力のレベルを判断させている。ほとんどは、図 6 の日本人の結果と似たり寄ったりであるが、中にはアメリカ人と同等の「耳」をもっている学生もいる。この能力は、たくさんの音声を使って訓練することによって確実に向上すること、特に若いときには目に見えて向上することが分かっている。この講義をきっかけにして、自分の「耳」を訓練したり、人間の情報処理に興味を持ったりしてもらえたら有り難い。なお、このような英語の聞き分けに関する実験は ATRCALL というホームページ [5] で体験できる。興味のある人は、是非このアドレスにアクセスし実際に音を聞いて欲しい。音に関しては「百聞は一見に如かず」の逆である。

#### 4. 基礎演習の内容

当初は、音に関するテーマだけを扱うつもりだったが、昨年の 1 年生から画像や音声にも深い関心が示されたため、急遽テーマを増やし、選択できるようにした。

##### 4.1 エジソン式コップ蓄音機

エジソン式コップ蓄音機は学研の「大人の科学」シリーズ [6] のひとつである。昨年全員(私の担当は 13 人)に最初に製作してもらった。図 7 に、その外観を示す。

製作自体は簡単だったが、周りの学生とまだ仲良くないため声を出すのが恥ずかしくて録音が出来ないという思いもよらない事態が生じ、結局、録音・再生の確認は前期授業の終盤まで延期した。大声を張り上げてやっと録音でき、再生も雑音だらけで、内容がなんとなく分かる程度の品質ではあるが、それでも、それなりに感動させることはできたようである。先人の発明に大いに驚いてもらおうと計画したのだが、後で聞いたら、彼らはもうレコードではなく CD で育った世代だった。CD の発売が 1982 年、CD の売り上げが LP レコードの売り上げを上回ったのが 1988 年である。ちなみにエジ

ソンが最初の録音に成功したのは 1877 年である。

##### 4.2 鈴虫の鳴き声は電話では伝わらない

このタイトルで作られた TV 番組 [7] をヒントにし、昨年(6 人)実施。PC を使って音を録音するだけでなく、音を作る、加工する、できた音を分析するなどの基本的な操作方法を身に付けた後、タイトル通りに、携帯電話を通して、鈴虫の鳴き声は電話では伝わらないことを実際に確認してもらった。さらにどうして伝わらないか、どんな音なら伝わるのかを実験を通して考えてもらった。

##### 4.3 ゲームソフト製作

どうしてもゲームソフトを作りたいという学生の強い要望に応えて昨年(1 人)実施。この学生は、Hot Soup Processor (略称 HSP) というスクリプト言語システム [8] を見つけてきて、これを用いてシューティングゲーム製作に挑戦した。正規の演習時間内だけではとても足りずに、演習時間外そして前期が終了した後も打ち込んでいた。この積極性は高く評価したい。

##### 4.4 平均顔

昨年と今年(いずれも 3 人)実施。情報処理振興事業協会(IPA)の成果のひとつである顔画像処理のソフトウェア(ここでは CD-ROM で配布されたものを使用した。財団法人イメージ情報科学研究所のホームページ [9] からダウンロードすることもできる)を使用した。また、平均を求めるソフトウェアは東大原島・苗村研究室のホームページ [10] からダウンロードした。図 8 に、昨年作成した情報科学部 1 年生 25 人の平均顔を示す。

昨年作成した 12 人の平均顔と 25 人の平均顔はほとんど区別がつかなかったことから、今年は、何人の顔を平均したら区別がつかなくなるかという観点から演習を行っている。

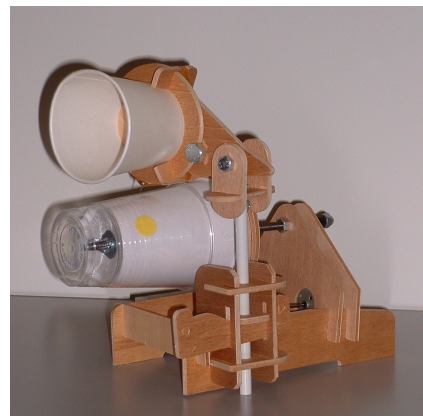


図 7 製作したエジソン式コップ蓄音機の外観





図 8 情報科学部学生 25 人の平均顔

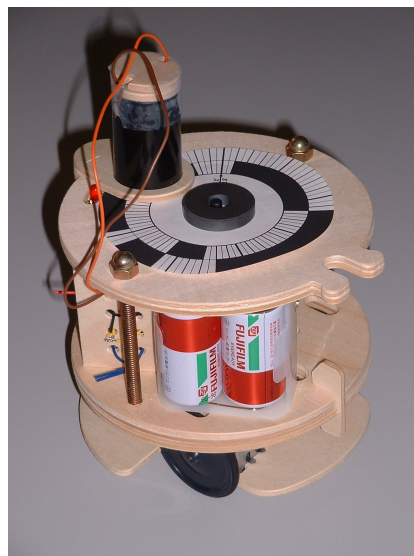


図 9 製作したプログラム・ロボットの外観

#### 4.5 音声認識

昨年(3人)と今年(1人)実施。昨年は複数の市販の音声認識ソフトの性能を数字で比較しようと試みた。認識対象に用語集の単語を用いたが、顕著な結果は出なかった。今年、文章を対象にして、使用者が使い込んでいく(使用者の発声の特徴をパソコンに学習させる)と性能がどの程度向上するかを数字で表そうと試みている。

#### 4.6 プログラム・ロボット

今年(6人)実施中。学研の「大人の科学」シリーズ[6]のひとつである図9に示すプログラム・ロボットを製作し、ハードウェアによるプログラム(紙の円盤を塗り分けることによってロボットの進行方向を制御する)を体験するとともに、表計算ソフト excel を使ったロボットの軌道計算を通してソフトウェアの扱いにも親しんでもらっている。この後、同じシリーズの大江戸からくり人形にも挑戦したい。

### 5. ATRの英語音声学習実験への協力

3章で紹介した英語の聞き分け能力獲得に関する実験を行ったATRの山田らが、さらに大規模な実験を行っており、筆者もそれに協力している。実験参加者(学生、教職員)は所定のホームページにアクセスして、rとl、bとv、sとthを聞き分ける1単元約5分の訓練を1週間に最低10単元、全体で65単元行う。期間は15年度末までの予定である。現在、実験参加者を募集している。興味があれば筆者宛にメールで連絡し、参加して欲しい。ただし、実験の都合で学内からのアクセスしかできない。

### 6. ま と め

筆者の最近の発表論文の概要、筆者が担当している科目「情報科学序説」と「情報科学基礎演習」の内容を紹介した。人間の情報処理の複雑さを理解し、それに基づいてより良いヒューマンインタフェースの実現を目指した研究開発を行うとともに、この考え方を講義や演習を通じて学生にも理解してもらおうよう努力したい。なお、参考文献に示したホームページのアドレスは2003年6月6日現在のものである。

#### ◇ 参 考 文 献 ◇

- [1] 内閣府経済社会総合研究所消費動向調査平成15年3月実施調査結果, 2003年4月25日  
<http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/0303shouhi.html>
- [2] 一ノ瀬裕, 和久本雅彦, 本多清志, 東輝明, 佐藤隼二, “ワイヤレス式舌圧センサを用いたヒューマンインタフェースと電動車椅子の制御への応用”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J86-D-II, No.2, 2003.
- [3] 科学技術振興事業団報, 第208号(2002年1月31日)別紙2  
<http://www.jst.go.jp/pr/report/report208/besshi2.html>
- [4] W.Strange 編, Speech Perception and Linguistic Experience, York Press, p.311, 1995.
- [5] ATRCALL  
<http://atrcall.jp/>
- [6] 学研大人の科学シリーズ  
<http://kids.gakken.co.jp/kit/otona/index.html>
- [7] 「探偵ナイトスクープ」朝日放送, 2000年10月13日放送
- [8] Hot Soup Processor  
<http://onionsoft.net/hsp/>
- [9] 感性擬人化エージェントのための顔情報処理システムの開発  
<http://tokyo.image-lab.or.jp/aa/ipa/>
- [10] 東京大学原島・苗村研究室  
<http://prius.hc.t.u-tokyo.ac.jp/>