

HI 講義紹介 ヒューマンコンピュータインタラクション入門

お茶の水女子大学 椎尾 一郎

1. はじめに

本稿では、お茶の水女子大学理学部情報科学科3年生向けに、選択科目として実施している「ヒューマンインタフェース」について紹介します。受講者は例年40名程度です。本講義の科目名は、ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) としたかったのですが、長くて不便と考慮して、現在の名前にしています。筆者は1997年に大学に転身して以来、HCIに関する授業を毎年担当していて、試行錯誤の結果、現在の講義内容に至っています。現在は、通常の座学形式の講義で、出席確認代わりの小テストを行い、宿題を課し、最後にレポートを提出してもらい、これらの内容で成績評価を行っています。

2. 教科書

HCI分野は、比較的新しい分野であることと、内容が学際的であることから、教科書が少ないことが悩みでした。特に、日本語で書かれた学部学生向けの入門的な教科書として手頃なものはありませんでした。そこで長らく教科書を指定せず、自前の内容構成で授業を行っていました。筆者が現在の職場に転職した直後、増永良文本学教授(当時)の音頭取りで、コンピュータサイエンス教科書シリーズの企画が立ち上がり、授業内容をまとめて教科書を出版することになりました。遅筆のためご迷惑をおかけつつ、シリーズ終盤でようやく出版できた教科書「ヒューマンコンピュータインタラクション入門」^[1]を、現在は教科書として採用しています。

本教科書の全体構成を図1に示します。図では、人とコンピュータのインタフェースが主題であることを明示するために、人の側の表面、すなわち目や耳などの感覚器官と、コンピュータ側の表面、すなわちディスプレイやキーボードを対面させています。そして、それぞれの表面への入出力

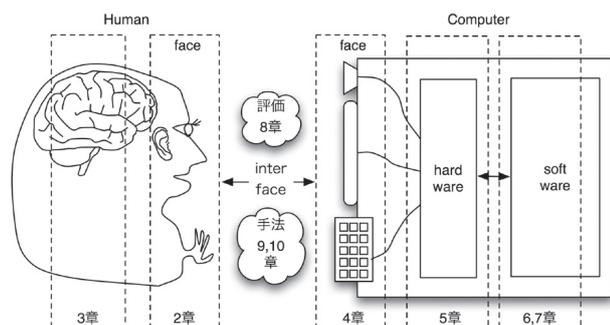


図1 教科書の構成

力を内部で処理する部分、すなわち、人の場合は認知科学的・心理学的な作用を、コンピュータの場合は内部のハードウェアとソフトウェアについて解説します。最後に、これらを理解した上で、インタラクションの手法や評価方法について解説する構成としています。かなり整理された全体構成となったと考えています。

各章で具体的に説明しているトピックスについては、これが3年生向けの教科書である事から、卒業研究生として引き受けるならこれくらいは知っておいてほしいという内容を考え、選択しています。とくに、本学科は理学部の情報科学科であるため、工学的な知識を学ぶ機会が少ないと考えていました。そこで例えば、コンピュータにスイッチやLEDを接続する場面で必要になる電子工学の知識や、ハードウェア動作をプログラミングするテクニックなども盛り込んであります。HCIの教科書に含める内容なのかどうかは、多少悩んだところではありますが、ユーザインタフェースの入出力装置を試作する場合に必須の知識であるため扱うことにしました。また、HCI分野で使われる認知科学的な用語や概念、ユーザインタフェース設計の手法、各種入出力装置の動作原理、GUIプログラミング手法など、HCIに関する一般的なトピックスを網羅しています。これらは卒研テーマとしてHCIを選択しなくても、将来の研究開発・企画業務で役に立つ知識になるはずと考えています。

3. 講義の内容

実際の講義は、ほぼこの教科書の章立て順に進めています。以下、その内容と、授業で工夫している点を紹介していきます。

3.1 導入

最初の授業では、サザランド、エンゲルバート、アラン・ケイなどの歴史的な研究をビデオで見てもらい、グラフィカルユーザインタフェース (GUI) 発明の重要性を確認します。宿題として、最初のMacintoshや、最初にWindowsが搭載されたIBM PC-ATの仕様を調べてもらい、学生さんたちが持っている現在のPCと比較してもらいます。この30年のPCの飛躍的な進歩に対して、GUIの基本的な設計が変わっていないことを実感してもらいます。

3.2 人のインタフェース特性

次に、人の表面、すなわちコンピュータとのインタフェース面の特性を紹介します。視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚、振動覚、前庭感覚などの入力にかかわる特性と、音声、手の応答などの出力に関わる特性について説明します。ただ、

生理学・生物学の講義ではないので、その特性を HCI 技術でどのように利用しているのかについても言及します。たとえば、視力、聴覚の特性を説明した後で、これを利用したデータ圧縮手法を紹介したり、3 原色によるカラー表示の仕組み、人が気づきやすい色や音程を説明します。宿題として、画面に指示表示した後キーボードが押されるまでの時間を測定するプログラムを作成し、人の応答速度を計測してもらい、人の運動応答が図 2 に示すように 300ms 程度である事を確認してもらいます。この結果から、人のスイッチ入力を読み取るプログラムを作った場合の、ポーリング頻度を考察してもらっています。この章の全体をとおして、HCI の技術が人間を対象とした技術である事を認識してもらえればと考えています。

3.3 人と人工物のインタフェース

ここでは、機器やソフトウェアを設計する際に考慮すべき、人の内面的な特性について紹介します。制約、マッピング、アフォーダンス、標準化、ユーザモデル、行動サイクルの 7 段階モデルについて、実例（たとえば図 3）を多数交えながら紹介します。例えば、図 4 は、筆者がかつて所有していた冷蔵庫の取扱説明書ですが、これを見て冷蔵庫の機能（ユーザモデル）を推測します。取扱説明書からは冷凍部と冷蔵部の温度をそれぞれのつまみで設定できるようにも読めますが、実際には冷凍部のつまみは冷却装置のパワーを、冷蔵部のつまみは冷却装置が発生する冷気の

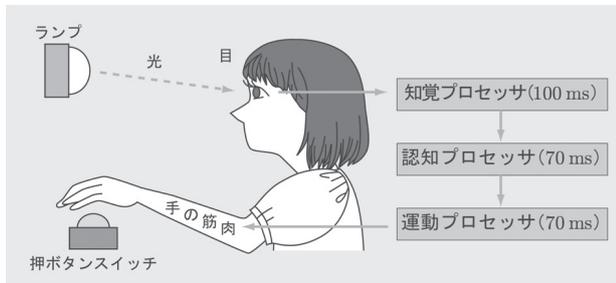


図 2 人の情報処理モデル



図 3 アフォーダンスを説明する写真

配分を設定する機能を担っています（図 5）。これはノーマンの書籍^[2]で紹介されている例で、設計モデルをユーザに伝えることの重要性を示しています。また、本章で紹介した用語を理解することを目的に、身の回りの使いにくい・使いやすい道具やソフトウェアを見つけ、授業で説明した用語を使って解説する宿題も用意しています。

3.4 ヒューマンインタフェースデバイス

次に、コンピュータ側の表面、すなわち人に対して情報を入力する機器について説明します。キーボード、ディスプレイ、プリンタ、ポインティングデバイス、タッチパネルディスプレイの仕組みを説明します。可能な限り実物を持ち込み、回覧したり、分解したり、液晶ディスプレイを偏光板を通して見てもらったり、自販機の切符をヒートガンで加熱したりなどして、仕組みの面白さに気づいてもらうよう心がけています。

冷凍室温度調節

ツマミの位置	使いかた	冷蔵室温度の目安
強	さらに冷やしたい場合	約-21℃(強の場合)
↑		
通常	通常使用の場合	約-18℃
↓		
弱	アイスクリームや冷凍食品がない場合	約-15℃(弱の場合)

冷凍室温度調節ツマミ
 ご注意
 ●冷凍室温度調節ツマミを「強」にしておくと、冷蔵室が冷えすぎることがあります。ご用がすみましたら元の位置に戻してください。
 ●冷凍室温度調節ツマミを「弱」にしておくと、冷蔵室の温度が高めになることがあります。このようなときは、冷蔵室温度調節ツマミを「強」寄りに調節してください。

冷蔵室温度調節

ツマミの位置	使いかた	冷蔵室温度の目安
強	冷蔵室の冷えが足りない場合	「強」にしますと、通常より約2~3℃低くなります
↑		
通常	通常使用の場合	約3℃
↓		
弱	冷蔵室が冷え過ぎる場合	「弱」にしますと、通常より約2~3℃高くなります

冷蔵室温度調節ツマミ

図 4 冷蔵庫の取扱説明書

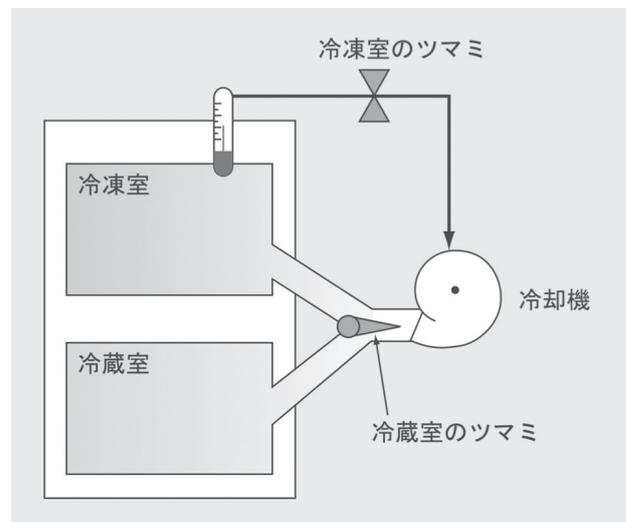


図 5 冷蔵庫の設計モデル

3.5 ハードウェアインタフェース

コンピュータの表面にある入出力デバイスをコンピュータで制御する部分の説明です。ここでは、人が操作したスイッチの変化、センサの変化をコンピュータに取り込み、また、人のために用意したディスプレイやアクチュエータを、コンピュータから作動させるための基礎的な技術を紹介し、オームの法則の復習をして、スイッチに付けたプルアップ抵抗やLEDの保護抵抗を説明し、スイッチとLEDを使った入出力の手法をいくつか紹介します。さらにAD/DA変換器やシリアル通信の考え方を紹介して、将来、センサやアクチュエータを活用した新しいHCIデバイスを試作する場合に必要なであろう基礎知識とします。また、スイッチを読み取ってLEDを点滅させるプログラミングの実際や、演習授業で学んだCやJavaなどのプログラミング言語との連携を、Arduinoを使って紹介します(図6)。

3.6 GUI

ここでは、コンピュータ側のより深層の話題として、コンピュータが人とインタフェースをする際の基本的な設計手法と実現方法(プログラミング)をGUIを中心に説明します。まず、GUIを構成するウィンドウ、カーソル、メニュー、各種ボタン、スライダなどの名称や動作について説明します。次に、直接操作、メタファー、WYSIWYG、Undo、モードなど、GUIにおける重要な概念と設計指針を紹介します。

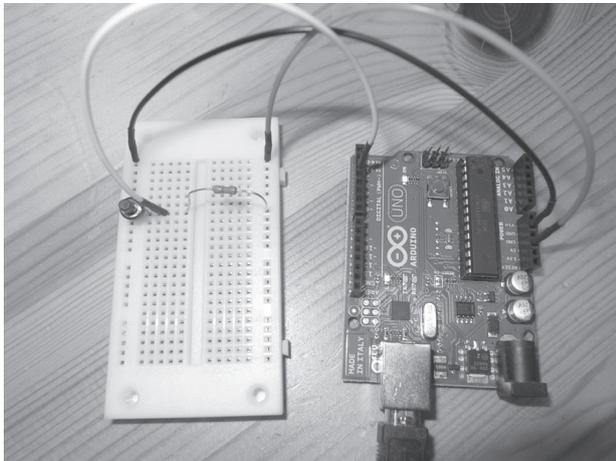


図6 Arduinoを使ったインタフェース作成

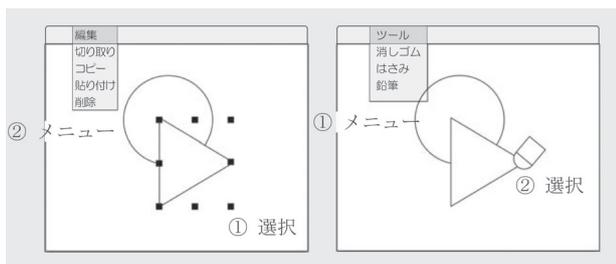


図7 インタフェース実現におけるモードの有無

図7はモードの有る操作方法とモードの無い操作方法を示した図です。

このあと、実際のGUIプログラミング例をいくつか紹介します。学生たちは、この授業に先立つ前年にJavaプログラミング実習の必修授業を受けており、そこで、GUI部品を使ってイベント処理するプログラミングを行っています。そこで、本講義ではプログラミングの実例を見せて説明することにし、学生がGUIプログラミングをする実習は行っていません。GUIプログラミングの手法として、無限ループの中でイベント処理を行う方式でのイベント駆動プログラミングと、自律的なオブジェクトを使用するオブジェクト指向プログラミングを、それぞれ簡単なプログラミング例を示して説明します。また、ユーザインタフェースビルダーを使ってのGUI設計を紹介するために、実際にGUI部品を配置し、メソッドとの結びつけを行い実演します(図8)。

3.7 インタフェースの評価

ここより先は、人とコンピュータの双方に関わる話題となります。評価の章では、設計・開発の段階で設計者が評価できることと、プロトタイプが完成以降にユーザにより評価できることに分けて、HCI評価の方法を説明します。前者では、GUI設計ガイドラインなどに基づいたチェックリストを使った方法や、キーストロークレベルモデルなどによる分析方法を紹介し、後者では、ユーザによる評価実験の進め方や注意事項を説明します。また、ポインティングデバイスの操作特性を説明するためにフィットの法則を紹介しています。人が目標地点まで少しずつ間合いをつめて近づけようとする中でフィットの法則が説明できることを、図9のようにゴルファーが目標まで半分ずつ距離をつめて行く例を使い示します。目標まで必要な打数の計算からフィットの法則の式を導出できることを示すことで、人がポインティング操作をするときの動きを理解できると考えています。

3.8 インタフェースの手法

この前半では、すでに実用になっているHCI手法の紹介

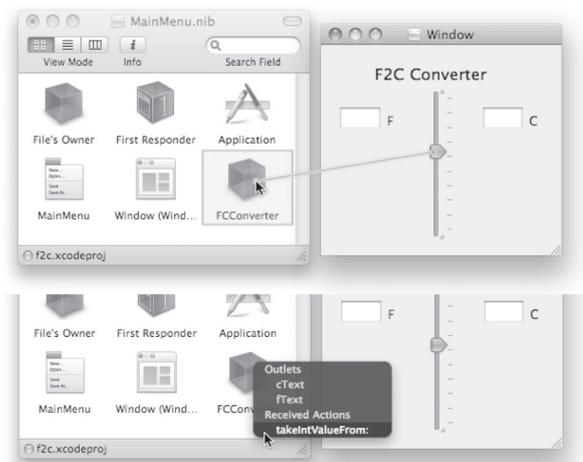


図8 ユーザインタフェースビルダーの紹介

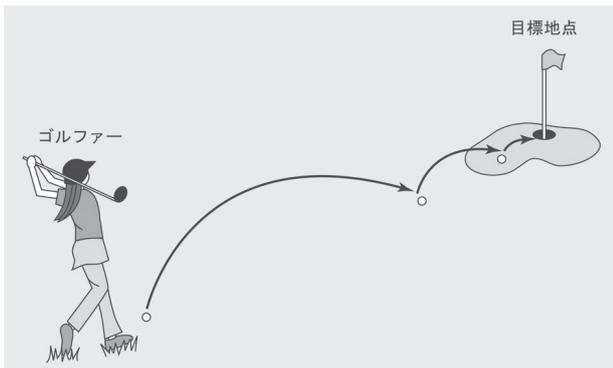


図9 フィッツの法則を説明しようとする図

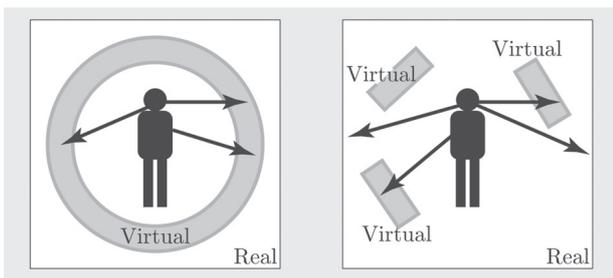


図10 VRとARの違いを説明する図

を行います。そこで、テキスト入力、音声インタフェース、コンピュータビジョン、紙によるインタラクション、物によるインタラクション、場所によるインタラクションを紹介しています。とくに最近の話題として、テキストの予測入力、Kinectなどのデプスカメラによるジェスチャインタフェース、2次元バーコード、Anotoペン、RF-IDタグ、GPSやWiFiなどによる位置情報を利用したインタフェース手法を紹介しています。

一方、後半では、実験的なHCI手法の紹介を行います。仮想現実感 (VR)、拡張現実感 (AR)、VRとARの違い (図10)、実世界指向インタフェース、ユビキタスコンピューティング、ウェアラブルコンピューティング、コンテキストを利用したインタフェース、タンジブルなインタフェース、アンビエントな情報提示などを、最近の研究実例を見せながら紹介します。

4. まとめと今後の課題

筆者が現在学部生向けに行っているHCIの講義について、内容を説明しました。長年このテーマで授業を行っていましたが、最近になって教科書を用意できたこともあり、内容がようやく整理されつつあるというのが実感です。一方で、技術開発や研究の動向に基づいて、今後も内容を更新していかなければならない宿命の授業であると考えています。また、実のところ1学期の授業では最後の章まで十分な時間をかけることができず、実施例を示す章などを十分には紹介できていません。本学科の場合、大半の学部学生が博士前期

課程に進学するため、そこでのHCI講義では後半の内容を詳細に紹介しています。学部と大学院での授業内容を検討して、復習と重複の部分を整理して、どちらも魅力ある授業として整えて行くのが今後の一つの課題と考えています。

参考文献

- [1] 椎尾一郎: ヒューマンコンピュータインタラクション入門, サイエンス社, 東京, 2010.
- [2] Norman, D. A.: The Psychology Of Everyday Things, Basic Books, 1998, (邦訳: 誰のためのデザイン? - 認知科学者のデザイン原論, 新曜社, 1990).

著者紹介



椎尾 一郎: (しいお いちろう)

1979年3月名古屋大学理学部物理学科卒業。1984年3月東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了。工学博士。同年4月、日本アイ・ビー・エム株式会社東京基礎研究所に入社。マルチメディアシステム、オフィスシステムなどのユーザインタフェースの研究に従事。1997年4月玉川大学工学部助教授をへて2002年4月教授。2001年4月～2002年3月ジョージア工科大学客員研究員。2005年4月よりお茶の水女子大学理学部情報科学科教授。2007年4月組織変更によりお茶の水女子大学人間文化創成科学研究科教授、実世界指向インタフェース、ユビキタスコンピューティングを中心に研究。情報処理学会、ソフトウェア学会、ヒューマンインタフェース学会、ACM各会員。