

**Augmented Interaction:**  
状況認識に基づく新しいインタラクションス  
タイルの提案

暦本純一

SCSL-TR-94-030

1994年12月24日

Sony Computer Science Laboratory Inc.  
3-14-13 Higashi-gotanda, Shinagawa-ku,  
Tokyo, 141 JAPAN

Copyright © 1995 Sony Computer Science Laboratory Inc.

Also appeared in *Workshop on Interactive Systems and Software 1994* (WISS'94).

# Augmented Interaction: 状況認識に基づく新しいインタラクションスタイルの提案

暦本純一

1994年12月24日

## abstract

Recent progress in hardware technology has brought about computers that are small enough to carry or even wear. These new computers, however, preclude the use of traditional user-interface techniques such as graphical user-interface (GUI) or desktop metaphor. To overcome these shortfalls, human computer interaction (HCI) technology is rapidly changing, resulting in a transition akin to the switch to GUI in the 80's. This paper discusses why traditional GUI is not adequate to support highly portable computers, and proposes a new HCI style called the *augmented interaction* which is concentrating on the user's real world activities. *situation awareness* and *implicit interaction* are the key concepts of this style.

コンピュータの小型化によって、携帯できるコンピュータの実現が可能になった。しかし、現状ではそのインタラクションスタイルはデスクトップコンピュータのGUIを単に持ち込んだものにすぎず、携帯化によるコンピュータの利用形態の変化に対応していない。その原因のひとつは、携帯性によってコンピュータを使う場面が飛躍的に拡大しているにもかかわらず、コンピュータがそういった状況から得られる情報をうまく活用できていないことにあると考えられる。本稿では、利用者の置かれている実世界の状況を認識する装着型コンピュータの構成方法を提案し、従来のGUI的な「コンピュータと対面するインタフェース」という範疇ではとらえられないような、コンピュータとの新しいインタラクションスタイルについて考察する。

## 1 GUIからポストGUIへ

ハードウェアの進歩によって、コンピュータの形態は大きく変化しつつある。特にサイズの変化が著しい。部屋を占領するメインフレームから、デスクトップ型、ノート型、さらには手帳型と進化してきている。しかし、その一方でソフトウェアやヒューマンインタフェース(HCI)が、小型化されたコンピュータに対応できていないのも事実である。携帯しての利用を前提とした手帳型コンピュータには、デスクトップコンピュータを想定して開発されたGUIはそぐわない。本稿では、従来のGUIとは質的に異なった目的をもつHCIの方向を、仮に「ポストGUI」と総称することにする。

小型化へのシフトは、コンピュータを利用する局面が従来に増して飛躍的に拡大することを意味している。今までは、コンピュータの利用とは「コンピュータのある所へ行く」ことであった。したがって、コンピュータを利用するときの利用者の置かれている状況はいつも同じ(たとえば机に向かっている)と仮定しても差し支えなかった。しかし、今後は日常生活のあらゆる局面に「コンピュータが持ち込まれる」傾向が増大するであろう。この主客逆転が、HCIの設計方針に大きく影響を及ぼすだろう。つまり、机に向かって使うコンピュータではなく、会議中、通勤中、ビル内の移動中などに使うコンピュータが一般化するわけである。コンピュータの利用をオフィス内に限ったとしても、会議室でプレゼンテーションをしているときに必要な機能と、ファック

スの前にいるときに必要な機能は同じではない。このように、利用者の置かれている状況の変化にとともに、コンピュータに求められる機能は刻々と変化していく。しかし、現状のコンピュータが持っているインタラクションスタイルはその変化を考慮して設計されていない。

以下で、現状のGUIシステムの限界について考察してみる。

**デスクトップの束縛** GUIでは、机上のコンピュータと対面している時にのみコンピュータの機能を利用できることが暗黙の前提となっていた。しかし、実際には在席で出来る作業は現実の業務のごく一部にすぎない。現状では、情報が必要な場所や作業が発生した場所ですぐにコンピュータの能力を利用することが困難である。常に「仕事を自分の机に持ち帰る」ことを要求される。すなわち、従来のコンピュータは「コンピュータのあるところに行って利用する」という発想から抜け出せていない。

また、デスクトップコンピュータのインタフェースは、暗黙のうちに「利用者が常にコンピュータに対面して、その注意をすべてコンピュータのスクリーンに注いでいる」という前提の下に設計されているが、この前提は携帯型コンピュータにおいては必ずしも適切ではない。

**現実世界とコンピュータ世界のギャップ** GUIのインタラクションは、コンピュータ内の世界と利用者との界面に焦点を当てている。しかし、たとえば「ペーパーレスオフィス」が結局は実現しなかったことからわかるように、全ての処理を電子世界内に完結させよう、という発想は現実的ではない。実世界と電子世界という二つの異質な世界間の流通を良くする技術に注意を向ける必要がある。

**実世界状況の認識** 映画の字幕は、ストーリーの進展や俳優の台詞に同期して表示されてこそ意味があり、たとえば上映の前に一括して表示されても役には立たない。このように、同じ情報でも提示されるタイミングや状況によってその有効性は大きく変化する。従来のGUIでは、利用者の置かれている状況をコンピュータが認識して、適切な対応をするという発想はあまり見られなかった。デスクトップコンピュータは「机上で作業している」という限定された状況でしか利用者と対面しないので、そもそもこの問題が認識されていなかったともいえる。たとえば「コンテキスト依存ヘルプ」というものがあるが、ここでのコンテキストとはコンピュータ内のアプリケーションにおける状況を指しているにすぎない。

しかし、コンピュータが携帯型になると、利用者がどこにいて何をしようとしているのか、を認識することが重要になってくる。たとえば自動車のナビゲーションシステムでは「現在どこを走っているか」をシステムが知っているかどうか非常に重要なポイントとなる。会議に参加している利用者は、その状況に即した情報、たとえば「前回の会議の資料」が容易にアクセスできるようなコンピュータを望むであろう。どちらの例でも、利用者が現在位置をコンピュータにインプットしたり、会議名をインプットして資料にアクセスすることは可能であるが、利用者に不必要な操作を強いるため、システムの使い易さが阻害されてしまう。

**煩雑な操作** 現状のGUIシステムでは、コンピュータの機能を利用するためには、コンピュータに対して何らかの指令を与えるなければならない。指令がキーボードからのコマンドであるか、マウスによるものかを問わず、少なくとも利用者は

- いまどんな情報、機能を必要としているか
- それにはどんな指令を入力する必要があるのか

を判断しながらコンピュータを利用しなければならない。古典的なコマンド指向インタフェースと比較して、GUIでは操作やその結果をビジュアルにすることでインタフェースの向上をはかってきた。しかし操作そのものが必要である点では、コマンド指向インタフェースから本質的には進歩していないとも言える。実際、GUIは操作の際の認知的負荷を軽減しているのであって、操作そのものを簡易化しているのではない点に注意すべきである。BellcoreのNielsenはこういったインタラクションをexplicit dialogと総称し、バッチ指向からGUI

に至るまでのコンピュータと利用者との対話スタイルを支配してきた原理であるとしている [4]。

デスクトップコンピュータと対面して、利用者の注意をすべてコンピュータに注ぐような状況では、操作の強要は大きな問題とはならなかった。しかし携帯型のコンピュータでは、移動中や会議で発言をしている最中など、「他の作業をしているときに」コンピュータの能力を利用する必要がある。その場合、もし利用者の置かれている状況をコンピュータが判断できるのなら、本質的でない操作は省略できるはずである。逆に、煩雑な操作をそのまま携帯型のコンピュータに持ち込むと、コンピュータの携帯が物理的に可能になっても、実際には利用する時間や場面が限られてしまう、という結果に終わるだろう。

たとえば、ある人のオフィスを訪ねて、その人が不在だったとしよう。そして、相手にメッセージを残すために、その場で（オフィスのドアの前で）携帯型コンピュータを使って電子メールを送信しようと思ったとする。もしコンピュータが

- 今いる場所は 氏のオフィスの前である
- 氏は現在不在である

といった状況を認識すれば、コンピュータに対して単に「伝言」という指令を与えるだけで、誰宛で何の理由での伝言なのかをコンピュータが推測して補足できるはずである。一方、状況認識を行わないコンピュータを使うと、相手の電子メールアドレスを指令として明示的に与えなければならず、操作が煩雑なものになってしまう。

## 2 Augmented Interaction

このように考えていくと、現状のデスクトップで有効な概念でも、携帯型のコンピュータでは必ずしも有効ではないことがわかる。たとえばデスクトップメタファ・マルチウィンドウ・WYSIWYG・WIMP・ダイレクトマニピュレーション、といった現状の GUI スタイルの中心となる概念も、携帯型コンピュータではさして重要ではない。これは、ひとつには携帯型コンピュータの小さなスクリーンではデスクトップで有効な対話技法が通用しないということがある。しかし、より深い要因として、利用者の置かれている状況を判断すること、利用者の意図を推測し、余計な操作を不要にすること、などデスクトップではあまり注目されてこなかった対話手法への重要性がポスト GUI 時代には増していくことが挙げられる。

それではポスト GUI の HCI には何が求められるのだろうか。という問いかけに対する答えのひとつとして、本稿では「現実の状況を認識し、それにコンピュータの情報を付加することで利用者の環境をより理解しやすくするようなコンピュータと人間の対話スタイル」を提案する。たとえば、補聴器や眼鏡は現実の情報を処理し、(ハンディキャップを持った) 人間により適した情報として提供している点に価値がある。映画の字幕やスポーツ放送のテロップも、生の情報をより理解しやすくするための補足情報という観点でとらえることができる。同様に、次世代のコンピュータでは、オフィスや工場など、現実の環境を飛び交う情報を整理し、利用者にとって理解しやすい方法で提供するであろう。こういったインタラクションスタイルは、以下のような概念で特徴づけられる。

**対面しないインタラクション** 従来の GUI 的インタラクションは、コンピュータと向き合った利用者を焦点とし、その間の交流を支援するものだった。一方、本提案方式では、利用者の実世界とのインタラクションを支援することを目的としている。従来のインタラクションでは人間がコンピュータに aware であったが、本方式ではコンピュータが人間に対して aware であると言い替えることもできる。

**携帯性・装着性** いつも身に付けて利用できる。外見は、現在のページャ(ポケベル)、補聴器、携帯型ラジオ、ウォークマン、眼鏡といった機器に近いものになるだろう。実世界での作業を阻害しないためには、head up display のように両手が自由になる形態が適している。一方、社会的許容度の点では通常の PDA のような手帳型の形態も考慮する必要があるだろう。

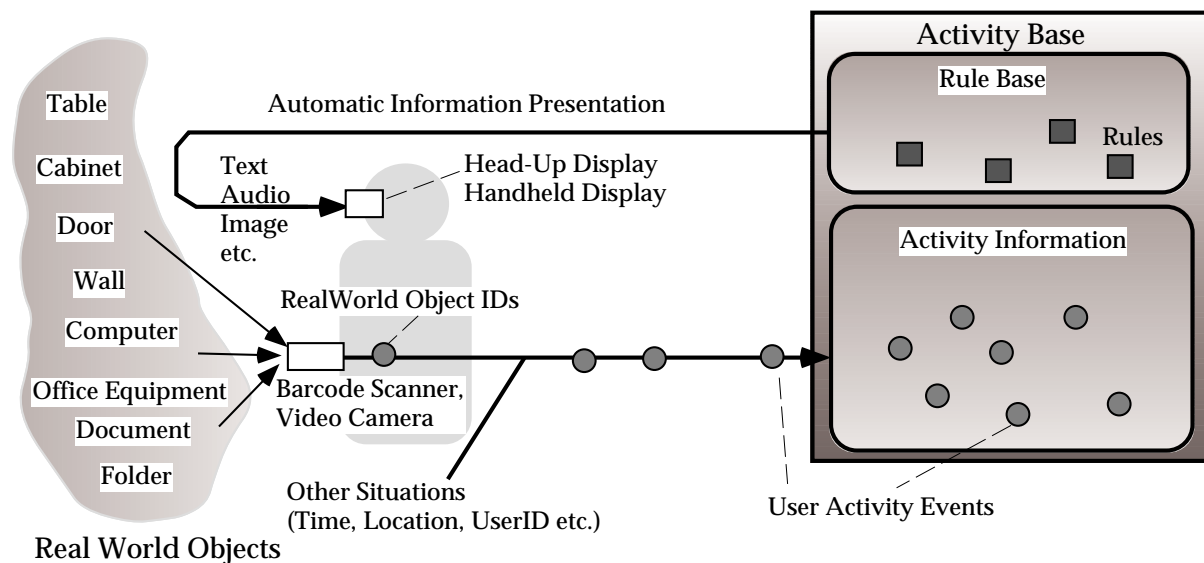


Figure 1: Augmented Interaction に基づくコンピュータの構成

**実世界状況の認識** 利用者が現実世界のなかでどのような状況に置かれているかを認識する。状況としては、場所・時刻・利用者の発話・利用者の見ているもの、操作の履歴・近くにある物品、などが考えられる。

利用者の大域的な位置はGPSなどの手段によって得ることが可能であろう。一方、よりミクロな状況(たとえば図書室のどの本棚の前にいるか)を知るためには、別の手段が必要である。

外部状況を認識するための簡便な方法として、実世界の事物にバーコードのようなIDを添付してしまうことが考えられる。たとえばキャビネットの扉に添付されたバーコードを認識することで、コンピュータは利用者がどこにいるかを知ることができる。この方式ではまた、現在すでに利用されているID体系を借用する可能性も考えられる。たとえば「どんな雑誌を読んでいるか」という状況は、雑誌に印刷されたバーコードによって認識できる。

限定された状況では、コンピュータビジョンによる状況認識も利用可能であろう。携帯型コンピュータに取り付けられたカメラによる映像情報から、利用者の注目している事物を特定することができる。

**暗黙の対話** 状況認識によって、不必要なコマンドを与えることなく、ユーザが必要とする情報を提示できる。これは、別の言い方をすれば「状況を入力とする」一種のマルチモーダルインタフェースである。従来のGUI的な考え方では、ドアの取っ手や水道の蛇口などの操作性、その形状から機能が推察できるか(Normanのいうaffordance [5])に重点を置いていた。これは明示的な操作に着目した発想といえる。一方、暗黙の対話はこれに対して「手を差し出すだけで水が出る蛇口」や「自動ドア」を持ち込む発想に相当する。

図1は、本稿の提案するスタイルによるシステムの概念図である。コンピュータが人間と向き合うのではなく、むしろ人間の背面に位置し、実世界と向き合う人間を補助するコンピュータを目的とする点で、従来のGUIとは大きく考え方が異なると言える。ここでは、人間とコンピュータの間のインタラクションよりも、人間と実世界のインタラクションにまず着目し、コンピュータはそれを増強するという立場をとる。その意味でこのスタイルをAugmented Interactionと呼ぶことにする。

図2は、人間・コンピュータ・実世界間の相互交流の観点から、種々のHCIスタイルを比較したものである。

(a) 従来のデスクトップ型(GUIベース)コンピュータでは、利用者はコンピュータディスプレイ

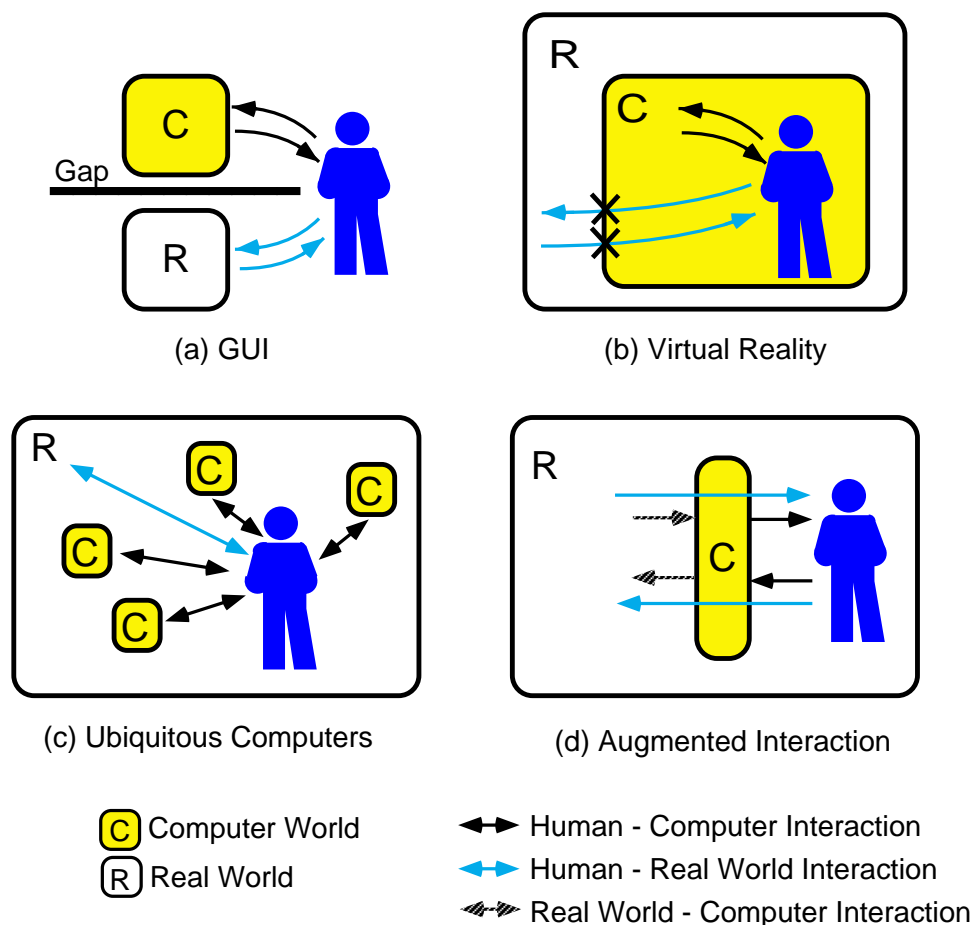


Figure 2: インタラクションスタイルの比較

イと対面し、キーボードやマウスを介して対話する。一方利用者は現実世界とも交流しているが、この二つのインタラクションは融合されておらず、いわばギャップが生じている。

- (b) 仮想現実感 (virtual reality) に基づくインタラクションスタイルでは、ユーザの交流範囲は完全にコンピュータの作り出す世界に限定され、現実世界とのインタラクションは遮断されてしまう。
- (c) ubiquitous computing によるインタラクション [7] では、コンピュータは現実世界に埋め込まれており、コンピュータとの交流と現実世界との交流は混然一体のものになっている。
- (d) 本稿で提案するインタラクションスタイル。このスタイルでは、利用者は現実世界と交流するが、そこにコンピュータが付加的な情報を付与し、より現実世界を理解しやすいものにする。またコンピュータは利用者と現実世界との交流、利用者の置かれている状況を理解し、適切な対応をとる。このアプローチは ubiquitous computing に似ているが、ubiquitous computing が人間とコンピュータを世界の対等な構成物と考えているのに対して、このスタイルではコンピュータを人間の能力を補強するための（眼鏡や補聴器といった器具に近い）概念として位置づけている点が異なる。

なお、本スタイルに近いコンセプトとして、透過型の Head Mounted Display を使った、VRの変種である Augmented Reality (AR) がある [2, 1]。現状の AR の研究では、仮想空間イメージと実空間イメージの3次元的な合成を主な課題としているが、ARによって人間の能力を増強するためには、本稿で主張するような状況認識の発想を取り込むことが必要であろう。

## 3 試作システム

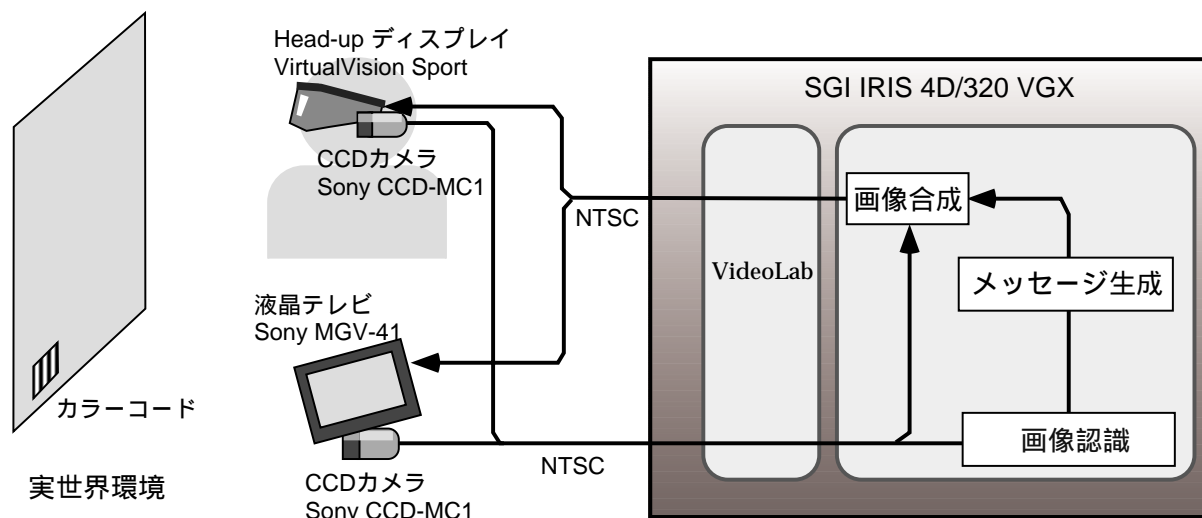


Figure 3: システム構成

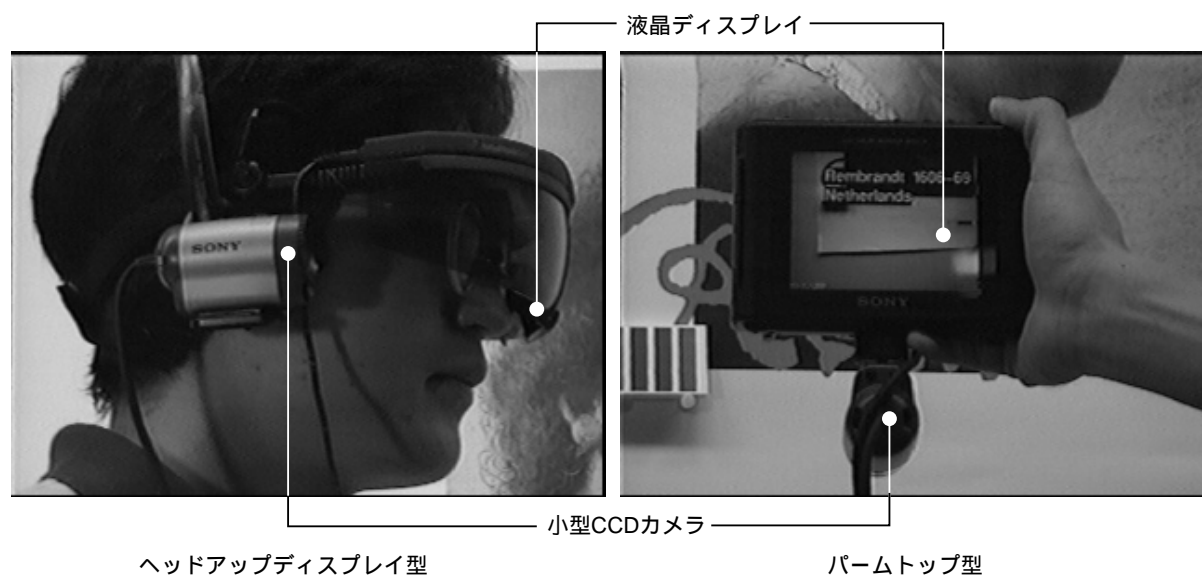


Figure 4: 試作システムの外観

現在、本稿の考え方に基づいた試作システムを開発中である。以下にその概略を述べる。

このシステムは、ユーザが実世界の中を歩きまわるとき、ユーザが携帯している装置が実世界の事物を認識し、それに応じたメッセージを自動的に提示する、というものである(図3)。

実環境に情報を表示する装置としては、簡易ヘッドアップディスプレイ (VirtualVision Sport) もしくは、小型の液晶テレビを用いている。VirtualVision は、ユーザの視界の一部に特殊な光学系を介して超小型液晶テレビの映像を表示するもので、VR 用の HMD とは異なり、ユーザを実世界から遮断しない。液晶テレビは、手をもって使用する。図4にそれぞれの外観を示す。

実世界状況を認識する手段として、小型ビデオカメラを利用している。VirtualVision と併用する場合は、これを頭部搭載型カメラとして使い、液晶テレビと併用する場合は、テレビにカメラを取り付けて利用する。ビデオカメラからの映像は、リアルタイムにワークステーション (SGI IRIS 4D VGX) に取り込まれて処理される。外部状況の認識を容易にするために、実世界の事物にカラーコード (赤と青のストライプによって ID をエンコードしたコード) を添付している。こ





Figure 5: 生成された画面の例

れは、小島の分類による ID-aware なシステムの一つといえる<sup>1</sup>。

システムは、カメラから得た画像の上に、認識したカラーコードに従って作成されたメッセージを重ねて表示した映像を合成する。生成された映像は、VirtualVision あるいは液晶テレビを経由してユーザに示される。画像認識を含むすべての処理はソフトウェアで行なっており、毎秒 10 フレーム程度の頻度で画像を更新している。図 5 に生成された画像の例を示す。

液晶テレビ型のシステムと関連する研究例として、Fitzmaurice の Chameleon (spatially aware palmtop computers) がある [3]。これはパームトップコンピュータの一種で、置かれた 3 次元的な位置や方向によって見える情報が変化するシステムである。しかし、空間的な位置のみによって提示する情報を決定してしまうと、たとえば現実世界での変化 (ものの移動など) に迅速に対処できない。本試作システムでは実世界からの入力 (この場合は画像) から状況を認識し、それによって情報を決定するアプローチをとっている点でより一般性があるといえる。一方、VirtualVision を用いたシステムは、大座畑の提唱する「航行めがね」[9] のコンセプトを、現在利用できる技術を用いて具現化したものともいえるだろう。

## 4 おわりに

本稿では、近未来の、コンピュータを常に持ち歩く生活が一般化している時代に要求される HCI のスタイルについて考察した。重要なポイントは「現実とコンピュータをいかに融合するか」であり、そのために「利用者がどんな状況に置かれているかを認識する」ことが必要であると主張した。

注意しておきたいのは、本稿で述べているコンピュータは現状のデスクトップ型 (あるいは携帯型であっても従来型のユーザインタフェースを持つもの) を否定するものではない、ということである。ポスト GUI システム (群) は、むしろそれらのコンピュータと共存し、補完していく性質のものである。ポスト GUI にとって、従来型のコンピュータも支援すべき現実の一部なのである。たとえば腕時計と置き時計には、どちらがどちらを置き換えるといった競合関係にはない。従来型のコンピュータとポスト GUI の関係も同様であろう。

## References

- [1] Michael Bajura, Henry Fuchs, and Ryutarou Ohbuchi: Merging virtual objects with the real world: Seeing ultrasound imagery within the patient, Edwin E. Catmull(ed.), *Computer*

<sup>1</sup>小島は、実世界とコンピュータ世界の混合した環境を「複素世界」と名付け、その例として、ubiquitous CPU, ID-aware, location-aware, overlay を挙げている [8]。

- Graphics (SIGGRAPH '92 Proceedings)*, volume 26, pp. 203–210, July 1992.
- [2] Steven Feiner, Blair Macintyre, and Doree Seligmann: Knowledge-based augmented reality, *Communication of the ACM*, Vol. 36, No. 7(1993), pp. 52–62.
- [3] George W. Fitzmaurice: Situated information spaces and spatially aware palmtop computers, *Communication of the ACM*, Vol. 36, No. 7(1993), pp. 38–49.
- [4] Jakob Nielsen: Noncommand user interfaces, *Communication of the ACM*, Vol. 36, No. 4(1993), pp. 83–99.
- [5] D. A. Norman: *The Psychology of Everyday Things*, Basic Books, 1988.
- [6] Jun Rekimoto: The World through the Computer: A new human–computer interaction style based on wearable computers, Technical Report SCSL-TR-94-013, Sony Computer Science Laboratory Inc., April 1994.
- [7] Mark Weiser: The computer for the twenty-first century, *Scientific American*, (1991).
- [8] 小島 啓二: ビジュアルインタフェースの研究開発報告書, chapter 2.1. 実世界指向インタフェースの研究動向, pp. 37–48, (財) 日本情報処理開発協会, 1994.
- [9] 大座畑 重光: 航行めがね: 新しいコミュニケーションメディア, 日本ソフトウェア科学会第7回大会論文集, 1990.