

特集

より便利に、より広く

人を見守り、人に寄り

ユビキタス情報社会を支える産総研の技

ユビキタス情報社会、すなわちコンピューターやネットワークが空気のように存在する社会に向けて技術はどんどん進んでいます。

でもそのようなすばらしい情報インフラの上で、人間はどのようにコンピューターを使うのでしょうか？ コンピューターをわざわざ鞆やポケットから取り出したり、机の上のパソコンをマウスで操作したりするように、単なる道具として使うのではなく、コンピューターが人間をそれとなく見守り、さりげなく寄り添うことで、もっと直接的に人間の日々の生活を支えるものであって欲しいと考えています。

たとえば、何も持たずに家電製品をコントロールできるようにしたり、人間の安全を見守ったり、障がいを持った人を優しく支援したり、道案内をしたり、複雑な作業をガイドしたり、必要な情報を適切に提示したり、人間との接点で実応用につながる数々の基盤技術です。本特集では応用場面を例にしつつ、産総研で研究されているユビキタス情報社会を支える技術を紹介します。

● それとなく人間を見守る

駅のプラットフォームでは痛ましい転落事故が多発しています。そこで、ステレオ3次元センサーを多数設置して（ユビキタスステレオビジョン）広いエリアで人間を見守るシステムを開発しました。3次元情報を使うので、服装、照明、日照、影、背景、混雑など、難しい状況を克服し、安定に人間を抽出・追跡することができ、死角無く広い範囲をカバーすることができます。実際に始発から終電までの動線（動き経路）の抽出に成功しました。落ちる前の危険な状態を検知することも可能であり、駅だけではなく公共の場所で危険な場所にいる人間に警報を発するシステムへの期待が高まっています。「人間を見守るユビキタスな情報環境」の実現といえます。



● 5台のステレオカメラで捉えた駅プラットフォーム上の3次元映像（12フレーム/秒）のある瞬間の画面です。人間の姿が立体的な形で得られているため、位置・身長・動く方向を自動的に算出できます。

階段入口



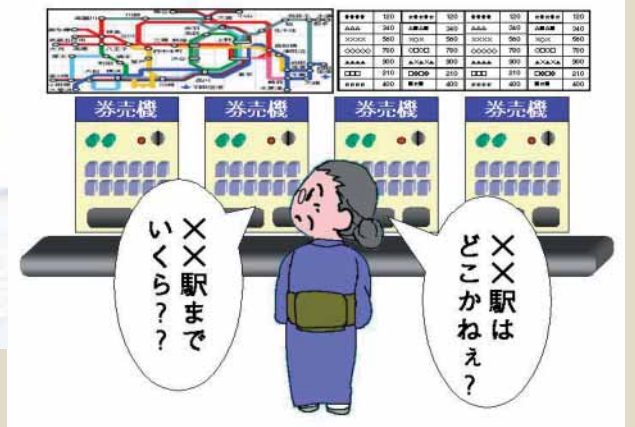
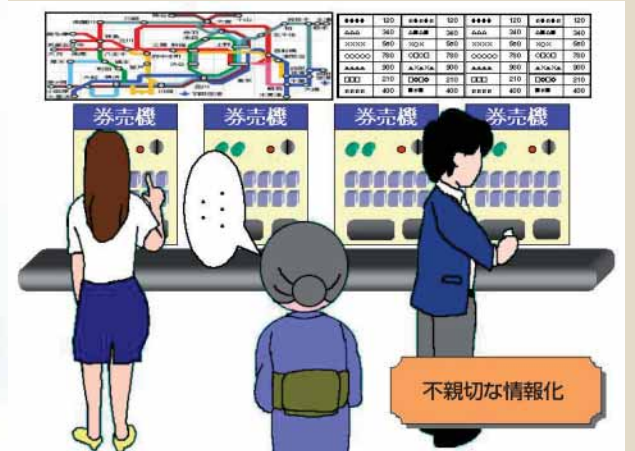
● 電車10本分（1時間1本で10時間分）の乗降客の動線を累積して動きの向きで色分けしました。車両ドアから降りた人の動き、右側階段まわりでの混雑がよく分かります。

寄り添う技術

技術をピックアップ



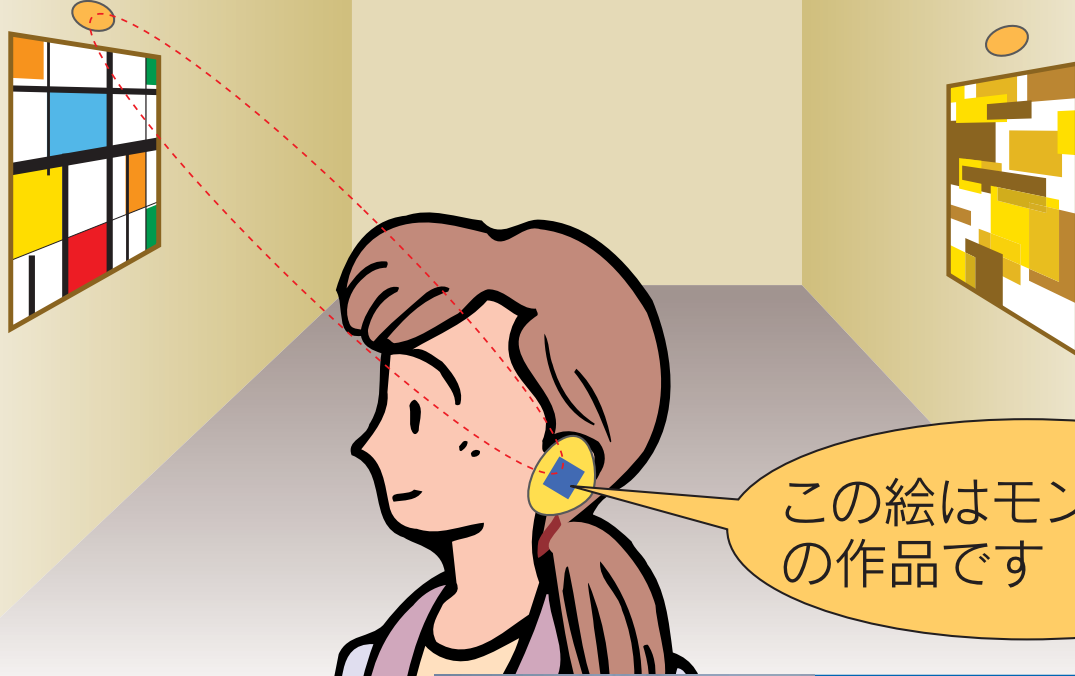
古き良き時代
ところが今は・・・



● さりげなく人間に寄り添う

おばあさんが手に持っているのは、マイボタン「水戸黄門の印籠」の電子版のつもりです。個人がいつもこのデバイスを持ち歩けば環境が助けてくれる世界を目指しています。例えばこのデバイスに予定を入れておけば、駅に行けばどこまでの切符を買えばいいかわかるし、あるいはどの路線の電車に乗ればいいのかわかるので、精算は知らぬ間に済んで、しかも次の電車は何番線かまで教えてくれるという世界です。これを実現するのが「人間に寄り添うユビキタな情報環境」です。





この絵はモンドリアンの作品です

マイボタン Ver.1

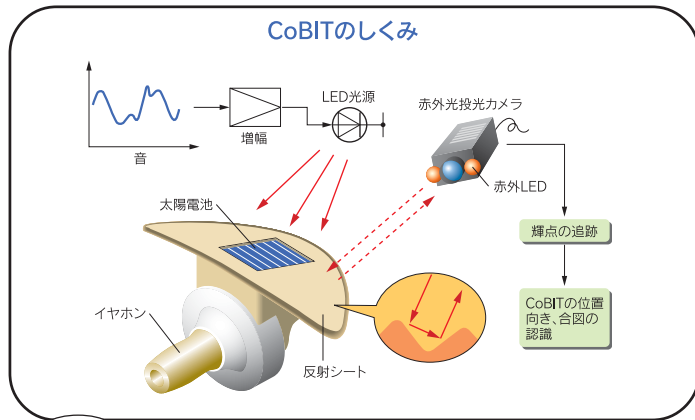
自然な動きをするだけで、私たちの趣味や位置などの状況に適した情報を入手できる情報端末が「マイボタン」です。これは小型軽量のウェアラブル端末であるとともに、環境側に様々な装置（センサー、アクチュエータ、CPUなどの計算資源、他）が埋め込まれるユビキタス計算環境と密に連携しています。もちろん、私たちの個人情報も最低限しか外に出ないようにしくみとなっています。Ver.1として、興味ある物の方を見るだけで音が聞こえてくる情報端末（CoBIT）を開発しました。太陽電池のみで駆動し、小型軽量、安価（将来数百円以下）という特長があります。



「いま、ここで、私が」
欲しい情報を
簡単に入手！

CoBITのしくみ

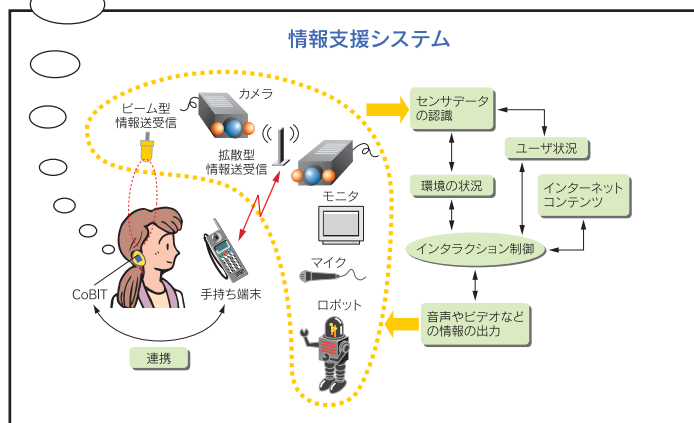
太陽電池で発電した電流を直接イヤホンへ導きます。ですから、音の波形に従って点滅する光を受光すると、音を聞くことができます。赤外光を照射するカメラを用いると反射シートがついているCoBITだけが光って見えます。この輝点の位置を検出することで、私たちの動きや合図を認識することができます。この技術により、（システム側）「もっと詳しい説明をしましょうか？」（ユーザ）「いいえ（ジェスチャで）」（システム側）「では、右の彫刻の説明に移りましょう」などのようにCoBITを用いたやり取り（インタラクション）が可能となります。



● CoBITの原理：音の波形に従って点滅する光を受光して音を聞きます

将来に向けた情報支援システム

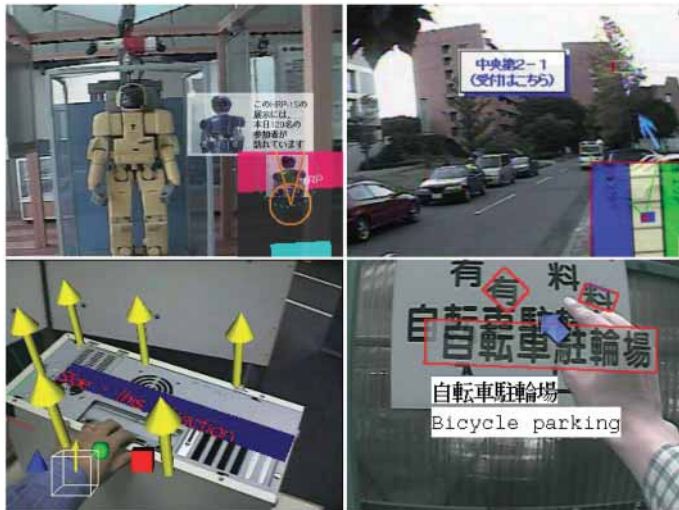
CoBITの反射シートに液晶シャッターを取り付けCoBIT番号を発信することも行っています。これによって、私たちの趣味やスケジュールだけでなく行動や合図の履歴などの情報を利用して、音声だけでなく、音楽、動画など、いま、ここで、私が欲しい情報を提供します。



● 将来イメージ：ユーザや環境の状況も利用して適材適所の情報を提供する情報支援システム

● 実世界と仮想世界を結びつけて

加速度計・ジャイロ・磁気センサーによるデッドレコニング（推測航法）と、画像を用いた絶対位置・方位推定手法を組み合わせたパーソナルポジショニング機能により、インフラ側を整備することなく、イベントARナビ、屋外ARナビなどのアプリケーションを実現できます。美術館だけでなく、いろいろな場面でのパーソナルナビゲーションとしての応用が期待されています。また、対象物体を3次元的に追跡することで、3次元ARマニュアルなどを構築することもできます。ハンドジェスチャや実世界文字認識（RWOCR）は、とっさに何かを指示する場合や簡単な操作で十分な場合にわざわざ入力デバイスを持つ必要がなく、また直感的に使えるという利点があります。



● 拡張現実（AR）ナビ

上： ユーザの位置・方向に応じた付加情報を着用ディスプレイに重畳表示（左は屋内イベント、右は屋外道案内）

左下：3次元拡張現実（AR）マニュアル

組立や分解の方法を着用ディスプレイ上に3次元的に重ねて表示。

右下：実世界文字認識

自動的に抽出された文字領域をつまむ動作（ハンドジェスチャ）で選ぶだけで文字認識と翻訳が行われる。

インディペンダブルでディペンダブルな インターフェースシステムの開発にむけて

高い自律性により適用範囲が広く（インディペンダブルで）、なおかつより信頼できる（ディペンダブルな）センシングを実現するためには、インフラ側センサーが整備されていない空間でも機能し、インフラ側センサーが利用できる場合には、より高精度な情報を取得できるような枠組みが必要となります。そのため、WeavyとCoBITや超音波三次元タグとの相補的な融合研究も進められています。

● 次世代ケータイのインターフェース?!

携帯・着用型のカメラやセンサーから得られる情報に基づいて、ユーザやその周囲の状況を認識し、知りたい情報や受けたいサービスを、タイミングよく提供してくれる気の利いた着用型アシスタントの実現を目指しています。特に、コンピュータービジョン、センサーフュージョン、拡張現実技術に基づいて、実世界と仮想世界を融合するウェアラブルビジュアルインターフェース、Weavyの開発が進んでいます。

Weavy（ウィービー） ウェアラブルビジュアル インターフェース



● Weavyを構成するウェアラブルデバイス

ウェアラブル 情報機器による 遠隔支援

医療福祉現場では

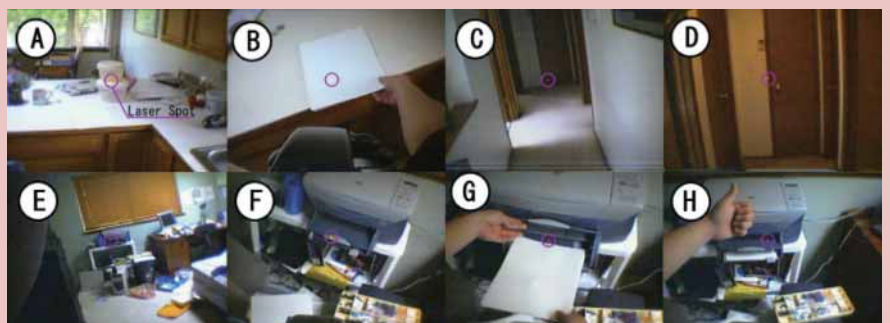
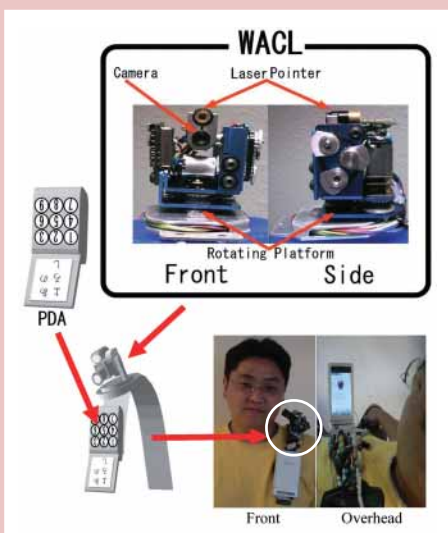
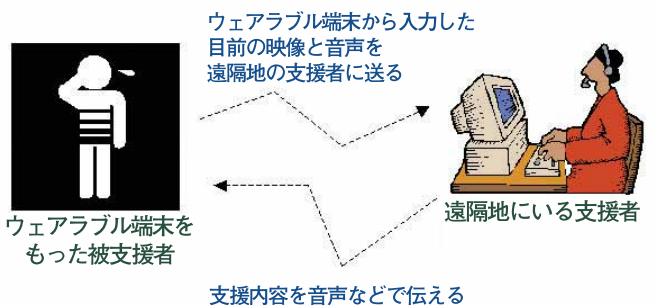
救急医療現場では、いち早く適切な応急処置・受け入れ準備を行う必要があるため、医師は、事故現場の様子や患者の現状を知り、患者の受けた重傷度を推定したり、救急隊員へ適切な処置方法についての助言を与えたいというニーズがあります。

また、視覚障がい者は、ヘルパーを呼ぶほどではないが、液晶表示、タッチパネル、洗濯表示、冷凍食品、洋服や靴下の色や柄、郵便物、自販機の商品、付近にいる人をちょっと見てもらいたいときがあります。

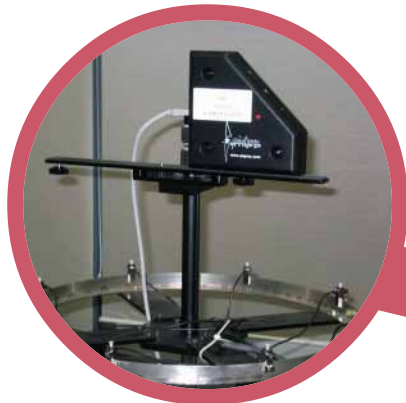
このようなとき、支援を受けたい人が、ウェアラブル情報機器を身につけることによって、情報支援が必要なときに、いつでも、どこでも、すぐに適切な情報支援が、遠隔地にいる支援者から得られるようになります。

また、Weavyの一部として開発されているちょっと変わった肩載せウェアラブルロボット (WACL) は、パン・チルト可能なカメラとレーザーポインタを備え、遠隔作業支援システムのウェアラブルインターフェースとして活躍します。遠隔地の指示者は作業現場の映像を見ながら、次に行くべき場所や操作すべき対象をレーザーポインタと音声を使って、装着者 (作業員) に直接指示することができます。

- (右上) イヤホン型のウェアラブルカメラ (ビデオカメラ、マイク、イヤホン付き) で、視覚障がい者 (モデル) が、遠隔地にいる支援者にジュースの種類を見てもらい、自分の好きなジュースを選んでいるところ。
- (右中) ウェアラブル機器の小型・軽量・ワイヤレス化や、現在の通信インフラの発展を活用した開発と、支援者本意の見地から情報の質 (画質・音質等) を簡便に向上できるデータ表現法の研究を進めています。



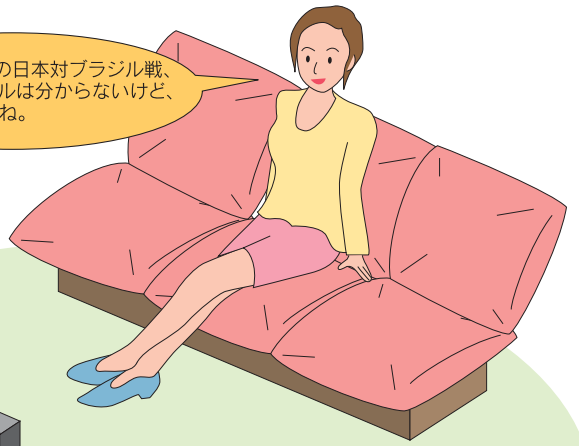
- 不案内な場所でプリンタの紙を別の部屋のプリンタにセットする作業を支援した例。装着者の姿勢変化に影響されずに実空間を指し示すことができます。
- 左写真の白丸部分が肩載せ WACL (Wearable Active Camera with Laser Pointer) で、パン・チルト可能なカメラとレーザーポインタを備えています。



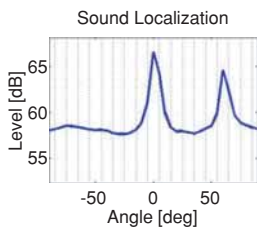
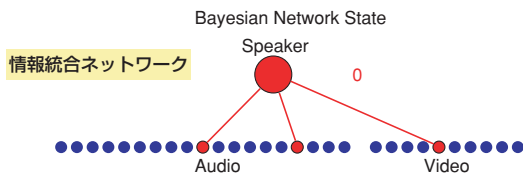
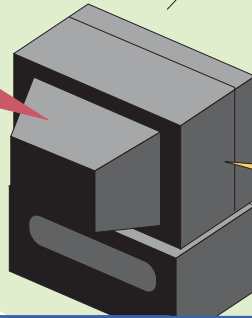
● マイクロホンアレイとステレオカメラを用いた入力デバイス

● 音響情報と画像情報の統合による話者位置と発話タイミングの推定

ワールドカップの日本対ブラジル戦、時間とチャンネルは分からないけど、録画しておいてね。



明日の9時です。録画予約します。



音源位置推定



人物位置推定

マイクロホンアレイを用いた 音声 インターフェース

● 音声を用いたインターフェース

「ワールドカップの日本対ブラジル戦、時間とチャンネルはわからないけど、探して録画しておいてね。」といった具合に、会話により、情報資源に対して、かなり複雑なサービスの要求をすることができます。これまでは、環境にテレビのような雑音があると、うまく音声を認識できませんでした。この研究では、話者がシステムと2~3m程度離れ、マイクロホンを持たないハンズフリー状態でも、ロバスト(頑健)に音声を認識することのできる音声インターフェースを開発しています。

● 話者の位置を知る

雑音の中で、話者の音声を正しく認識するためには、話者が、いつ、どこで話したかを知ることが大切です。マイクロホンアレイと呼ばれる、複数のマイクロホンを並べたシステムを用いることにより、音源の位置と、音が鳴ったタイミングを知ることができます。さらに、この音の情報と、画像による人物追跡システムの情報と組み合わせることにより、話者がいつ、どこで、話したのかを知ることができます。

● 頑健な音声認識

話者の位置と発話タイミングがわかれば、マイクロホンアレイシステムを用いて、話者の声を、他の雑音と分離することが可能です。分離には、適応ビームフォーミングという技術が使われます。これにより、適応的に指向性合成を行い、話者方向にフォーカスに向け、雑音方向に死角を作ることで、話者の声を、他の雑音と分離します。話者位置情報は、適応ビームフォーミングの学習に使われ、話者が動いても、これに追従して、話者の声を収録することができます。さらに、音声認識における、音響モデルの適応を行うことにより、音源分離で完全に雑音を消すことができない場合でも、頑健に音声認識を行うことができます。以上のシステムを組み合わせることにより、たとえば、システムと2mくらいはなれて、話者の声と同じくらいの大きさでテレビが鳴っている環境でも、90%前後の認識率で、音声(単語)を認識することができます。