

コンピュータによる 実世界活動の強化

藤波研究室

日常生活コンピューティング研究室
<http://www.tuat.ac.jp/~fujinami>

当研究室では、バックグラウンドで情報環境とやりとりするための技術（Implicit Human-Computer Interaction: iHCI）と、このようなシステムを支えるソフトウェア技術を研究しています。iHCIでは人は通常の作業をする中で情報を受け取ったり、システムが動作を変更するために、特に適切な内容とタイミングを決定することが重要となります。以下では、このようにPCのデスクトップを飛び出した実世界でのやりとりに関する最新の研究取り組みと成果の一部を紹介します。

キーワード：ユビキタス/ウェアラブル/モバイルコンピューティング, 拡張現実, 説得工学, 行動認識, 環境センシング

Ambient Computing

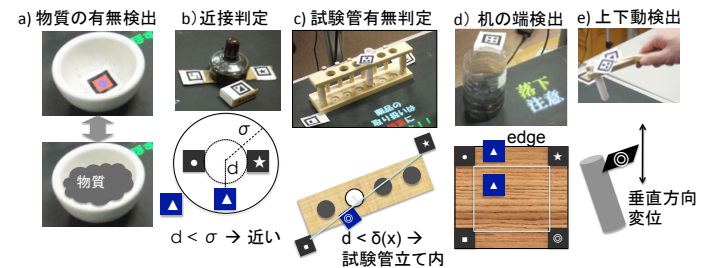
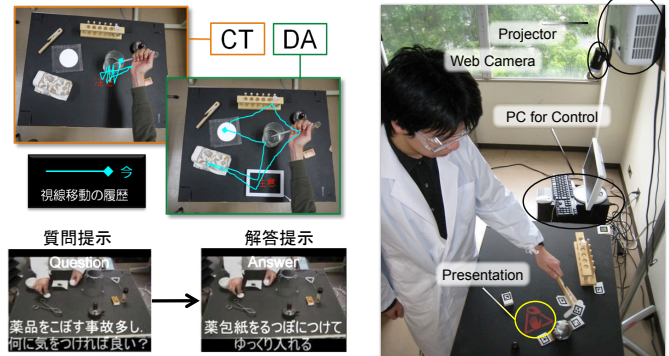
化学実験非熟練者の安全技能を向上するスマート実験室

教育機関での化学実験の安全教育は学期始めなどに一括して座学形式で行われていますが、実験中の事故は後を絶ちません。

本研究では、「スマートな実験室」により実験作業を通して安全確保に関わる技能を向上するようなシステムの設計原理を明らかにします。大事なことは作業者がシステムに依存しすぎず、一人でも安全に実験を行えるようになることです（「安全ボケ」の防止）。そこで、我々は警告として表示するメッセージの解釈の度合い（多義性）を制御することを提案しています。メッセージに複数の解釈を与えることは、直視した状況に複数の解釈を与えることができ、同時に作業者に思考の機会を与え、関連する事項への認識を増加させると考えられています。例えば、物体のすぐ脇に出たメッセージの解釈は容易ですが、固定のディスプレイに出たものはすぐには分からないため、能動的に思考することになります。

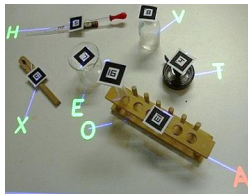
我々は潜在する危険に対するメッセージを、時間・空間の2つの多義クラスを適切に制御して提示することを提案しています。また提示内容以外にも提示タイミングを決定するための作業状況把握の研究にも取り組んでおり、視覚マーカから得られる物体同士や物体と作業者の位置関係を用いて実験手順を追跡することが可能です。視覚マーカは可溶性・可燃性の物質や器具への取り付けも可能なため、現実的なソリューションであると考えています。なお、空間的多義性が低い場合には、机上の物体付近にプロジェクタにより直接情報提示するという点で拡張現実感（AR）の一形態といえます。

また、もらい事故を防ぐためには、自分の作業だけでなく周辺の他者の作業状況を把握することが重要であるため、周辺状況への気づきを与えて適切な判断を可能にするインタフェースの研究にも取り組んでいます。



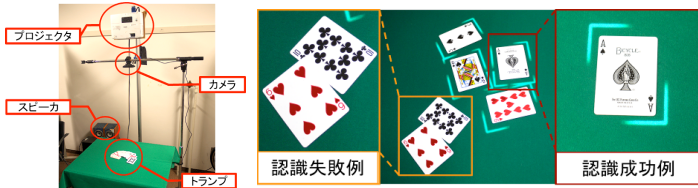
実空間投影型拡張現実感におけるアノテーション

机上などにプロジェクタで情報を直接投影する形態の拡張現実感技術においては、情報が物体に重なったり陰に隠れてしまうことで視認性が低下したり情報の解釈が阻害されたりします。本研究では、物体の位置や形状、ユーザの視点を考慮することで、上記の問題解決を図ります。同時に、情報同士が重ならないような提示場所決定方式の開発も行います。



プロジェクタ・カメラシステムによる拡張トランプゲーム

トランプは世界中で古くから親しまれ、誰でも遊べるポピュラーなカードゲームであり、コミュニケーションツールとしての利用や、教育への効果も指摘されています。本研究は、拡張現実感技術と組み合わせ、エンターテインメント性やコミュニケーション性を高めるための指針とソフトウェア基盤構築を目的としています。カメラにより認識したカードや位置、プレイヤー情報をもとに、プロジェクタを用いて机上に情報を投影します。実際の拡張神経衰弱ゲームの実装とユーザ評価を通じてゲームの拡張とその支援機構についての理解を深めていきます。



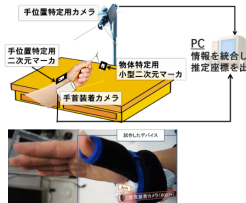
初心者のアイロンがけ支援システム

アイロンがけ初心者からの要望が強い、作業の短縮としわ取りを支援するためのシステムを開発しています。本システムでは、アイロンがけ時におけるユーザの作業状況を画像解析により認識し、作業の進行状況に合わせて手順や注意点などの情報を情報のプロジェクタを通じて衣類やアイロン台に直接投影します。また、しわを認識し、その場所をプロジェクタを通じて伝えます。



卓上作業における小型物体の識別と位置特定

化学実験や組み立て作業では小型の物体を扱うことがあります。物体が識別できてその位置が分かることで、作業内容の認識や情報提示など様々な用途があります。本研究では、手首装着の拡大カメラと卓上のカメラの組み合わせにより、数ミリ四方のマーカを貼付した物体の識別と卓上での3次元位置検出を可能にする方式を開発しています。



省資源行動強化のためのインタラクティブシステム

持続可能な社会の実現に向けて日々の生活の中で消費する資源（電力と水）の無駄をなくすよう、利用者やその場の状況に応じて最適な内容・方法で利用者に働きかけるシステムの設計原理を明らかにします。とくに、効果的な働きかけのための最上位の仮説的設計原理として、1) 利用者がそれを受け入れる準備ができた状態であること、2) システムと利用者の間に信頼関係が存在することを掲げ、この設計原理を明らかにします。



見本画像重畳によるネイルアートの微小領域彩色支援

ネイルアートに興味を持っているもののやり方が分からなかったり、不器用・技術がないと思っているために取り組めない人が数多くいます。本研究では、爪先の拡大画像に絵柄を重畳表示して、不足している知識と技術を補完することを目指しています。また、爪の正しい認識ができるよう、システムからユーザに働きかける仕組みも導入されています。



Mobile and Wearable Computing

携帯デバイスの身体上での格納場所判定

本研究では、携帯デバイスが身体上のどこにあるか（胸ポケット、ズボン前ポケット等）を判定する技術を開発しています。本技術により、携帯電話の着信通知を格納場所に応じて媒体（メロディ、振動等）やラベルを適切なものに変更することが出来ます。また、センサの常時帯同により、個人や組織・社会の状態を自然に把握できますが、様々な理由により帯同場所が変わるため、正しい計測が行われないことがあります。このため、帯同場所に応じて利用者に修正を促したり、補正を施したり、場合によっては無駄な電力消費を抑えるために動作を停止することも必要になります。

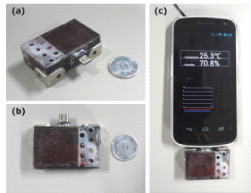
格納場所判定にあたっては、歩行時に動作中にデバイスに加わる加速度パターンを元に判定しています。対象とする場所は、ズボンの前後ポケット、ジャケットおよび胸ポケット、首（ストラップ）、カバンの6箇所です。

最初の着信通知の例とともに、格納場所情報を本来必要な情報を説明するメタデータとして利用することで、実世界で有用な情報伝達を行ったり、計測を行う際の重要な課題に取り組んでいます。特に現在は、携帯型熱中症およびインフルエンザ警告計の警告に説得力を増すための応用と行動認識の分類器を格納場所ごとに最適化する研究に取り組んでいます。

また格納場所情報を他の多くのアプリケーションで共有するためのソフトウェア基盤の開発にも取り組んでおり、Androidスマートフォン上に「場所判定サービス」として実装すると共にこれを利用するためのライブラリを開発しています。

Android端末向け小型センサモジュール

Android OS 3.1以降で提供されているUSBホストモードを使用して端末に直接接続可能なセンサモジュールを開発しています。Android用Javaライブラリにより、様々な入出力素子はArduino Pro-miniを介して端末側から利用可能です。現状は、温度および湿度センサとLEDが搭載されています。



アプリケーション機能

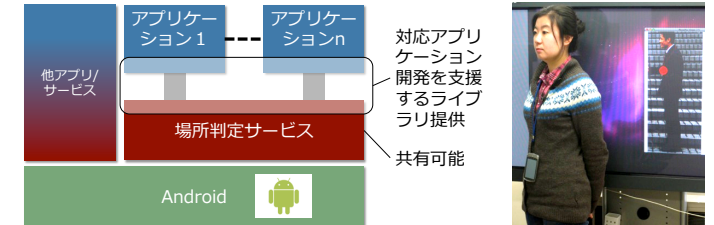
- 着信通知方法変更機能
- 行動認識機能
- 環境計測機能、等
- 場所修正依頼
- 処理自動適応
- 処理停止、等



格納場所判定の正解率 (N=24)

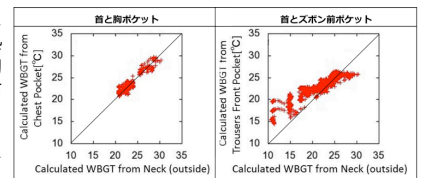
場所	再現率[%]	適合率[%]
首	96.9	94.4
ジャケットポケット	43.0	68.6
胸ポケット	65.6	81.9
ズボン前ポケット	73.6	76.3
ズボン後ポケット	76.4	75.9
カバン	82.4	58.2
平均	73.0%	75.9%

#再現率 = 正解をどれだけ正しく当てられるか。
#適合率 = システムの判定結果がどれだけ正しいか。



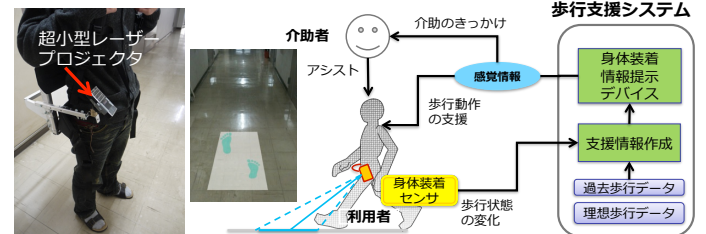
センサの格納場所を反映した熱中症警告器

格納場所により値を補正することで利用者に正確に警告を伝える熱中症警告計を開発します。左は胸ポケットと外気の、右はズボン前ポケットと外気の黒球湿球温度 (WBGT値) であり、後者は外気のものとする可能性を示しています。



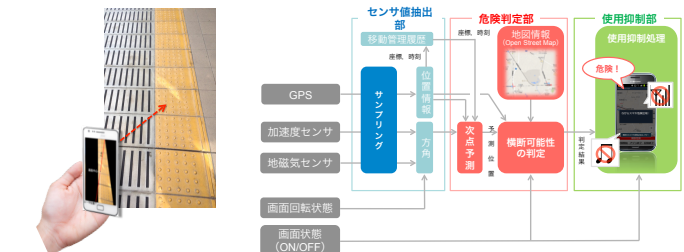
身体装着型プロジェクトによる歩行支援

高齢者や歩行障害を有する患者の歩行支援を目指して、身体装着型プロジェクトを用いて歩行動作を支援する情報を床に投影する手法を研究しています。プロジェクトにより地面に直接支援情報を投影するので、ヘッドマウントディスプレイや携帯端末を使う方法と比較して、距離感覚をつかみやすい、目が疲れにくい、両手がふさがらないといった特徴が期待されます。さらに、介助者と情報を容易に共有できるため、「そこ」や「あっち」といった直接的な指示を出しやすくすることも期待されます。現在は、歩行と共に動く投影情報の安定化に注力しています。



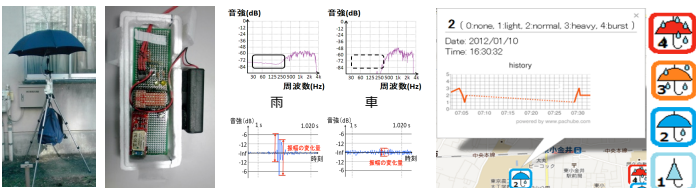
ながらスマホによる不安全歩行の抑止

ながらスマホによる交差点や駅ホームでの事故が後を絶ちません。法規制やながらスマホ状態を検出して即座に画面をロックすることは、利用者のマナーの問題や反発を招くことから現実的な解ではないと考えています。一方、ながらスマホをしていても安全に歩けるようなインターフェースにすることはリスクホメオスタシスの考え方からも新たな大きな危険に遭遇する可能性が高まります。この研究では、ホームの端を歩いているときや、交差点にさしかかるといった危険が予測される時のみを規制対象とすることを目指し、端末に搭載された各種センサを使って予測を行っています。



ヒューマンプローブのための傘による降雨センシング

人々がセンサを保有して計測結果を共有することで実現される「ヒューマンプローブ」と呼ばれるセンシングパラダイムがあります。本研究では、傘を用いて降雨量と場所を自然にセンシングすることを目指しています。車が通らないような小道でも利用可能なため、より細粒度のセンシングが可能になります。マイクとマイコンを取り付けた傘とAndroid携帯電話が連動して、降雨量と場所を計測したのちインターネット上のセンサデータ共有プラットフォーム (Pachube) にデータをアップロードします。



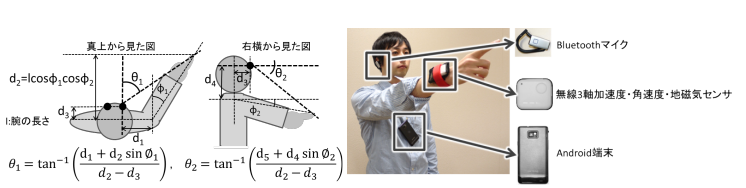
高精度かつ低消費電力な環境計測データ分布図作成

ヒューマンプローブにより環境のデータ分布図を作成する際に精度を維持しつつも電力消費を抑える手法を開発しています。常時計測・測位・送信では電力消費が大きいため、適度にサボることが必要であり、計測データの「意味がある変化」を契機とした測位と送信を検討しています。



安全点検支援のための指差し呼称動作の認識

安全衛生管理の徹底は労働現場において重要な課題であり、人間の注意力を補完する手段として安全点検時に指差し呼称が広く用いられています。しかし、現場によっては活動が形骸化してしまい成果があがっていないとの報告があります。本研究では、指差し呼称の実施状況を管理する環境を構築するため、身体装着型センサでリアルタイムに指差し呼称動作の手順の正しさや、実施場所・時刻を判定することを目指しています。加速度・角速度センサ、マイクロフォン、カメラといったモダリティを使い分けています。



仮想ペットに対する愛情を利用した困難タスク遂行支援

「ボンコツ車でよく壊れて手間がかかるけどなぜか手放せない」といった人工物への愛情を利用して困難なタスクの遂行を支援するための方法論（愛情の持たせ方、頼むタイミング、内容）を研究しています。応用例としては、行動認識用の学習データ収集 & ラベル付けや写真のタグ付け、文献データベース構築など、ユーザにとって本来はやりたくないがやむを得ずやらなければならないような作業への利用が考えられます。

