

ユビキタス環境を活用した位置に基づくグループウェア

朝長 康介[†] 太田 昌孝^{††} 荒木 啓二郎^{†††}

あらまし: ユビキタス環境において、携帯端末の位置情報はそのユーザの位置を表す。この位置情報を複数個組み合わせれば、複数の携帯端末ユーザが位置に基づいて協調するためのグループウェアが実現できる。本論文では、このグループウェアに位置情報を提出するためのプロトコル LBGP を設計し、この応用を提案する。応用としては、地理的に周囲の人に話しかける文字チャットや、自分の位置情報を望む相手に通知するサービスがある。この応用は、LBGP とエニキャストを用いた位置依存サービスを組み合わせることで容易に実現できる。

キーワード: 位置依存サービス、グループウェア、ユビキタスコンピューティング

Location-based Groupware in a Ubiquitous Computing Environment

KOSUKE TOMONAGA,[†] MASATAKA OTA^{††} and KEIJIRO ARAKI^{†††}

Abstract: In ubiquitous computing environment, location information of portable devices indicates location of the device users. Therefore, location based groupware can use location information of portable devices as their users' location information. This paper presents a protocol which defines how portable devices embed their location information into a URL. By using this protocol, portable devices can submit their location information on HTTP. This paper also presents applications of the protocol such as chat system which allow users to chat with people around them.

keyword: location-dependent service, groupware, ubiquitous computing

1. はじめに

世界中の多様なデータリンク層をインターネットで結合すれば、デスクトップやモバイル端末に限らず、衣服や携帯品に埋め込まれた多種多様な端末までもが、いつでもどこからでも任意の端末とエンドツーエンドの通信を行えるようになる。これにより、ユビキタス環境が実現できるようになる。

ところで、携帯端末の位置情報はそのユーザの位置情報と見なせる。そのため、この位置情報に基づけば、ユーザの位置に適したサービス提供が可能になる。これにより、自分の位置が分からないユーザへの周辺案内の提供や、ユーザの関心を惹く情報を地域限定して公開することが可能になる。

さらに複数の人が持つ携帯端末の位置情報を用いれば、位置に基づき複数人が協調するためのグループウェアが可能になる。例えば、Active Badge¹⁾の研究では、研究所のスタッフに測位用の携帯端末を与え、各スタッフがいる場所を部屋ごとに判別するシステムを開発した。Active Badge は携帯端末が発する赤外線を各部屋の赤外線センサで感知し、その感知した部屋の位置やユーザ名をサーバに表示するシステムである。このシステムはスタッフを探す手間を省き、所内にいる各部屋のスタッフに内線かけることを容易にした。また、各部屋のスタッフが容易にミーティングを開くことも可能にした。

一方で、エニキャストを用いた位置依存サービスを用いれば、屋内外に置局した無線 LAN 基地局から位置情報を取得し、これをグループウェアサーバに提出することが可能になる²⁾。無線 LAN を介してインターネットに接続する携帯端末は、IP エニキャストにより、最寄りの無線 LAN 基地局から位置情報を取得できる。これを利用し、基地局上の HTTP サーバがグループウェアサーバの URL に位置情報を埋め込み、その URL に対する HTTP リダイレクトを携帯端末に返せば、携帯端末は HTTP リダイレクトに従

[†]九州大学大学院システム情報科学府
Graduate School of Information Science and Electrical
Engineering, Kyushu University

^{††}東京工業大学情報理工学研究所
Graduate School of Information Science and Engineering,
Tokyo Institute of Technology

^{†††}九州大学大学院システム情報科学府
Graduate School of Information Science and Electrical
Engineering, Kyushu University

うだけで、その位置をグループウェアサーバに提出できる。また、この提出は端末により制御できるため、端末の位置という個人のプライバシーの保護は端末により細かく制御できる。

既存の位置に基づくグループウェアは、携帯端末の位置情報提出プロトコルが統一されていなかったため、携帯端末の位置情報をその提出プロトコルごとに個別に計算する必要があった。この問題を解決すべく、位置情報提出プロトコルの差異を吸収するミドルウェアを用いてグループウェアを構築することも可能であるが、新規プロトコルが追加される度に全グループウェアのミドルウェアの改造が必要になり本質的解決にならない。

本研究では、ユビキタス環境を活用した位置に基づくグループウェアプロトコル LBGP を提案する。LBGP はユーザ ID などの端末情報を位置情報に基づいてサーバに提出するためのプロトコルである。本プロトコルにおいては、携帯端末の位置情報やユーザ ID を、HTTP の GET メソッドと同じく URL に埋め込む。これらは既に WEB で広く行われているため、LBGP で埋め込まれたデータは、既存の WEB サーバで容易に取り出すことができる。

また、LBGP を用いたグループウェアの機能例として、地理的に周囲の人に話しかける文字チャットや、自分の位置情報を望む相手に通知する機能を提案する。これらは LBGP とエニキャストを用いた位置依存サービスを組み合わせれば容易に実現できる。本グループウェアの特徴は、エニキャストを用いた位置依存サービスにより、既存の WEB ブラウザや WEB サーバで測位も可能なグループウェアが実現できることや、携帯端末の位置情報提出は、その端末ユーザが制御できるため、端末の位置という個人のプライバシーの保護が端末により細かく制御できることがある。

2. 既存の位置に基づくグループウェア

携帯端末の位置情報に基づき、各端末ユーザが協調するグループウェアは、Action Badge や Sentient Computing³⁾ の応用として既に開発されている。ここでは、まず Action Badge の原理とその応用について述べる。

Active Badge システムは、赤外線を発する携帯端末と赤外線センサで構成される。携帯端末はユーザ ID が設定された状態で、各ユーザに持ち歩かれる。携帯端末はユーザ ID を赤外線で送信しており、各部屋に備え付けられた赤外線センサはユーザ ID を赤外線を受信する。ユーザ ID を受信した赤外線センサは、自

分のアドレスとユーザ ID を RS232C ポートで接続された端末に送信する。これを受信した端末はユーザ ID が示すユーザの位置を赤外線センサのアドレスから特定し、これをグループウェアサーバに提出する。グループウェアサーバでは収集したユーザ ID とそのユーザの位置情報を表にまとめてディスプレイ表示する。このサーバはグループウェアユーザに公開されており、これにより、ユーザは短時間で互いの位置を把握することができる。

この方式の欠点としては、ユーザの位置情報というプライバシーが自動的にグループウェアサーバに収集されてしまうこと、また、グループウェアサーバに対してユーザ ID や位置情報を提出するプロトコルが決定されていないため、端末が任意の測位技術で得た位置情報をグループウェアサーバに提出できないことが挙げられる。

他の方式としては、端末が独自に位置情報を取得し、これを任意のグループウェアサーバに提出する方法も考えられる。例えばこの方式としては GPS や Cricket⁴⁾ などを使ったものが考えられる。これらの利点は、プライバシー制御が端末側で個別に可能なことである。欠点は、グループウェアサーバに位置情報を提出するプロトコルの標準化が必要であることである。

3. LBGP(Location Based Groupware Protocol)

以上の議論に基づき、本研究では、位置に基づくグループウェアのためのプロトコルを設計した。以下では、LBGP の概要およびプロトコルの詳細について述べる。

3.1 LBGP の概要

LBGP は、ユーザ ID などの端末情報を位置情報に基づいて提出するプロトコルである。これにより、グループウェアサーバは携帯端末の端末情報や位置情報を一律に計算できるようになる。

インターネットに対応した位置に基づくグループウェアとして重要な機能は、携帯端末のユーザ情報と位置情報を任意のサーバに送信できる機能である。これに類似した既存のプロトコルとしては、HTTP (HyperText Transfer Protocol) がある。そこで、LBGP では端末情報を提出する部分を HTTP を用いて実現する。HTTP では、テキスト、音声、動画、静止画などのデータを URL に基づいて送受信する。URL は本来、データのネットワークにおける位置を記述するものであるが、LBGP ではユーザ ID と携帯端末の位置情報を GET メソッドに従って URL に埋め込

む。これによるデータ提出は既に広く行われているため、LBGP で埋め込まれたデータは、既存の WEB サーバで容易に取得できる。以上より、グループウェアサーバは、既存の WEB サーバで容易に実現できる。また、グループウェアクライアントとしては既存の WEB ブラウザが利用できる。プロトコルとしては、携帯端末が位置情報を提出するよう設計しているため、端末ユーザが端末により位置情報というプライバシー保護を細かく制御できる。

3.2 LBGP の詳細

LBGP では、ある変数の変数名と値を等式で結んだ形で、変数とその値を表現する。またそれらの等式は互いに "&" で結ばれる。変数名としては、位置情報とユーザ ID に特別な変数名がある。これにより、グループウェアは携帯端末のユーザ ID を変数名から一意に特定でき、また、その位置情報も特定できる。定義された変数名は次のようである。

uid	ユーザ ID
accuracy	精度.
datum	測地系. WSG84, JGD2000 など
latitude	緯度.
longitude	経度.
heightS	海拔.
heightW	地上高.
place	地名.

ユーザ ID はユーザアカウントを識別するためのバイト列である。これは RFC2486 に定義された NAI (Network Access Identifier) として使用される。各アカウントは相異なるアカウント識別子を持つ。これは例えば次のようである。

```
tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp
```

accuracy は位置情報の精度を表し、提出された位置情報が最大何メートルの誤差を含むかを表す。datum は測地系であり、提出された位置情報がどの測位系に従った値であるかを示す。latitude, longitude はそれぞれ緯度と経度である。それぞれ測位系に従った数値を値として持ち、その値は度分秒フォーマットに従う。海拔と地上高は符号付の少数で表される。単位は「メートル」であり、正の値が高い場所を、負の値は海面または地表よりも下を示す。place は任意の文字列からなる地名情報であり、住所や一般的な地名を含めることができる。

LBGP では、基本的にユーザ ID と位置情報をグループウェアサーバの URL に埋め込む。これにより、既存の WEB サーバは携帯端末が提出するデータをそ

の位置情報とユーザ ID で識別することができるようになる。埋め込まれた URL は例えば次のようになる。

```
http://groupware.com/groupware.cgi?  
uid=tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp  
&accuracy=30  
&datum=WSG84  
&longitude=1302536.119  
&latitude=3336.481  
&heightW=10  
&place=Kyushu+University
```

この URL が携帯端末の HTTP クライアントによって要求されれば、groupware.com というドメインを持つ端末上のグループウェアサーバは、groupware.cgi という CGI を用いて、提出された URL からユーザ ID や位置情報などの情報を取得することができる。これは HTTP の GET メソッドに同じであるため、既存の WEB サーバはこれを容易に取得することができる。groupware.cgi からの HTTP 応答は適当に返せば良い。上記で定義されていない各グループウェア独自の 변수も上記の形式で URL に埋め込むことが出来る。

4. LBGP を用いたグループウェア

LBGP を用いたグループウェアを利用すれば、地理的に周囲の人に話しかける文字チャットや、自分の位置情報を望む相手に通知する機能が可能になる。これらは、HTTP GET とユニキャストを用いた位置依存サービスの組み合わせで容易に実現することができる。

4.1 エニキャストを用いた位置依存サービス

ユニキャストを用いた位置依存サービスを用いれば、屋内外に置局した無線 LAN 基地局から位置情報を取得し、これをグループウェアで利用することが可能になる。本サービスは筆者らが開発し、既にモバイルインターネットサービス株式会社の基地局に実装している。

本サービスにおいては、無線 LAN を介してインターネットに接続する無線 LAN 端末が、IP エニキャストにより、最寄りの無線 LAN 基地局から位置情報を取得する。これは複数の無線 LAN 基地局でひとつのエニキャストアドレスを共有することで可能になる。なぜなら、ひとつのエニキャストアドレスを複数の基地局ルータで共有しても、無線 LAN 端末から見えるエニキャストアドレスの基地局は最寄りのただ 1 局だからである。

位置情報の取得にあたって、基地局上の HTTP サーバが位置情報を埋め込んだ位置依存コンテンツの URL

を HTTP リダイレクトで携帯端末に返せば、携帯端末は エニキャストアドレスに HTTP 要求を送信し、返ってきた HTTP リダイレクトに従うだけで、その位置に応じた位置依存コンテンツを要求できる。位置情報が埋め込まれた位置依存コンテンツの URL は例えば次のようである。

`http://example.com/lon-133/lat-32/index.html`
この場合、位置依存コンテンツを提供する HTTP サーバは、`example.com` 上に置かれ、`/lat-130/lon-32/index.html` というパス名のファイルで緯度 32 度、経度 130 度のコンテンツを提供している。この緯度経度の値は基地局の位置情報で置換された値であるため、最寄りの基地局から返された HTTP リダイレクトには最寄りの基地局の位置情報が含まれる。よって、このリダイレクトに従えば、最寄りの基地局の位置に応じた位置依存コンテンツを要求できるようになる。この要求は端末により制御できるため、端末の位置という個人のプライバシーの保護は端末により細かく制御できる。また、本サービスは全て IP と HTTP で実現されているため、HTTP を実装した既存の WEB ブラウザやサーバに特別な改造は必要ない。

ところで、LBGP における端末の位置情報を、エニキャストを用いた位置依存サービスでサーバに提出する場合、無線 LAN 基地局の HTTP サーバに小さな改修が必要である。既存の基地局の HTTP サーバは、端末から受信した HTTP GET に対して、位置情報を埋め込んだ位置依存コンテンツの URL を HTTP リダイレクトで返していた。これは端末が位置情報だけをサーバに提出する仕様では問題にならない。しかし、LBGP に対応した基地局の HTTP サーバは、端末が URL に付加した位置情報でない情報を取得し、この情報と位置情報をサーバの URL に埋め込む必要がある。これは端末が位置情報でない情報をサーバに提出するためである。特に LBGP では端末によるユーザ ID の提出が重要である。また、各グループウェア独自の変数も提出したい。そこで、基地局の HTTP サーバは、HTTP GET で指定された URL からホストポート部を取り除き、これをグループウェアサーバのホストポートに置換する。また、置換した URL の末尾に位置情報を付加する。これにより、エニキャストを用いた位置依存サービスで LBGP を利用することが可能になる。例えば、端末の HTTP GET で次の URL を要求されたとする。

```
http://anycast.net/groupware.cgi?  
uid=tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp  
anycast.net は、エニキャストアドレスに対応した
```

ドメインであり、これがホストポート部となる。ポート番号は省略されている。さて、LBGP に対応した HTTP サーバは端末から提出された URL からホストポート部を取り除き、これをグループウェアサーバのホストポートに置換する。また、置換した URL の末尾に位置情報を付加する。例えば、グループウェアサーバのホストポートを `groupware.com` とすれば、これは次のようになる。

```
http://groupware.com/groupware.cgi?  
uid=tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp  
&accuracy=30  
&datum=WSG84  
&longitude=1302536.119  
&latitude=3336.481  
&heightW=10  
&place=Kyushu+University
```

4.2 LBGP によるグループウェアの実現例

地理的に周囲の人に話しかける文字チャットや、自分の位置情報を望む相手に通知する機能は、LBGP とエニキャストを用いた位置依存サービスの組み合わせで容易に実現できる。

まず、周囲の人に話しかける文字チャットを、LBGP とエニキャストを用いた位置依存サービスの組み合わせで実現する。本チャットを用いれば、指定した距離より近くに存在する端末と文字チャットが行える。これを実現するため、本チャットにおいて端末は、LBGP のユーザ ID と位置情報に加え、発言した文字列とその地理的な到達範囲をサーバに提出する。このため、発言内容を表す `sentence` とその到達距離をメートルで表す `distance` が新たに定義される。例えば、ユーザ ID が

```
tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp  
であるユーザが 100m 以内にいるユーザに “Yo Ho.” と発言する場合、次のような URL を HTTP GET で要求する。
```

```
http://anycast.net/groupware-chat.cgi?  
uid=tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp  
&chat=Yo+Ho.  
&distance=100
```

ここで `anycast.net` はエニキャストアドレスに対応したドメインであり、`groupware-chat.cgi` は本チャットを実現する CGI である。既存の WEB ブラウザは、フォームに書き込まれた発言内容などの情報を GET メソッドで送信することにより、上記の URL に対する HTTP GET を容易に送信することができる。この

URLを受信した基地局は、グループウェアサーバのホストポートと基地局の位置情報を埋め込んだ URL を HTTP リダイレクトで返す。ここではグループウェアサーバのホストポートを groupware.com とする。この場合、リダイレクトで返される URL は次のようである。

```
http://groupware.com/groupware-chat.cgi?
uid=tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp
&chat=Yo+Ho.
&distance=100
&accuracy=30
&datum=WSG84
&longiude=1302536.119
&latitude=3336.481
```

この URL を端末が HTTP GET で要求すれば、サーバは端末の位置情報とユーザ ID、発言内容とその到達範囲を取得する。これらを複数の端末から取得したサーバは、端末の位置情報に基づいて、ある端末の発言が他のどの端末に届いたかを計算する。その際、発言は発言者である端末の位置情報から到達距離メートルだけ届くものとする。この計算を終えたサーバは、各端末のリダイレクトに従った HTTP GET に対して、その端末に届いた発言をコンテンツとして返す。これは例えば次のようである。

```
<HTML>
<HEAD> geochat </HEAD>
<BODY>
  tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp said.<BR>
  Ya Ho.<BR>
</BODY>
</HTML>
```

各端末上の WEB ブラウザは、フォームに書き込まれた発言内容などの情報を GET メソッドでユニキャストアドレスに送信した後、リダイレクトに従い、他者の発言をコンテンツとして受信し、これを画面上に表示することになる。

次に、自分の位置情報を望む相手に通知する機能をユニキャストを用いた位置依存サービスと LBGP で実現する。本機能を用いれば、位置情報の通知を待つ任意の相手端末に、自分の端末の位置情報を通知することができる。これを実現するため、通知相手を表す dstuid という変数が新たに定義される。例えば mohta@titech.ac.jp

というユーザ ID を持つユーザに位置を通知する場合は、次のような URL を HTTP GET で要求する。

```
http://anycast.net/groupware-notice.cgi?
```

```
uid=tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp
&dstuid=mohta@titech.ac.jp
```

ここで anycast.net はユニキャストアドレスに対応したドメインであり、groupware-notice.cgi は本機能を実現する CGI である。既存の WEB ブラウザは、フォームに書き込まれた通知相手のユーザ ID を GET メソッドで送信することにより、上記の URL に対する HTTP GET を容易に送信できる。この URL を受信した基地局は、グループウェアサーバのホストポートと基地局の位置情報を埋め込んだ URL を HTTP リダイレクトで返す。ここではサーバのホストポートを groupware.com とする。この場合、リダイレクトで返される URL は次のようである。

```
http://anycast.net/groupware-notice.cgi?
uid=tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp
&dstuid=mohta@titech.ac.jp
&accuracy=30
&datum=WSG84
&longiude=1302536.119
&latitude=3336.481
&place=Kyushu+University
```

この URL を端末が HTTP GET で要求すれば、サーバは端末の位置情報とユーザ ID、その通知先ユーザ ID を取得する。一方で各端末の WEB ブラウザは、そのユーザ ID と位置情報を HTTP GET で提出し、そのレスポンスが受信されるまで、サーバとの間に TCP セッションを張り続ける。これは HTTP/1.1 で定められている動作である。本機能ではこれを活用し、ある端末のユーザに位置情報の通知がなされると同時に、TCP セッションを利用して、通知を知らせるレスポンスを返す。これは例えば次のようである。

```
<HTML>
<HEAD> Location Notification </HEAD>
<BODY>
  <B>You received a notice of Location.</B><BR>
  UID :tomonaga@std.kyushu-u.ac.jp .<BR>
  Location:<BR>
  accuracy      30<BR>
  datum         WSG84<BR>
  longiude      1302536.119<BR>
  latitude      3336.481<BR>
  place         Kyushu University
</BODY>
</HTML>
```

このようなレスポンスは、各端末が位置情報を提出した後、他の端末からの通知を受けたときに WEB ブラウ

ブラウザに表示される。ところでレスポンスがタイムアウトしても、端末が一定間隔で位置情報を提出するようにすれば、再び TCP セッションが端末とサーバ間で張られるためタイムアウトは問題にならない。

5. 結論と今後の課題

本論文では、位置情報をグループウェアサーバに提出するプロトコルがないことを受け、位置に基づくグループウェアのための位置情報提出プロトコル LBGP の提案を行った。

LBGP は、HTTP の GET メソッドを用いて携帯端末のユーザ ID や位置情報を提出するプロトコルのみを規定している。このため、既存の WEB サーバは提出された情報を既存の方法で計算することが出来る。また、携帯端末が位置情報を提出するようプロトコルが設計されているため、端末の位置というプライバシー情報の保護は、端末ユーザが細かく制御することができる。

また、LBGP を用いたグループウェアの機能例として、地理的に周囲の人に話しかける文字チャットや、自分の位置情報を望む相手に通知する機能を提案した。これらは LBGP とエニキャストを用いた位置依存サービスの組み合わせで容易に実現できた。

今後の課題としては、例として挙げたグループウェアの実装が挙げられる。

参 考 文 献

- 1) A.HARTER AND A.HOPPER. A New Location Technique for the Active Office. IEEE Personal Communications 4,5 (October 1997),43-47
- 2) 朝長 康介,“エニキャストを用いた位置依存サービス,” 情報処理学会研究報告 2001-MBL-20, March, 2001
- 3) M. Addlesee, R. Curwen, S. Hodges, J. Newman, P. Steggle, A. Ward, A. Hopper : Implementing a Sentient Computing System, IEEE Computer, Vol.34, No.8, pp.50-56(Aug.2001)
- 4) N. Priyantha, A. Chakraborty, H. Balakrishnan, : The Cricket Location-Support System, Proc. 6th Int'l Conf, Mobile Computing and Networking (Mobicom 00), ACM Press, New York, 2000, pp.32-43.