

ユーザコンテキスト情報を共有可能なマルチセンサ モバイルシステムの開発

野田 敬寛[†], 吉野 孝[‡], 宗森 純[‡]

モバイル機器でコミュニケーションをとる際、コミュニケーションを円滑に進めるため、相手の状況を自動的に取得することが望まれる。我々は複数のセンサを用いて各ユーザの置かれている環境を自動的に計測し、そのデータをユーザのコンテキストとして特定のグループ内で共有できるモバイルシステムを開発した。複数のセンサを使い詳細情報を共有することをユーザはどのように感じるのか、詳細な情報をどのように扱うことでモバイルコミュニケーションに影響を与えられるかを検証した。その結果、詳細な複数の情報よりもある程度大まかな一つの状態情報や、リアルタイムな情報ではなく一定時間続いた状態が変化したという情報を提示することで、コミュニケーションを行う際の行動に影響を与えられることが分かった。

Development of a Multisensor Mobile System which can Share User Context Information

Takahiro Noda[†], Takashi Yoshino[‡] and Jun Munemori[‡]

For smoothly moving into and out of interaction, it is necessary to provide user's context in mobile communication automatically. We have developed a mobile system which can get and share a user's context information automatically. We use several sensors to get user's environment information. We experimented and found the followings from the results of the experiments. Users require an approximate information, not some detailed information. Users also require information that indicates the change of state.

1. はじめに

近年、携帯電話やPDA、ノートパソコン（以下、PC）等のモバイル機器が急速に普及し、それに伴い無線LANやBluetooth等の無線ネットワーク技術も急速に発展した。これらのモバイル機器の普及と無線ネットワーク技術の発展により、ユーザは移動中においても他のユーザとのコミュニケーションをとる事や、インターネットを介した様々なサービスを利用することが可能となった。しかし、モバイル機器はPCとは異なり、ユーザと共に移動し、端末を取り巻く環境は常に変化する。そのため、モバイル機器でコミュニケーションをとる際、相手の置かれた状況が分からずにコミュニケーションが円滑に進まないことがある。また、システムが大量のサービスの中から、ユーザを取り巻く環境の変化に合わせて適切なサービスを提供することが求められ[1],[2]。現在コンテキストウェアネスに関する研究が注目を集めている[3],[4]。コンテキストウェアネスに関する研究の多くは、シ

ステムがユーザのコンテキストを理解し、ユーザのコンテキストに即したサービスを還元するものが多い[1],[2]。また、インスタントメッセージのプレゼンス機能に見られるようにコンテキストウェアネスのコミュニケーションツールへの適用も期待されている。しかし、コンテキストウェアネスをより必要とする状況は、PCを使っているときよりもむしろ環境の変化が激しい携帯端末を使っているときであると考えられる。

これまでにユーザのコンテキストをコミュニケーションツールへ適用する試みとして、我々は主に2つの手法を試みてきた。1つはユーザの自己申告により主観的なコンテキストを伝達するものであり[5]、もう1つはセンサやRFIDを用いて客観的に、自動的にユーザのコンテキストを抽出し、共有するものである[6]。自己申告の方式としては、予め起こりうるであろうユーザの状況や状態を調べ、選択するだけである程度の状況を伝えられる。センサによるコンテキストやウェアネスの抽出は、各種センサによりユーザの存在や身体情報を計測し、共有するものである。1つ目の方法は、モバイル機器への適用は容易だが、元々操作が困難な携帯端末においては作業の妨げとなる。2つ目の方法では、センサが上がりでありモバイル機器への適用が困難であった。

[†]和歌山大学大学院システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering,
Wakayama University
[‡]和歌山大学システム工学部デザイン情報学科
Department of Design and Information Sciences,
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

我々はモバイルユーザ周辺の環境情報を様々なセンサを用いて自動的に計測し、そのデータを他のユーザと共有することで、モバイル機器を使ったコミュニケーションを円滑に進めることが出来ると考えた [7]。そこで複数のセンサ（以下、マルチセンサ）を用いてコンテキスト情報を特定のグループ内で共有可能なモバイルシステムの開発を行った。

本稿では、マルチセンサを用いたコンテキスト情報を共有可能なモバイルシステムの開発と適用実験について述べる。

2. センサ情報を共有可能なモバイルシステムの開発

2.1 設計方針

- (1) マルチセンサとインフラストラクチャの併用
- (2) 作業用の端末を制限しない
- (3) グループ内でのコミュニケーションに利用

理由

- (1) コンテキストの抽出精度を上げるため、今回開発したマルチセンサと既にインフラストラクチャとして高い信頼性を持つ技術との併用を考えた。マルチセンサでは、ユーザの極めて身近な周囲の環境情報を得られる。インフラストラクチャとして確立された技術を利用することでより確実な情報が得られる。これらを併用することで、各々の足りない部分を補うことができ、様々な状況に応用できると考えた。今回、信頼性の高いインフラストラクチャ技術として、GPSとRFIDを位置情報を得るために利用する。
- (2) ユーザがどのような作業端末を使って作業するかは、ユーザの置かれている状況に依存する。状況によっては携帯電話やPDAのような小型の携帯端末を使ったり、またはノートPCを使ったりする。さらに、状況によってはモバイル機器だけではなく、室内でデスクトップPCを利用することもありうる。その際はシームレスにモバイル機器からデスクトップPCへと作業環境を移行できる方が望ましい。そのため、周囲の環境を計測する端末（計測端末）と作業用の端末（作業端末）とは別の端末とし、データ通信にはシームレスな近距離通信に適したBluetoothを用いることにした。
- (3) 実際に特定のグループ内でのコミュニケーションに適用することで、モバイルユーザのコンテキストとしてどのような情報が必要で、コミュニケーションをとろうとする際の行動にどのように影響するかを検証できると考えた。グループで各自が自分の都合で利用できるように、シ

ステムはWebページを提供する。Webページを提供することで、自宅のPCや職場のPC、または携帯電話を利用したアクセスが可能となる。また、情報を閲覧するだけでなく、グループ間で手軽にリアルタイムのコミュニケーションがとれるように専用のインスタントメッセージャーを用意した。

2.2 システム概要

図1にシステムの概念図を示す。システムは環境情報を取得する計測端末と協調作業を行う作業端末からなる。図2にマルチセンサを用いた計測端末、図3にPDA用の作業端末を示す。また、計測端末と併用するGPS（ソニー、GU-BT1）を図4に、RFIDタグ（RF Code, Spider IIIA）を図5に示す。今回は、作業端末にPDA（ソニー、PEG-NZ90）を用いているが、携帯電話やノートPCなどを利用することも考慮している。計測端末と作業端末との間では、計測端末が各種センサから取得したデータを、Bluetoothによる通信で作業端末へ送信する。作業端末はBluetoothを用いて受信したデータをPHSデータ通信や無線LANなどを利用してサーバへ送信する。他のメンバーはPCや携帯電話のWebブラウザからWebサーバへアクセスし、情報を閲覧できる。計測端末と作業端末の実装について下記に詳しく示す。

2.3 計測端末

実装したセンサは温度センサ（National Semiconductor, LM35C）、光センサ（EVERLIGHT, Photoconductive Cells）、加速度センサ（ANALOG DEVICES, ADXL202）の計3つである。また、位置情報を取得するセンサとしてGPSレシーバ（ソニー、GU-BT1）を利用し、研究室における在室情報を取得するためにRFIDタグ（RF Code, Spider IIIA）を利用している。温度センサ、光センサ、加速度センサから得られるデータをPIC（Peripheral Interface Controller）マイコンを用いてAD変換を行い、デジタルデータをRS232Cのシリアル通信でPDA

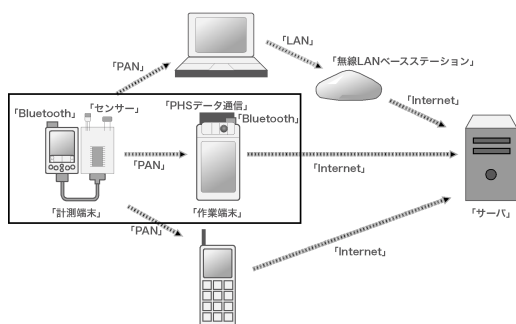


図1 システム概念図



図2 計測端末



図3 作業端末



図4 GPS レシーバ



図5 RFID タグ

(palmOne, inc, m515) へ転送する。PDA は受信したデータを保存し、Bluetooth を利用して作業端末へデータを転送する。温度センサと光センサのサンプリングレートは 1 秒とし、加速度センサはおよそ 10ms とした。これらのセンサや PIC、その他の部品などを 720mm × 460mm の大きさの基盤に実装した。計測部は 9V 形電池 1 個を電源として動作する。

GPS レシーバによって取得したデータは計測端末とは別に作業端末と Bluetooth を用いた通信を行い、データを作業端末へ送信する。

RFID タグのデータは計測端末や作業端末の PDA で処理されるわけではなく、研究室に置かれた RFID レシーバが研究室内にある ID を取得し、そのままサーバへ転送する。

2.4 作業端末

作業端末は、PDA (ソニー、PEG-NZ90) と PHS カード (NEC, AirH⁺ AH-N401C), または無線 LAN カード (ソニー, PEGA-WL110) から構成される。作業端末は、Bluetooth を用いて計測端末からのデータを受信し、PHS カードまたは無線 LAN を用いてサーバへデータを転送する。また、自分のコンテキストを送信するだけでなく、他のメンバーのコンテキスト情報を受信して表示する。PDA は画面が小さく、全ての情報を表示することが困難なため、ペンで触れた部分だけ詳細な情報を表示している。図 6 に作業端末の画面を示す。現在、コンテキスト情報として、「状態」、「温度」、「明るさ」、「行動」、「人数」、「場所」の 6 つの情報を扱っている。情報の詳細は、下記の通りである。また、表 1 にコンテキスト情報の一覧を示す。

2.4.1 情報の種類

(1) 状態

「状態」以外の5つの情報を総合的に判断し、現在のユーザの置かれた状態として示す。現在は、「明るさ」と「行動」の値から、「明るい所を歩行中」、「暗い所を歩行中」など単純な判断のみを行っている。

(2) 温度

温度センサから取得した値を摂氏で示す。

(3) 明るさ

光センサから取得した値である。実際にはLuxを単位としたデータを取得しているが、アプリケーションで表示する場合は、「明るい場所」や「薄暗い室内」などのように言葉に置き換えて表示している。

(4) 行動

加速度センサを用いて万歩計のように腰の振動を計測し、「歩行中」か「静止中」を判断した値を示す。

(5) 人数

現在はBluetoothを用いて、ユーザの周囲にあるBluetooth端末の台数を示している。Bluetoothは携帯電話などの携帯端末に標準で実装されることが期待されているため、Bluetooth端末の数を調べることで、将来的に周囲にいる人数を判断できると考えている。

(6) 場所

GPSレシーバから取得した緯度と経度のデータを地図検索サービスへ転送し、ユーザの現在地を住所として示す。研究室に居る際はRFIDによる存在情報が優先され「研究室」と示される。

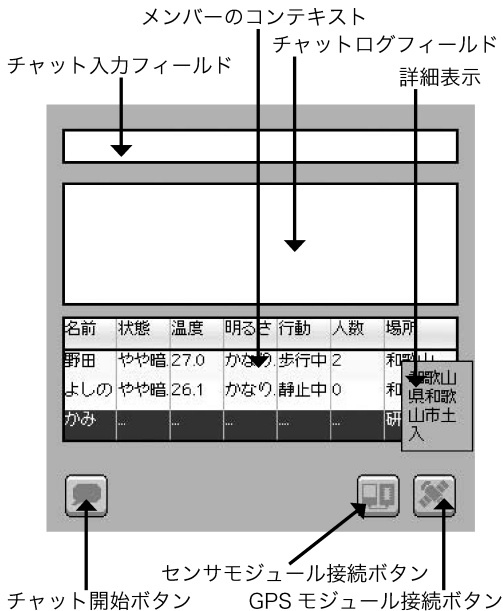


図6 作業端末の画面例

2.5 Web サービスとデスクトップアプリケーション

ユーザは本システムのWebサービスとして研究室全員の状況を携帯電話やPCのWebブラウザで閲覧できる。HTMLファイルはサーバによって30秒毎に生成され、ブラウザは30秒毎に自動更新される。携帯電話のブラウザからもアクセスすることが可能で、これによりコミュニケーションのタイミングを計ることができたり、コミュニケーションのきっかけが生まれたりすることが期待できる。今後、Webからのチャットや状況の自己申告などのサービスを追加する予定である。図7に情報共有システムのWebサービス画面を示す。また、Webサービスを利用するよりも、よりリアルタイムな情報の取得やリアルタイムなコミュニケーションも必要であると考え、専用のデスクトップアプリケーションを開発した。表示される情報の内容は、上記の作業端末やWebサービスと同様のものであるが、更新のタイミングはWebページの更新タイミングよりも早く、よりリアルタイムに情報を取得できる。Webサービスとは異なりチャット機能を設け、

表1 コンテキスト情報一覧

情報	詳細
名前	ユーザの名前
状態	現在、「明るさ」と「行動」から推測した値
温度	温度センサから取得した値
明るさ	光センサから取得した値
行動	加速度センサから足の動きを計測し、「歩行中」または「静止」中を判定した値
人数	周辺にあるBluetoothの台数
場所	GPSから取得したデータを住所に置き換えた値



図7 Webブラウザにおける情報の表示例

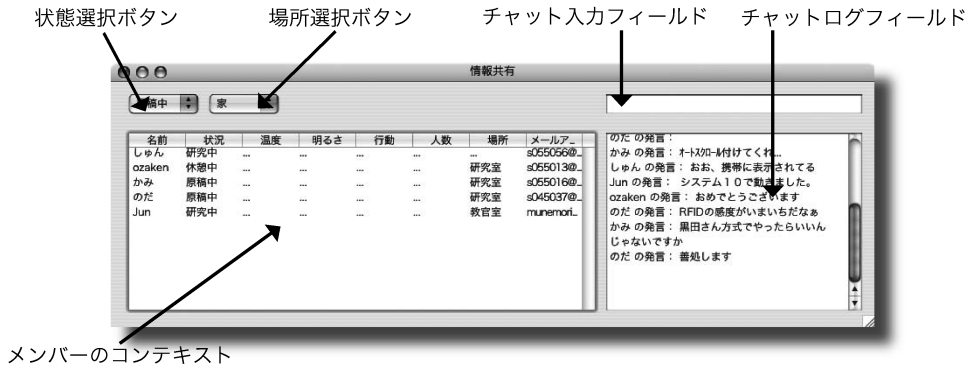


図8 作業端末の画面例

リアルタイムなコミュニケーションが可能である。また、状況の変化を自己申告によって他のメンバーへ示すことができる。図8に本システム専用のデスクトップアプリケーションを示す。

3. 適用実験

3.1 実験方法

マルチセンサを使い詳細情報を共有することをユーザはどのように感じるのか、詳細な情報をどのように応用することでモバイルコミュニケーションに影響を与えられるかを検証するために適用実験を行った。センサとPDAを持った2人の人間が定期的に動き回り、モバイルユーザの状況の変化を他の16人のメンバーがWebサービスやデスクトップアプリケーションで確認する。また、センサを持たないメンバーもRFIDのタグを身につけてもらい、研究室における在室情報だけは共有することにした。実験中は、Webでメンバーの状況を確認するように、定期的に促した。実験は二日間行い、実験後アンケート調査を行った。

3.2 実験結果

表2に5段階評価の結果を、表3に記述式アンケートの回答を示す。5段階評価は、5が「良い」、3が「普通」、1が「悪い」を意味している。また、今回扱った情報に対して、重要な情報に順位を付けてもらったものを表4に示す。重要度は値が大きいほどその情報が重要であること示す。

状況を研究室内のメンバーで共有することについては、5段階評価のアンケート結果から、比較的便利だという評価が得られた(表2(1):3.8)。また、記述式アンケートの結果からも、自分の予定や相手の都合を考慮して行動できるといった意見やその他の行動の判断材料になることが分かった。Webブラウザや携帯電話から情報が確認できることについても便利だという評価が得られた(表2(5):3.9, (6):4.2)。しかし、Webブラウザや携帯電話からも状況を申告したり、

表2 5段階評価アンケート結果

質問項目	評価平均
(1) メンバーの情報を共有することは便利か?	3.8
(2) システムを使用して特定の人の状況が分かるか?	3.6
(3) 共有していた情報は十分でしたか?	3.0
(4) 在室情報と自己申告による状況を研究室のメンバーに公開することに抵抗があるか? (1: ない~5: ある)	2.1
(5) Webブラウザでメンバーの状況を閲覧できることは便利か?	3.9
(6) 携帯電話で閲覧できることは便利か?	4.2
(7) コミュニケーションのきっかけは作れそうか?	3.2
(8) デスクトップアプリケーションからの自己申告は便利か?	4.1
(9) RFIDを使った在室情報は役に立つか?	3.7
(10) センサを使って取得した情報は役に立つか?	2.9
(11) センサを使って取得した情報を研究室のメンバーに公開することに抵抗はあるか? (1: ない~5: ある)	2.3
(12) 位置情報を住所として示したが、役に立つか?	3.3
(13) センサ情報の提示方法は分かりやすかったか?	2.8
(14) 電話をかけるときやメールを送るときに相手の状況や状態を気にするか? (1: 気にしない~5: 気にする)	4.3

チャットに参加したいという回答もあった。

センサから得られた情報については、それほど高い評価は得られなかった(表2(10):2.8)。記述式アンケートの結果から、原因は情報の提示方法に問題があったということがわかる。記述式アンケートの結果からユーザが欲しい情報は、細かい情報ではなく、総合的に「忙しいか忙しくない」といった大まかに状況を判断した情報であることがわかる。またリアルタイムな情報ではなくある一定時間続いた状態に変化が起こった際の情報であることが分かる。表4からも、明るさや温度のような重要度は低いが、それらから得られる「状態」情報は重要度が高く、情報の提示方法によっては効果があると考えられる。これらのことから、移

表3 記述式アンケート結果

<p>[情報共有システムについて]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究室に行く行かないの判断材料になる。 ・自分の予定、相手の都合を考慮して行動できる。 ・Webにも状況の自己申告選択が欲しい。 <p>[RFIDについて]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・質問したい先輩が居る時を狙って学校に行ける。 <p>[GPSについて]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住所だけではなく地図も見たい ・学校に来たことが分かるので便利 <p>[センサについて]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・情報を増やすよりも、一つの「状況」に知りたい。 ・現在の状態がどれくらい持続しているか知りたい。 ・情報を組み合わせて、忙しいかどうか知りたい。 ・忙しいのが終わったのを判断してメールを欲しい。 <p>[全般]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・より共通の目的を持ったグループで使いたい。 ・情報の提示方法を改善して欲しい。 ・用事ある人にメッセージを残したい。 ・相手に連絡を取る取らないの判断材料になる。

動中のユーザのコンテキストを適切な表現で提示することで相手の都合などを考慮したコミュニケーションを支援できると考えられる。

また、被験者の多くは、電話をかける時やメールを送信する時に相手の状況を気にしている(表2(14):4.3)。電話をかける際に相手の状況を気にするのはもちろんのことであるが、携帯電話においてはメールでのコミュニケーションの際も、直ぐに返事を受けることを期待しており、相手がメールを返信できる状況であるかを気にしていると思われる。また、情報の種類を細かくし、詳細な情報がグループ内で公開することにも特に抵抗は無いことが分かった(表2(4):2.1,(11):2.3)。

4. まとめ

モバイルユーザ周辺の環境情報を様々なセンサを用いて自動的に計測し、そのデータを他のユーザと共有することで、モバイル機器を使ったコミュニケーションを円滑に進めることが出来ると考え、マルチセンサを用いてコンテキスト情報を共有可能なモバイルシステムを開発した。また、より詳細な情報を共有することをユーザはどのように感じるのか、また詳細な情報をどのように応用することでモバイルコミュニケーションに影響を与えられるかを検証するために適用実験を行った。その結果、ユーザは以下のような情報を求めていることが分かった。

- (1) 詳細な複数の情報よりもある程度大まかな一つの状態情報
- (2) リアルタイムな情報ではなく、一定時間続いた状態が変化したという情報

情報共有システムは、行動の判断材料になることや

表4 情報の重要度

情報	評価平均
明るさ	1.9
温度	1.4
行動	4.0
人数	3.0
状態	5.1
場所	5.6

相手の都合に合わせて行動することに影響を与えることが分かった。さらに上記の方法で情報を提示することで相手の状況を考慮したモバイルコミュニケーションが実現可能であると考えられる。

今後の課題として、複数の詳細な情報からユーザの状況を判定する機能を実装し、ユーザの求める情報を提供する予定である。また、センサを持ち歩くモバイルユーザの人数を増やし、実験を行う中でコンテキスト情報がモバイルコミュニケーションに与える影響を検証する予定である。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金若手研究(B)15700059「移動中の利用者のアウェアネス情報の獲得と伝達に関する研究」、平成15年度(財)電気通信普及財団、ならびに総務省戦略的情報通信研究開発推進精度特定領域重点型研究開発「仮想環境の遠隔共有による自発的学びの場実現に関する研究(0214028)」の支援を受けた。記して謝意を表する。

参考文献

- [1] 田村 大, 福岡祥乃, 玉野哲也: コンテキストセンシティブなコンテンツ配信の実現に向けてープロジェクト・MODEの取り組みー, 情報処理学会研究報告, 2003-UBI-1, pp.41-48(2003).
- [2] 角 康之, 間瀬健二: 実世界コンテキストに埋め込まれたコミュニティウェア, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.10, pp.2679-2688(2001).
- [3] Dey, A.K., Abowd, G.D. and Salber, D.: A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications, HCI Journal, Vol. 16 (2-4), pp.97-166, 2001.
- [4] 井上真杉, マハムド カレド, 村上 誉, 長谷川幹雄, 森川博之: コンテキスト適応ネットワーク/サービス制御機構の実装, DICOMO 2004 論文集, pp.515-518(2004).
- [5] 宗森 純, 森 直人, 吉野 孝: 状況の半自動自己申告機能を備える疎な連帯支援システムの開発と適用, 情報処理学会論文誌, Vol.45, No.1, pp.188-201(2004).
- [6] 黒田淳平, 吉野 孝, 宗森 純: 多種の情報機器を利用可能なアウェアネス情報共有システム, 情報処理学会研究報告, 2002-GN-47, pp.1-6(2002).
- [7] 野田敬寛, 吉野 孝, 宗森 純: センサ情報を共有可能なモバイルシステムの開発と適用, 情報処理学会研究報告, 2004-DPS-116, pp.55-60(2004).