

January 17, 2001

RT0399

Computer Science; Engineering Technology; Human-Computer Interaction; Input-Output; Wearable Computing
4 pages

Research Report

Smart Watch : Hardware Platform for Wearable Computing

Noboru Kamijo, Tadanobu Inoue, Kohichiroh Kishimoto, Ken
Tamagawa

IBM Research, Tokyo Research Laboratory
IBM Japan, Ltd.
1623-14 Shimotsuruma, Yamato
Kanagawa 242-8502, Japan



Research Division

Almaden - Austin - Beijing - Haifa - India - T. J. Watson - Tokyo - Zurich

Limited Distribution Notice

This report has been submitted for publication outside of IBM and will be probably copyrighted if accepted. It has been issued as a Research Report for early dissemination of its contents. In view of the expected transfer of copyright to an outside publisher, its distribution outside IBM prior to publication should be limited to peer communications and specific requests. After outside publication, requests should be filled only by reprints or copies of the article legally obtained (for example, by payment of royalties).

スマート・ウォッチ： ウェアラブルコンピューティングのためのハードウェア・プラットフォーム

上條 昇^{*1}, 井上忠宣^{*1}, 岸本幸一郎^{*1}, 玉川 憲^{*1}

Smart Watch : Hardware Platform for Wearable Computing

Noboru Kamijo, Tadanobu Inoue, Kohichiroh Kishimoto, Ken Tamagawa

Abstract - The smart watch is a wearable information access device that is worn on the wrist. It is an ARM7-based low-power Linux system with short-range wireless communications and a multi-modal (voice and image) user interface in a watch shape and is used as a future pervasive device platform in IBM Research .

A Hands-free Mobile System is a kind of speech-oriented client-server system using a smart watch. The smart watch acts as a front-end user interface device but appears to have all the functions and intelligence of the server including voice-recognition and synthetic speech capability via its multi-modal user interface.

This paper describes the smart watch hardware platform and the concept of Hands-free Mobile System .

Keyword : Smart Watch, Hands-free mobile system, wearable computer, multi-modal, wireless communication

1. はじめに

計算機の小型化・軽量化が急速に進み、計算機を常に装着して利用する、「ウェアラブル・コンピュータ」に関する研究が注目されている。当初のウェアラブル・コンピュータの研究の多くは、ノート型パソコンやそれを改良したものが使用されていた[1][2][3][4]。Context AwarenessやAugmented Realityといった研究分野においては、パワフルな計算機が必要であるため、大きくて重たい計算機を身につけることも受け入れられていた。しかしウェアラブル・コンピュータの実用化を考えると、ユーザが常時身につけて違和感のない形状を持った計算機が必要である[5]。

ユーザがいつも身につけていて違和感の少ないものとして、時計が挙げられる[6]。時計型のデバイスの場合、使用時に鞆等から取り出す必要がなく、また紛失する可能性が少ないという点で、携帯電話やPDAと比べて利点がある。しかし、通常数cm四方である時計型デバイスはその小ささゆえに、表示装置として小さなスクリーンしか搭載できず、入力装置に十分なスペースを提供できない。このような小さなデバイスに対するインターフェースに有効なものとして、音声によるインターフェースが考えられる[7][8][9]。

しかし、時計型デバイスそのものに音声認識、合成処理を行わせるのは、処理能力、消費電力の点から見ても現状では困難である。ここで、時計型デバイス内に通信モジュールを組み込むことを考える。つまり、時計本体で全ての処理を行うのではなく、他の計算機に処理を分散させる。こうすることで、音声認識・合成などの計算負荷の高い処理を他の計算機に処理してもらい、時計本体はユーザーインターフェースを備えたシン・クライアントとして振る舞うことが可能である。

近距離無線技術の標準としてBluetoothTM無線の実用化が近づいており[10][11]、Bluetooth無線モジュールは小型かつ低消費電力であるため、小型軽量で多機能な時計型デバイスが実現できる。

本研究では、通信機能と音声を含むマルチモーダルなインターフェースを備えた時計型コンピュータ、スマート・ウォッチの試作を報告する。また、ウェアラブル・コンピューティングの一つのスタイルとして、スマート・ウォッチを用いてHands-free mobile systemを試作し、その実現可能性を探る。

2. スマート・ウォッチ

2.1 スマート・ウォッチ システム

図1に示すように、SmartWatchには基本シェルと拡張シェルの2種類の外装デザインがある。拡張シェルは機能拡張のために、アクセサリカードを接続可能な拡張ベイを備えている。基本入力装置として、タッチパネルとローラホイールがあり、表示装置としては、VGA解像度の自己発光型の有機LEDか96x120ドットの白黒LCDが用いられる(図1では有機LEDが用いられている)。

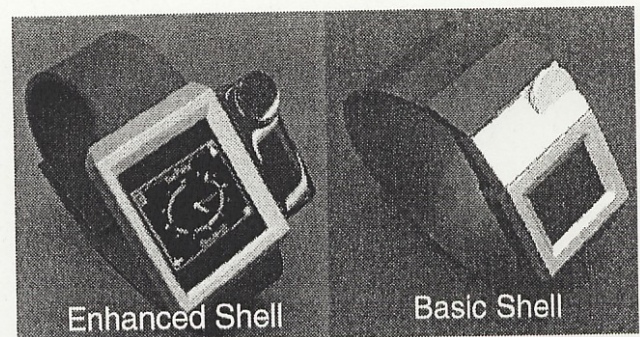


図1 スマート・ウォッチ シェル
Fig. 1 Smart Watch Shell

*1: 日本アイ・ビー・エム 東京基礎研究所

*1: IBM Japan, Ltd. Tokyo Research Laboratory

Email: {kamijo, inouet, kishimo, ken}@jp.ibm.com

注1: The BLUETOOTH trademarks are owned by Telefonaktiebolaget L M Ericsson, Sweden, and licensed to IBM

スマート・ウォッチは、従来のPDAのようなPIM (Personal Information Management) 機能を持ち、有線や無線の通信を利用してPCやPDAからデータの入力ができる。

また、スマート・ウォッチはPCやモバイル・コンピュータ、携帯電話やその他の持ち歩けるパーベースイブ・デバイスの操作機器となるだけでなく、近距離無線通信を經由しインターネットを介して、物理的に離れた機器と直接接続することも可能になる。現状では、スマート・ウォッチ自身のCPUを利用して音声認識や音声合成と言った音声機能を持つ事は難しい。しかし、無線通信機能を用いて、高い処理能力を持ったホストシステムに負荷の高い処理を任せることにより、例えば、ホストシステムとの間でデジタル化した音声データをやり取りするだけで、スマート・ウォッチシステムが音声認識・合成機能を持つことが可能になる。

スマート・ウォッチとThinkPadやIBMのウェアラブルPC[12]などのPCを一緒に用いると、”Hands-free Mobile System”と呼ぶ、通信を利用した、常時身に着られるウェアラブル・コンピュータシステムが実現できる。

2.2 スマート・ウォッチシステム構成

メインカードは、IBMの最新のパッケージング技術SLC (Surface Luminar Circuit) を用いて34.7 x 27.5 x 3.0mmという小さな切手サイズに作られている。ARM7コアのCPUに加えて、8MBのRAMと8MBのフラッシュROMが搭載されている。CPUにARMアーキテクチャを選択したのは、機能、パフォーマンス、消費電力、チップの大きさ、将来の集積化、Bluetoothとの親和性、プロトタイプのしやすさ、サポートするOS等の観点からである。OSとしては、オープンソースであるLinuxを選択した。図2にシステムアーキテクチャを、表1にスマート・ウォッチの仕様を示す。

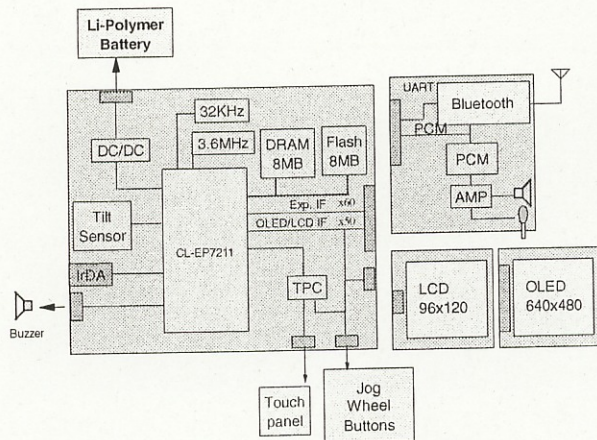


図2 スマート・ウォッチのシステム構成
Fig.2 Smart Watch System Architecture

拡張シェルで用いられるアクセサリカードは、シェルの中で非常に薄い導電性ゴムを通して、メインカードと接続される。アクセサリカードとしては、現在スピーカとマイクを持ったPCM音声をサポートするBluetooth通信カードと無線モデムカードがある。図3にスマート・ウォッチのメインカードと拡張カードの図を示す。

表1. スマート・ウォッチの仕様
Table.1 System Specifications

ハードウェア	
時計サイズ	56(W) x 48(L) x 12(T) mm
重さ	44 グラム
CPU	ARM720T (18-74 MHz)
入出力機能	タッチパネル, ローラホイール
表示装置	96x120ドットLCD, VGA OLED
メモリ	DRAM 8MB, Flashメモリ 8MB
通信機能	IrDA (V1.2) RS232C (クレードル経由)
アクセサリ	Bluetooth通信カード(音声対応) RFモデム通信カード
電源	リチウム・ポリマー電池
ソフトウェア	
OS	Linux operating system version 2.2.1
GUI	X11 R6.4
Bluetooth プロトコル・スタック	IBM BlueDrekar (L2CAP, SDP, RFCOMM)

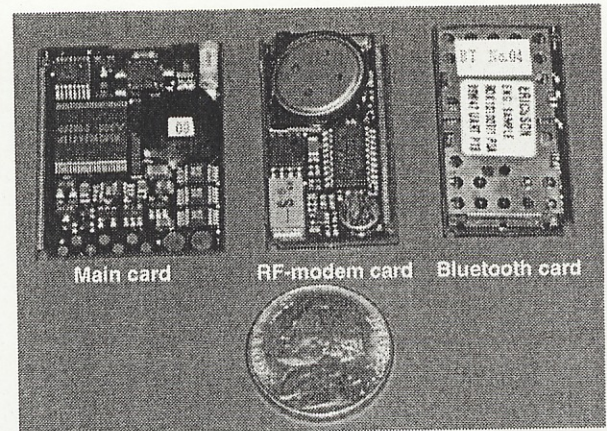


図3 スマート・ウォッチカード
Fig.3 Smart Watch cards

スマート・ウォッチには、図4に示すクレードルが用意されており、スマート・ウォッチに内蔵されているリチウム・ポリマー電池の充電、シリアルポート (115kbps) によるシステム・アプリケーションソフトの書き換えが可能である。

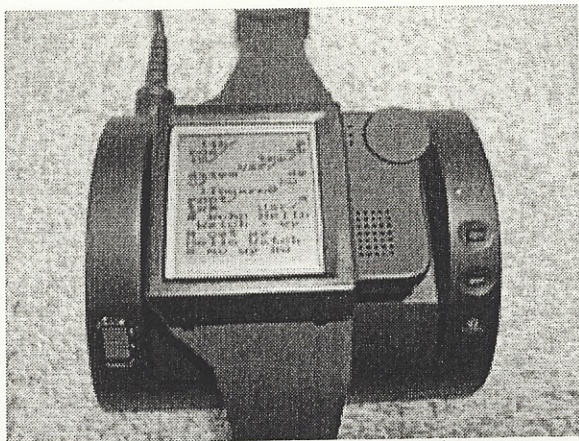


図4 スマート・ウォッチクレードル
Fig.4 Smart Watch Cradle

2.3 モジュラーコンセプト

スマート・ウォッチのメインカードが拡張ベイを持つことから分かるように、スマート・ウォッチは、メインカードを主とする基本モジュールを様々なシェルに入れて使えるように設計しており、これをモジュラーコンセプトと呼んでいる。つまり、用途に応じて、様々な機能の拡張が可能である。例えば、GPS機能、温度・気圧測定機能、体温・血圧測定機能、万歩計機能を追加したり、大容量バッテリーを搭載したり、カメラを搭載することも考えられる。

メインカード自体は、非常に小さくデザインされているため、時計よりも大きな機器には簡単に内蔵することができる。図5、様々な機器の共通プラットフォームとなりうることを示している。実際に、PDAにスマート・ウォッチシステムを組み込み、アプリケーションを動作させることもできた。

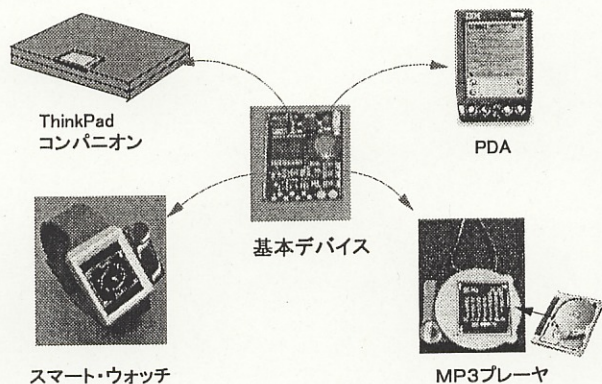


図5 共通プラットフォーム
Fig.5 Common Platform

3. Hands-free Mobile System

3.1 Hands-free Mobile System のコンセプト

Hands-free Mobile Systemは近距離無線通信を利用した音声利用の一種のクライアント・サーバーシステムである。(図6参照)

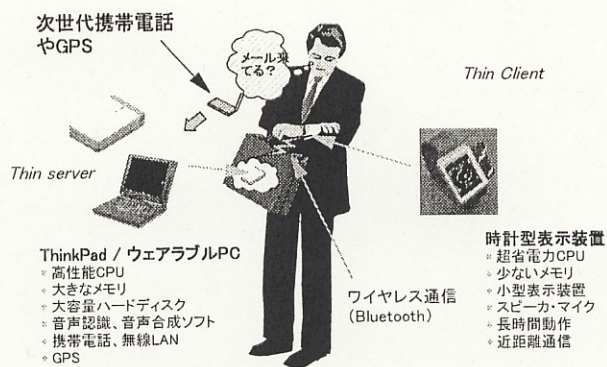


図6 Hands-free mobile systemコンセプト
Fig.6 Hands-free mobile system concept

この概念は、ホストシステムとその操作を受け持つ腕時計型の機器から構成される。音声と近距離/長距離無線通信が扱えて、いくつかのアプリケーションが動かせるThinkPadやIBMのウェアラブルPCであるVisonPadなどのPCがこのホストシステムとなる。これらのユーザーインターフェースとなる腕時計型デバイスは、低消費電力であり、無線通信機能、及び、音声とイメージを用いたマルチモーダルなユーザーインターフェースを備えていることが必要である[13]。

ホストシステムは音声やイメージを扱うには十分パワフルなので、これを操作する腕時計型デバイスはただ単にI/O機能を持つだけでよい。そのため、演算能力よりも、形状やバッテリー寿命などを考慮したデザインが可能となる。また、腕時計型デバイスでは、単純にインターフェース機能だけを持てば良いと考えると、システム構築の際に、ホストシステム側でのアプリケーション開発に専念すればよいことになる。ただし、腕時計型デバイスとホストシステム間の処理のトレードオフに関して、ある程度の知性を腕時計型デバイスに持たせることも今後は重要になると考えられる。

近い将来に、近距離無線通信のインフラが十分に整うことが考えられるが、この段階になると、近辺にあるPCや家電製品のような機器ですら、ホストシステムとなって情報を提供する事が可能となり、スマート・ウォッチは汎用ブラウザやコントローラとして機能する。また、このようなデバイスが広まれば、情報受信装置としてだけでなく、情報発信装置としての意味も大きくなる可能性もある[14]。

3.2 Hands-free mobile system の実験

ウェアラブルPCとスマート・ウォッチを用いて、図7に示すような、Hands-free Mobile Systemを試作した。

ユーザは、スマート・ウォッチを腕にはめ、ウェアラブルPCをベルトで腰に装着し、骨伝導マイクを耳につける。スマート・ウォッチとウェアラブルPC間は無線で繋がっており、ウェアラブルPCと骨伝導マイク間は有線で繋がっている。

ユーザが何かしゃべると、骨伝導マイクで音声を取得し、ホストシステムであるウェアラブルPCで音声認識処理をする。その音声に従って、ホストシステムで適切な処理

がされ、その結果が音声合成されて骨伝導マイクに返される、と同時にスマート・ウォッチにデータが転送される。勿論、スマート・ウォッチのローラホイールとタッチパネルを用いた入力も可能である。ユーザはPIMアプリケーションやメールクライアントなどのアプリケーションを、音声を用いて動作させることが可能である。

今後はBluetoothの音声チャンネルを用いて、スマート・ウォッチ経由で音声を送受信することが必要である。そうすると、腰にウェアラブルPCを着ける必要はなく、鞆の中に入れてThinkPadや近くのデスクトップPCをホストシステムとして、同様の事が可能である。Bluetooth通信の環境が整うと、Bluetooth通信を内蔵する第三世代の携帯電話 (IMT-2000)が中継装置となり、インターネット上のいかなるPCでもスマート・ウォッチのホストシステムになり得る。これでスマート・ウォッチは、背後にある強力なホストシステムの力を利用して、多くの機能と能力を持つことになる。

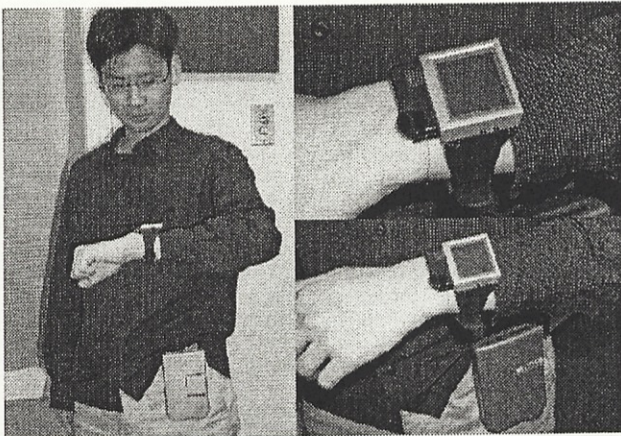


図7 実験システム
Fig.7 Experimental system

4. まとめ

本研究では、次世代ウェアラブルコンピュータのプラットフォームとして通信機能とマルチモーダルなインターフェースを有するスマート・ウォッチを試作した。また、Hands-free Mobile Systemのコンセプトを提案し、試作実験を行い、時計のような小型の機器において、ホストを通じた様々なアプリケーションが活用できることを確かめた。

今後は、スマート・ウォッチプラットフォームをベースに、本当のHands-free操作を可能とする音声とイメージのマルチモーダルなユーザーインターフェースを追求するとともに、その操作性にも目を向けて行きたい。さらに、アプリケーションの開発やホストシステムとスマート・ウォッチの機能分散、これを踏まえたハードウェアの省電力化の研究も重要である。また、スマート・ウォッチシステムをプラットフォームとして、他の研究プロジェクトへ提供することも考えている。

参考文献

- [1] J. J. Ockerman, et al: Wearable Computers for Performance Support: Initial Feasibility Study; The 1st Int. Symp. on Wearable Computers, pp. 10-17, (1997).
- [2] S. Feiner, et al: "A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment; The 1st Int. Symp. on Wearable Computers, pp. 74-81, (1997).
- [3] M. Billinghurst, et al: A Wearable Spatial Conferencing Space; The 2nd Int. Symp. on Wearable Computers, pp. 76-83, (1998).
- [4] D. Siewiorek, et al: Adtranz: A Mobile Computing System for Maintenance and Collaboration; The 2nd Int. Symp. on Wearable Computers, pp. 25-32, (1998).
- [5] Rhodes, B.J.: The wearable remembrance agent - A System for augmented memory; Proc. ISWC '97, pp. 123-128 (1997).
- [6] 野口正博, et al: ウェアラブルPC・ラビュータの開発; 情報処理学会誌, Vol. 40, No. 9, pp. 882-887 (1999).
- [7] A. Smailagic, et al: CMU Wearable Computers for Real - Time Speech Translation; The 3rd Int. Symp. on Wearable Computers, pp. 187-190, (1999).
- [8] Nitin Sawhney, et al: Speaking and Listening on the Run: Design for Wearable Audio Computing; The 2nd Int. Symp. on Wearable Computers, pp. 108-115, (1998).
- [9] D. Roy, et al: Wearable Audio Computing: A survey of Interaction Techniques; Perceptual Computing Technical Report #434. MIT Media Lab. MA, USA, (1997).
- [10] 酒井五雄: Bluetooth 携帯機器間の接続がコードレスになる; 情報処理学会誌, Vol. 40 No. 9, pp. 169-173 (1999)
- [11] Haartsen, J., et al: Bluetooth: Vision, Goals, and Architecture; ACM Mobile Computing and Communications Review, Vol. 2, No. 4, pp. 38-45 (1998).
- [12] 豊川哲根: ウェアラブルPC - PCの小型化によるウェアラブルへのアプローチ; 情報処理学会誌, Vol. 40 No. 9, pp. 898-903 (1999).
- [13] J. Farrington, et al: Co-Modal Browser - An Interface for Wearable Computers; The 3rd Int. Symp. on Wearable Computers, pp. 45-51, (1999).
- [14] 廣瀬通孝: ウェアラブル・コンピュータの展開; 情報処理学会誌, Vol. 40 No. 9, pp. 873-877 (1999).