

図形と文法: 知のツールとしてのメタ GUI

Figure and Grammar: Meta-GUI as a Tool for Intelligence

田中 二郎[†]
Jiro Tanaka

三浦 元喜[†]
Motoki Miura

[†]筑波大学 電子・情報工学系

Institute of Information Sciences and Electronics, University of Tsukuba

E-mail: {jiro, miuramo}@iplab.is.tsukuba.ac.jp

Abstract Currently, the desktop computers is popular. However, how the computer will change in future? How will the computer-human interaction be? Our assumption is that the era of personal computer (PC) will cease and PDA (Personal Digital Assistant) or mobile phone will replace PC. We are paying attention to the computer paradigm of “Ubiquitous Computing” or “Pervasive Computing.” We are focusing the display techniques for the large display and the coordination techniques between the small display devices and the large display. In this paper, we introduce the series of our approaches for “Ubiquitous Computing,” i.e., Handragen, Popie, SVNC, comDesk and Snail system.

Keyword Ubiquitous Computing, PDA, Mobile Phone, Large Display, Pen Input, Spatial Parser Generator, VNC, Japanese Input System

1. はじめに

現在はコンピュータとしてはパーソナルコンピュータ(PC)が全盛の時代であるが、次世代のコンピュータはどのように変化していくのであろうか? コンピュータと人間とのインタフェースはどのようになっていくのであろうか?

われわれは、一つの仮説として近い将来に PC の時代は終わり、携帯情報端末(PDA: Personal Digital Assistant)や携帯電話が現在の PC にとって代わることを想定している。今、注目を集めているのはユビキタスコンピューティングもしくはパーベシブコンピューティングとよばれるコンピューティングパラダイムである。人間はコンピュータの前に座るのではなく、実世界を移動しながら、チケットなどの予約や各種の情報収集などを PDA や携帯電話を用いて行うようになる。すでに携帯電話によるさまざまなチケット予約や位置情報サービスなども始まっている。

また、PDA や携帯電話のほかに、壁面ディスプレイなどの大画面コンピュータが街角などで使われるようになる。人間はいままでのように一台のコンピュータを単独で使うのではなく、複数台の PDA や携帯電話、大画面コンピュータを利用するようになる。ここではこうした複数台のコンピュータをどう連携させるかが重要となる。

そうした中で、われわれは特に人間とコンピュータのインタフェース(ユビキタスインタフェース)に着目している[1]。ユビキタスインタフェースの肝はその表示技術にある。PDA や携帯電話などの小画面コンピュータでは、いままでの PC とは異なった表示技術や操作技術が必要になる。また、壁面ディスプレイなどの大画面コンピュータにおいても、あらたな表示技術、操作技術が必要となる。

小画面コンピュータ用の表示技術についてはすでにさまざまな研究が行われており、われわれは「大画面表示」、小画面と大画面の「連携技術」にとくに着目し、研究を行っている。

2. 大画面に表示させた図形やジェスチャを解析する空間解析器

最近では、プラズマディスプレイなどの大画面表示装置を用いて提示を行う機会が増加している。大画面表示装置に接続された計算機とインタラクションを行う場合には、大画面におけるポインティング操作はマウスを用いるよりもペン操作のほうが親和性が高い。

特に大画面において利用されるビジュアルなソフトウェアにおいては、図形等のグラフィックスによってモデルを表現するだけでなく、そのモデルに対するインタラクションを提供することが求められる。例えば、ペンを用いて画面に直接触れることによって図形の描画や編集を行いたい場合

がある。しかし、このようなアプリケーションを最初から構築する作業は手間がかかるし、またソフトウェア開発の過程でしばしば発生するインタラクション手法やデザインの変更に対応する作業もいままでは容易ではなかった。

われわれはそのようなビジュアルアプリケーション(ビジュアルシステム)を効率的に開発するため、空間解析器生成系(Spatial Parser Generator)の研究を行っている[2,3,4,5,6,7]。空間解析器(Spatial Parser)とは描画・編集された図形を解析するソフトウェアモジュールであり、空間解析器生成系とは図形の文法と処理内容を記述した仕様から空間解析器を自動生成するソフトウェアのことである。

従来、テキスト処理の世界においては、構文解析という概念があり、形態素解析されたテキストから構造をもつ構文を抽出することができた。しかしながら図形をあつかう世界ではこのような解析器を意識することがあまりなかった。空間解析器とは、ようするに構文解析器の図形版と考えてよい。

また、空間解析器生成系とは仕様を与えれば空間解析器を生成することからコンパイラ・コンパイラのようなものと考えればよい。

いままで空間解析器への入力図形は、描画ソフトウェアなどを用いて入力する必要があったが、今回、ペンを用いて画面に描かれたストロークを入力として扱えるようにし、Handragen (Hand-writing & Drawing tool & Generator) システムとして実装した[8,9]。Handragen システムでは、ユーザがペンを用いて図形を書いていくと、描かれた図形をあらかじめ入れられた図形文法にもとづいてリアルタイムに整形していく。Handragen によって実現されたビジュアルシステムの1つ「計算の木」を実行している様子を示す(図1)。

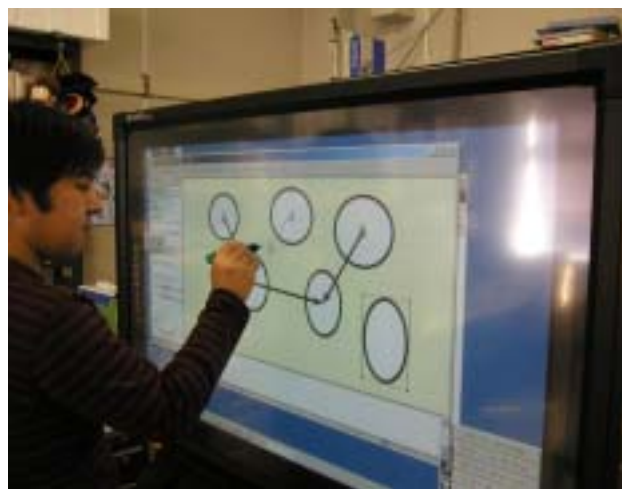


図1 Handragen によって実現されたビジュアルシステム「計算の木」の実行の様子

ユーザが丸や数字を描くと「ノード」が作成され、「ノード」を結ぶ線を描くと「リンク」が作成される。また2つのノードが1つの演算子ノードにリンクされると計算が実行される。Handragen を用いることにより、このようなビジュアルシステムを図形文法の定義のみで記述することが可能となった。

また、Handragen システムは簡単なジェスチャも認識するので、入力された図形の消去などの操作をメニューでなくジェスチャで入力することができる。

なお Handragen システムは、そもそもクラスルームにおける学校教育などの場面を想定し、大画面表示装置を念頭において開発したものだが、タブレットPCなどのペン入力を用いるコンピュータの入力にも使用することができる。またペン入力の代わりにマウスを用いて入力することも一応可能である。

3. ペンを用いたメニュー選択に基づく入力インタフェース

大画面表示装置の近くでは利用者は立ちながら作業を行うことが多いため、文字入力にキーボードを用いると作業の流れが中断してしまう。そこで、われわれは「ペンを用いたメニュー選択に基づく日本語入力方式」について研究を行った[10]。われわれはペン先を離さずに機能選択を行うことができる FlowMenu を利用して日本語入力を行えないかどうか検討を行い、システム Popie (predictive operation on pie shared menu) の実装を行った(図2)。



図2 ペンによるメニュー選択に基づく日本語入力システム Popie

Popie では、円形のメニューを選択していくことによって読みの入力、候補の絞り込みと確定を行っている。Popie では、「読み」を入力する際に

50音を選択するのは利用者の負担となると考え、T9やTouch me key 10で用いられている子音入力を採用することによって、選択項目数を削減している。子音入力をそのまま適用すると候補数が膨大となり、変換候補を選択しづらくなる。例えば、「田中」と入力しようと「TNK」と入力した場合、「つなぐ」「手抜き」「狸」等の多数の語が候補に含まれてしまう。そのため、入力した子音の母音部分を後から追加入力できるようにすることによって、絞込みを行う機能を加えている。

また、POBoxなどで用いられている予測機構を組み込むことで、少ない候補選択でより多くの文字を入力できるようにしている。

Popieは日本語入力だけではなく図形の編集のための一連の操作を行えるように設計されている。そのためPopieを用いることで利用者は大画面表示装置を離れることなく作業を行うことができる。

4. PC画面を携帯電話で操作する方法

日常的に持ち歩く携帯電話を使って、離れた場所にあるPCを操作することができれば好都合である。外出先から遠隔の場所にあるPCのデータを閲覧する、あるいは緊急時に遠隔PCのメンテナンス作業を行うことなどが可能となる。本研究では、Virtual Network Computing(AT&Tケンブリッジ研究所)という画面転送技術を基礎技術として用いて、携帯電話に画面転送を行い、またマウス操作やキーボード操作をエミュレートしている。

携帯電話から遠隔計算機をネットワーク経由で操作するためのシステムとしてわれわれはSVNC(Small Virtual Network Computing)を開発している[11,12]。これはVNCを携帯電話用に再実装したものである。

SVNCでは、利用者が遠隔PCの状態を携帯電話の画面で確認しながら操作できるようになっている。そのために、遠隔計算機PCの画面を携帯電話に映し出し、さらに携帯電話上のボタン操作で遠隔PCのマウスポインタを移動し、遠隔計算機に文字入力を行うことを可能としている。またSVNCは、携帯電話上での操作性を向上させるために、任意の画面位置を記録するショートカット機能や、画面上の離れた箇所を同時に閲覧する画面分割機能など、小画面向けのインタフェースも提供している(図3)。上に挙げた用途の他に、あたかもテレビやビデオをリモコンから操作するように、大画面を見ながらその計算機を携帯電話から操作する、といった応用も考えられる。



図3 携帯電話による大画面コンピュータのリモコン操作

5. 画面転送・遠隔操作に基づくグループウェア comDesk

高性能かつ小型で可搬性に優れた計算機が安価に手に入るようになり、個人が複数台の計算機を使用する機会が増加している。そのため研究室やオフィス等では、複数の利用者がそれぞれ複数台の計算機を使用しながら作業を行うことが普通になっている。このような環境において利用者間の気軽かつ効果的な意思疎通を促進する手段として、われわれは計算機の画面転送と遠隔操作に着目し画面転送・遠隔操作に基づくグループウェア comDeskを実装した[13,14]。

従来の画面転送・遠隔操作ソフトウェアではサーバとクライアントとを区別し、サーバの画面をクライアントに転送し、クライアントからサーバを遠隔操作する、という構成が主流であった。しかしながら comDeskは、転送方向の制限を緩和し、また個々の計算機における設定を簡易化するため、サーバとクライアントとを区別しない Peer to Peer方式によって構成している。また、直感的な画面転送指示操作と、フィードバックが得られるようにするため、図4に示すようなインタフェースとして実現している。

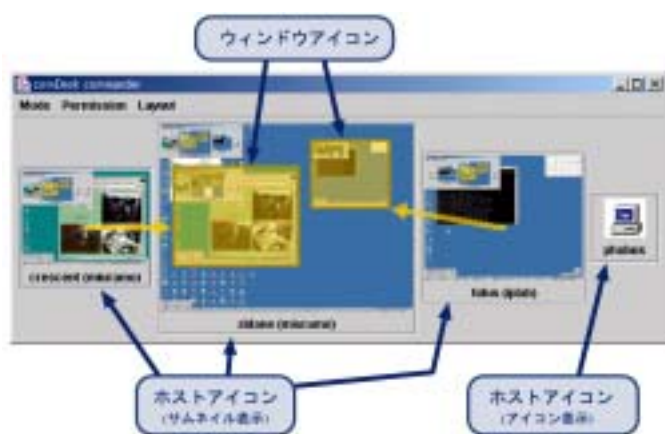


図4 画面転送・遠隔操作に基づくグループウェア comDesk のインターフェース

comDeskでは参加している各計算機は、それぞれ「ホストアイコン」として表される。ホストアイコンは、サムネイル表示とアイコン表示を切り替えることができ、サムネイル表示では該当ホストのデスクトップ画像が縮小されて表示される。画面転送指示操作は、転送元ホストアイコンを転送先ホストアイコンにドラッグ&ドロップすることにより、簡単に行うことができる。任意の転送元ホストと転送先ホストが指定できるため、自分の画面を「見せたい」場合と他人の画面を「見たい」場合のどちらにも対応できる。また、同一ユーザ名であれば転送元、転送先以外のホストからも画面転送指示操作が可能である。画面転送状況は、ホストアイコンの内部に表示される「ウィンドウアイコン」によって確認でき、ウィンドウアイコンをドラッグすることによって、転送画面の位置や大きさの変更、さらにホストをまたがった再転送や切断といった操作を行なうことが可能である。

comDeskを用いると、グループ内における画面転送と遠隔操作に基づくコミュニケーションが手軽に実行できるようになるため、初心者が計算機のトラブルの解決法を熟練者に尋ねたり、不慣れなソフトウェアの使用法を教えるといった行為が円滑に行えるようになると思われる。

6. 筆跡に基づくインタラクティブ授業支援システム

新たな情報技術の適用領域の一つとして学校教育の情報化がある。最近、大学は勿論のこと、各地の小中高にパソコンルームが整備され、クラスの全員が一人一台のコンピュータを使うことが可能と

なりつつある。

実際にパソコンルームを使用してみればわかることだが、パソコンルームに入った瞬間、学生は各々勝手にパソコンを操作し出す。権威ある教員はその瞬間から教員としての尊厳を失い、単なるパソコン操作のためのアシスタントになってしまう。

一般にコンピュータの利用形態には、通常教室を用い一斉授業の中で教員が操作してみせる「演示型」、パソコンルームで生徒一人一人がコンピュータを操作する「実習型」の二つが考えられる。われわれの見解としては、教育は伝統的に「演示型」であるべきで、「実習型」の教育は実際の運用が困難であり、結局成功しないとの立場である。

したがって、パソコンルームを用いて教育をおこなうことはほとんど不可能である。教育の主導権は教員にあるべきで、そのためにはこのような従来型のパソコンルームではなく、演示型の教育を支援する「第二世代のパソコンルーム」を整備すべきだとわれわれは主張している[15]。

「第二世代のパソコンルーム」には、教師の背後に巨大なバックスクリーンが配備され、教員はこのスクリーンを用いて講義を行なう。学生一人一人はパソコンではなくPDAを持ち、通常は教員とスクリーンを眺め、ローカルな操作はPDA上で行なう。

PDA上とスクリーンの間では情報の受け渡しが可能であり、スクリーンの情報をPDAに取り込んだり、PDAに書き込んだ情報をスクリーンに転記することが可能である。

われわれは、「第二世代のパソコンルーム」は大学教育や中学、高校教育においては有効であると考えている。しかしながら小学校などでPDAを直接操作する教育を行うには多少無理がある。



図5 SnailClientCE：生徒が書いた筆跡情報を、デバイスにより取得し教師側の計算機にリアルタイムで送るシステム

そこでわれわれは従来の授業形態を踏襲したインタラクティブ授業支援システム ``Snail system" (Snail = Stroked Note Analysis for Interactive Lecture) を提案している[16]。ここでは慣れ親しんだ紙と筆記用具を用いてインタラクティブな仕組みを導入するため、デジタルインクを利用しており、収集した生徒の筆跡を無線 LAN 付き PDA を介して教師の計算機にリアルタイムに送信し閲覧や解析を行うようにしている(図 5)。これにより、より双方向性の高い授業が可能となり、生徒と教師のコミュニケーションの深化が期待できる。

7. 知のツールとしてのメタ GUI

人間の知的活動ということ考えたときに、よく行われることは、「アイデアを図に描いてみる」ということである、「考えを文章としてまとめる」ということもよく行われる。例えば KJ 法においてもメモを 2 次元上に配置し、そこから文章を起こすといったことがよく行われる。

こうした人間の知的活動をコンピュータを用いて表現しようとする PC の表示画面はいかにも小さすぎる。大画面表示装置を用いることにより、こうした人間の知的活動をサポートできるインフラが整備されてきたといえる。

コンピュータは当初テキストを処理する能力しか持たなかったが GUI (Graphical User Interface) を用いることにより、より人間に親しみやすい、使いやすいツールとなった。現在求められているのは GUI の次に来るべきメタ GUI と呼ぶべきパラダイムである。

メタ GUI をどのようなものか考えるかについてはさまざまな可能性があると思われるが、ここでわれわれが提案しているのは、単なる描かれた 2 次元のグラフィックスとしての(受動的な)ユーザインタフェースではなく、描かれたものが構造をもち、構造の意味を認識して賢く(能動的に)動作するビジュアルシステムとしてのメタ GUI である。

そこではわれわれが行っている空間解析器生成系の研究が重要な要素技術となってくる。

また、人間の知的活動はオフィスの中でおきるのではなく、現場にでて初めて成立するものである。こうしたフィールドワークで力を発揮するのは PDA である。PDA と大画面を連携させることにより、コンピュータによる人間の知的活動の支援も新しい局面を迎えたということが出来るであろう。

文 献

- [1] 田中二郎: TARA プロジェクト活動報告, マルチメディア情報研究アスペクト, 実世界指向インタラクティブの研究, TARA News No.24, 2003 年 4 月, pp.4-9.
- [2] 馬場昭宏, 田中二郎: Spatial Parser Generator を持ったビジュアルシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.5, 1998, pp.1385-1394.
- [3] 馬場昭宏, 田中二郎: 「恵比寿」を用いたビジュアルシステムの作成, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, 1999, pp.497-506.
- [4] 丁 錫泰, 田中二郎: Rainbow:ビジュアルシステム生成系におけるレイアウト制約の実現, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.5, 2000, pp.1246-1256.
- [5] 丁 錫泰, 田中二郎: 空間パーサにおける木構造レイアウト制約の実現とその評価, 電子情報通信学会誌 D-I, Vol.J84-D-I, No.9, 2001, pp.1350-1361.
- [6] 飯塚和久, 亀山裕亮, 志築文太郎, 田中二郎: インクリメンタルな解析による空間解析器の高速化, 情報処理学会論文誌 プログラミング, Vol.44, No.SIG 13(PRO 18), 2003, pp.100-109.
- [7] 亀山裕亮, 飯塚和久, 志築文太郎, 田中二郎: GIGA:空間解析器生成系におけるグラフィカルな文法編集システム, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.11, 2003, pp.2565-2574.
- [8] 山田英仁, 飯塚和久, 田中二郎: ビジュアルシステム生成系「恵比寿」におけるジェスチャの実現, 日本ソフトウェア科学会第 19 回大会, 2002 年 9 月.
- [9] B. Shizuki, H. Yamada, K. Iizuka and J. Tanaka: A Unified Approach for Interpreting Handwritten Strokes using Constraint Multiset Grammars, Proceedings of the 2003 IEEE Symposium on Human-Centric Computing Languages and Environments (HCC '03), October 28-31, 2003, pp. 180-182.
- [10] 佐藤大介, 志築文太郎, 三浦元喜, 田中二郎: ペンによるメニュー選択に基づく日本語入力手法, 日本ソフトウェア科学会第 20 回大会, 2003 年 9 月.
- [11] 中須正人, 志築文太郎, 田中二郎: 携帯電話版 VNC システム, インタラクティブ 2002 論文集, 情報処理学会, 2002 年 3 月, pp. 217-224.
- [12] B. Shizuki, M. Nakasu and J. Tanaka: VNC-based Access to Remote Computers from Cellular Phones, Proceedings of the IASTED International Conference on Communication Systems and Networks (CSN 2002), September 9-12, 2002. pp. 74-79.
- [13] M. Miura, B. Shizuki and J. Tanaka: A Framework for Transferring Desktop Images and Remote Operations in Multiple Computer Environments, Proceedings of 10th International Conference on Human-Computer Interaction, June 24-27, 2003, Volume2, pp. 198-202.
- [14] 三浦元喜, 志築文太郎, 田中二郎: P2P 技術を適用した画面転送・遠隔操作システムの開発, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.1, 2004. pp. 289-299.
- [15] 田中二郎: IT 革命の教育現場への応用: ヒューマンインタフェース研究者の立場から, 日本数学教育学会誌, Vol.83, No.9, 2001, pp.31-38.
- [16] 三浦元喜, 志築文太郎, 田中二郎: PDA とデジタルインクを利用したインタラクティブ授業支援システム, 日本ソフトウェア科学会第 20 回大会, 2003 年 9 月.