

平成 21 年度
修士学位論文

サラウンディングキャンパスにおける通信
プロトコルの構成に関する研究

A study of Communication Protocol Architecture for
Surrounding Campus

1125097 福田 将行

指導教員 妻鳥 貴彦

2010 年 3 月 1 日

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻
情報システム工学コース

要 旨

サラウンディングキャンパスにおける通信プロトコルの構成に 関する研究

福田 将行

近年の ICT 技術の進化に伴って、コンピュータやネットワーク技術が様々な場面で利用されている。大学においても情報通信環境が充実してきており、いつでもどこでも情報サービスを享受できる環境になりつつある。しかし、ユーザは取得した多くの情報サービスの中から、自身が必要としている情報サービスを取捨選択しなければならない。

そこで、我々はサラウンディングコンピューティングに着目し、大学の情報環境にサラウンディングコンピューティング技術を適用したサラウンディングキャンパスの構築を行っている。サラウンディングキャンパスとは、ユーザの状況に応じて必要な情報サービスを提供することを目指している。

そこで本研究では、サラウンディングキャンパスにおける要求仕様を明確にし、ユーザに情報サービスを提供する通信プロトコルを提案し、Mobile IPv6 上でサラウンディングキャンパスを構築する。

キーワード サラウンディングキャンパス、ユビキタスコンピューティング、サラウンディングコンピューティング、Mobile IPv6

Abstract

A study of Communication Protocol Architecture for Surrounding Campus

Masayuki Fukuda

In recent years, computer networking technology is used in various situation with the development of Information and Communication Technology. Universities' information communication environments have provided information service in anytime from anywhere. However, it is difficult for users to choose necessary information service from many information services.

Therefore, we focus on Surrounding Computing. In previous study, we developed Surrounding Campus which applied Surrounding Computing to university. Surrounding Campus provides users with necessary information service of their situation.

In this study, we clarify requirements specifications in communication for Surrounding Campus. we proposed communication protocol which provide users with information service. Moreover, we develop Surrounding Campus over mobile IPv6.

key words Surrounding Campus, Ubiquitous Computing, Surrounding Computing, Mobile IPv6

目次

第 1 章	序論	1
第 2 章	研究背景	3
2.1	サラウンディングコンピューティング	3
2.2	サラウンディングキャンパス	4
2.2.1	サラウンディングキャンパスの構成	5
2.2.2	コンテキストの取得	6
2.2.3	各パラメータが持つ情報	7
2.2.4	情報サービスの提供が想定される状況	7
2.2.5	情報基盤の要求仕様	8
2.2.6	IPv6 の取り組み	9
2.3	研究の目的	10
第 3 章	プロトコルの設計	11
3.1	要求仕様	11
3.2	サラウンディングキャンパス内での通信	11
3.2.1	センサデバイス間	12
3.2.2	サーバ間	13
3.2.3	ユーザ端末とサーバ間	14
3.3	サラウンディングキャンパス全体の通信概要	14
3.4	セキュリティポリシ	15
3.5	ユーザの状況に対する情報サービスの提供例	16
第 4 章	プロトコルの適用	17
4.1	実験環境	17

目次

4.2	Mobile IPv6 の構成	18
4.2.1	MN	18
4.2.2	HA	19
4.3	全体の動作	19
第 5 章	考察	20
第 6 章	結論	21
謝辞		22
参考文献		23

図目次

2.1	サラウンディングキャンパスの概念図	5
2.2	Sun Spot	6
3.1	センサデバイス間の通信	12
3.2	サーバ間の通信	13
3.3	ユーザ端末とサーバ間の通信	14
3.4	サラウンディングキャンパスの全体図	15
3.5	サラウンディングキャンパスでの情報サービスの提供例	16
4.1	Mobile IPv6 ネットワークの構成図	17

表目次

4.1 ネットワーク設定	18
------------------------	----

第 1 章

序論

近年の ICT(Information and Communication Technology) の発展に伴い、コンピュータやネットワーク技術が様々な場面で利用されている。大学も例外ではなく、多くの学生や教職員が履修登録や掲示連絡、成績管理などにコンピュータやネットワーク技術が利用されている。その中で、徳島大学では u-Campus(Ubiquitous Campus) 構想に基づき、無線 LAN(Local Area Network) や携帯電話、PDA(Personal Digital Assistant)、RFID(Radio Frequency Identification) 等のユビキタスコンピューティング技術を導入する取り組みがなされており、ユビキタスコンピューティング環境が整備されつつある [1][2]。ユビキタスコンピューティング環境下ではいつでも、どこでも、だれもが情報サービスを享受できるが、ユーザは取得した多くの情報サービスから、必要としている情報サービスを取捨選択しなければならない。そこで、サラウンディングコンピューティングに着目する。

サラウンディングコンピューティングとは、コンピューティング資源が互いに自律分散的に協調しながら、ネットワークを形成し、環境に応じて利用可能なコンピューティング資源を選択的、透過的に協調利用できるという構想である。それにより、特定のコンピューティング資源への負荷を分散させることで、全体としてコンピューティング資源有効に活用することができる [3][4][5]。

サラウンディングコンピューティング環境では、ユーザの状況に応じて必要な情報サービスを提供できる環境である。また、ユビキタスコンピューティング環境下では、コンピューティング資源をユーザが意識することなく情報サービスを享受できるが、サラウンディングコンピューティング環境下ではそれに加えて、コンピューティング資源が互いに自律分散的にネットワークを形成するとともに、状況に応じて利用できるコンピューティング資源を選

択的、透過的に協調利用することで、ユーザが必要としている情報サービスを楽しむことができる。

本研究では、まずサラウンディングキャンパスの要求仕様を明確にし、Mobile IPv6 の特徴を考慮した、ノード間の通信プロトコルを提案する。また、実際に提案したプロトコルをサラウンディングキャンパスに適用し、Mobile IPv6 を利用して構築する。

第 2 章

研究背景

近年の ICT の発展に伴い、コンピュータやネットワーク技術が様々な場面で利用されている。大学も例外ではなく、多くの学生や教職員が履修登録や掲示連絡、成績管理などに利用している。その中で、徳島大学では u-Campus 構想に基づき、無線 LAN や携帯電話、PDA、RFID 等のユビキタスコンピューティング技術を導入する取り組みがなされており、ユビキタスコンピューティング環境が整備されつつある。ユビキタスコンピューティング環境下ではいつでも、どこでも、だれもが情報サービスを楽しむことができるが、ユーザは取得した多くの情報サービスから、必要としている情報サービスを取捨選択しなければならない。そこで、サラウンディングコンピューティングに着目する。

2.1 サラウンディングコンピューティング

サラウンディングコンピューティングとは、コンピューティング資源が互いに自律分散的に協調しながらネットワークを形成し、環境に応じて利用可能なコンピューティング資源を選択的、透過的に協調利用できるという構想である。これにより、特定のコンピューティング資源への負荷を分散させることで、全体としてコンピューティング資源有効に活用することができる。

サラウンディングコンピューティング環境では、ユーザの状況に応じて必要な情報サービスを提供できる環境である。また、コンピューティング資源をユーザが意識することなく情報サービスを楽しむことができ、コンピューティング資源が互いに自律分散的にネットワークを形成するとともに、状況に応じて利用できるコンピューティング資源を選択的、透過的に協調利

2.2 サラウンディングキャンパス

用することで、ユーザが必要としている情報サービスを楽しむことができる。

ユビキタスコンピューティングでは、情報サービスが遍在している概念である。これにより、ユーザは場所や時間の制約を受けずに楽しむできるようになったが、膨大な情報サービスがユーザにとって有用、無用関わらず提供される可能性がある。ユーザはそこから必要な情報だけ取捨選択しなければならないため、ユーザに負担がかかる。

そこでサラウンディングコンピューティングに着目し、サラウンディングコンピューティング技術を大学に適用したサラウンディングキャンパスの構築する。サラウンディングキャンパスではユーザのおかれている状況を把握し、それに応じた情報サービスを提供できる環境を目指している。

2.2 サラウンディングキャンパス

サラウンディングキャンパス上では、ユーザの身の回りにあたたかも情報サービスが常に存在するような環境、つまりユーザの状況に応じて必要な情報サービスを楽しむことができる環境である。ここでいうユーザは大学に関わる全ての学生、教員、職員が対象となる。サラウンディングキャンパスで提供される情報サービスは主に学習支援、授業支援、研究活動支援を想定しており、学習支援であれば、LMS(Learning Management System) によって学生が受講する講義の進捗状況や学生の理解度に応じた情報サービス提供され、学生の予習や復習を支援する。授業支援であれば、学生には受講している講義の講義資料や教材が提供され、教員は講義を受講している学生に講義資料や教材を配布する作業を支援する。また、テストや演習問題は LMS で管理され、教員によるテストの採点や、学生の出席状況や成績管理が支援される。研究活動支援であれば、輪講などで研究に関する資料やデータが提供されるようになる。サラウンディングキャンパスの概念図を図 2.1 に示す。

2.2 サラウンディングキャンパス



図 2.1 サラウンディングキャンパスの概念図

2.2.1 サラウンディングキャンパスの構成

サラウンディングキャンパスでは、情報の取得、取得した情報の解析とユーザの状況の把握、把握した状況に対する情報サービスの選択・提供、履歴情報の追加・更新の4つの工程からなる。

- 情報の取得

情報サービスを提供するためには、ユーザの状況を把握することが必要である。そのために、ユーザの状況を作り出す要因であるユーザ情報、場所情報、時間、周囲のユーザ情報を取得する。

- 取得した情報の解析と状況の把握

2.2 サラウンディングキャンパス

取得したユーザ情報、場所情報、時間、周囲のユーザ情報はそれぞれ個々の情報であり、それ単体だけでは意味をなさない。これらの情報を予め設定しているユーザの状況を判定するためのルールに従って整理し、解析することでユーザの状況を把握する。情報を整理するルールは予め設定しておく必要がある。

- 状況に対する情報サービスの選択・提供

ユーザの状況を把握したとき、それをユーザから要求があったとみなし、ユーザの状況に相応しい情報サービスを選択、提供する。

- 履歴情報の蓄積

ユーザの状況を応じてどのような情報サービスを提供したかを履歴情報として蓄積する。これは他のユーザに情報サービスを提供するときに、同じ状況に直面した場合に蓄積された履歴情報を基に情報サービスを提供する。

2.2.2 コンテキストの取得

ユーザの状況に応じた情報サービスを提供するためには、ユーザのおかれている状況を把握する必要がある。これまで、先行研究として小型無線デバイスを用いたユーザのコンテキストの取得方法が提案されている [6][7]。

コンテキストとは物体の状況の特徴づける全ての情報のことであり、サラウンディングキャンパスではユーザの状況を把握するためにコンテキストを取得する。本研究ではユーザ情報、場所情報、時間、周囲のユーザ情報を取得した。コンテキストの取得には、SunMicrosystems 社の SunSpot センサデバイスを使用した (図 2.2)。



図 2.2 Sun Spot

2.2 サラウンディングキャンパス

2.2.3 各パラメータが持つ情報

ユーザのおかれている状況を把握するためには以下のようなパラメータがユーザ状況を作り出すと考えられる。

- ユーザ情報

サラウンディングキャンパスで対象となるユーザには、学生、教員、職員が該当する。学生であれば学年に加え学部、修士、博士といった肩書き、さらに所属する学部や学科、研究室といった情報がある。課外活動をしている学生であれば、クラブやサークルの情報がある。教員の場合は所属する学部や学科、研究室、肩書きの情報がある。職員の場合は担当する部署や肩書きの情報がある。

- 場所情報

大学における場所には教室、研究室、教員室、オープンスペース、図書館などがある。場所にはそれぞれの役割があり、例えば教室では講義が行われ、研究室では研究活動、教員室であれば学生相談や履修指導、図書館であれば蔵書の閲覧、オープンスペースであれば自習といったように利用目的が異なる。

- 時間

日常の標準時刻の情報が含まれており、また大学では時間割によって授業時間が設定されているため、スケジュールも情報に含まれる。

- 周囲のユーザ情報

周囲ユーザの情報とは、ユーザの周りにいるユーザのユーザ情報である。このとき、ユーザと周囲のユーザとの間に共通点を見つけることで、どのような状況なのか推測することができる。

2.2.4 情報サービスの提供が想定される状況

サラウンディングキャンパスでユーザの状況によって提供される情報サービスは様々である。そこで大学における主な活動から想定される情報サービスを示す。

2.2 サラウンディングキャンパス

- 講義

情報サービスが想定される状況に講義がある。例えば、学生が人工知能という科目が行われている教室に移動すると、人工知能の講義資料の提供が行われる。教員であれば講義用スライド資料が情報サービスとして提供される。また、この科目を履修している学生に参考文献等の情報が提供される。

- 研究活動

研究活動は学生が研究室にいて、研究グループメンバーが揃った場合に研究資料が情報サービスとして提供される。また学生が図書館にいた場合に学生の研究に関連する文献の情報が情報サービスとして提供される。

- 学生相談、履修支援など

履修期間中であり、学生と教員が教員室にいる場合にその学生の成績情報や履修情報が情報サービスとして提供される。

- オープンスペース

オープンスペースは誰でも自由に使えるため、場所の役割から情報サービスを提供することは難しい。そこで、周囲のユーザに着目し、ユーザと他のユーザとの共通点から状況を予測し、情報サービスが提供される。例えば、同じサークルに所属するメンバーが集まっている状況なら、サークル活動のスケジュール情報などが情報サービスとして提供される。

2.2.5 情報基盤の要求仕様

上記で述べたサラウンディングキャンパスを実現するためには、ユーザがいつでもどこでも情報サービスにアクセスできる環境が必要である。また、ユーザが移動した場合でも通信が切断されることなく、維持されることが必要である。

そこで、IPv6 技術に着目する。IPv6 の特徴として以下のような点が挙げられる。

- 広大なアドレス空間

2.2 サラウンディングキャンパス

IPv6 は 2 の 128 乗個のアドレス空間を持ち、近年の IPv4 アドレスの枯渇問題が解決できる。

- P2P(Peer to Peer) 通信

IPv6 はコンピュータだけでなく、家電製品や携帯端末、自動車などあらゆるものに IP アドレスを付与し、ユビキタス環境を考慮している。そのため、サーバを介さずに全ての端末がグローバルアドレスを使用して、通信することができる。

- Plug and Play の実現

IPv6 では自動的に IP アドレスの設定が可能で、上位 64 ビットのネットワークアドレスを自動生成し、また下位 64 ビットのインタフェースアドレスは MAC アドレスから構成されることにより、IP アドレスを自動的に設定することができる。つまり、ホストはネットワークに接続するだけで IP アドレスが構成され、通信することができる。

- モビリティ機能

通常、接続している端末のネットワークが変わると IP アドレスも変わり、接続しているネットワークが変更されるたびに IP アドレスが変わる。そのため、ネットワークを変更すると、ネットワークが変わる前に通信していた IP アドレスでは通信ができなくなり、新たな IP アドレスで通信する必要がある。これに対して Mobile IPv6 技術ではローミング機能により、ネットワークを移動しても同一の IP アドレスが利用でき、移動してもセッションが切断されることなく、保持したまま通信が行える。

サラウンディングキャンパスを実現できる技術として、これらの機能が必要であるため、Mobile IPv6 を利用する。

2.2.6 IPv6 の取り組み

インターネットに関する研究プロジェクトを展開している WIDE(Widely Integrated Distributed Environment) プロジェクト [8] は IPv6 技術に関する研究開発活動を行っており、その中に KAME プロジェクト [9] や USAGI プロジェクト [10] がある。

2.3 研究の目的

KAME プロジェクトは慶應義塾大学、東京大学、(株)IIJ、(株)日立製作所、(株)東芝、日本電気(株)、富士通(株)、横河電機(株)が協力してBSD系のプロトコルスタックの研究開発活動を展開している。

一方USAGI プロジェクトは慶應義塾大学、東京大学、(株)日立製作所、(株)東芝、横河電機(株)、NTTソフトウェア(株)、シャープ(株)、アンカーテクノロジー(株)、日本エリクソン(株)、日本IBM(株)が協力してLinux系のプロトコルスタックの研究開発活動を展開している。

2.3 研究の目的

本研究では、サラウンディングキャンパス上でユーザに情報サービスを提供するために行われる通信プロトコルの提案と、その提案したプロトコルをサラウンディングキャンパスに適用し、Mobile IPv6 を利用して構築する。

第3章

プロトコルの設計

3.1 要求仕様

サラウンディングキャンパスは、あたかもユーザの身の回りに情報サービスが存在しているような環境であるため、ユーザの状況に応じて情報サービスを提供しなければならない。そのためにはユーザの状況を把握し、それにに応じてコンピューティング資源を選択的、透過的に利用し、かつ自律分散的に動作することが条件である。

ユーザの状況を把握するためにはユーザのコンテキストを取得する必要がある。そのためにはユーザのおかれている状況を表すユーザ情報、場所情報、時間、周囲のユーザ情報が必要であり、これらの組み合わせによってユーザの状況を判断する。そこで、これらの情報はセンサデバイスを利用して取得する。

また、ユーザの状況に応じた情報サービスを提供するためには、ユーザのコンテキスト情報を基にサーバ同士が自律分散的に協調し、ユーザにどのような情報サービスを提供するかを判断する必要がある。そこで、サーバ同士が互いにユーザのコンテキスト情報や履歴情報などの情報を補てんする仕組みが必要である。

3.2 サラウンディングキャンパス内での通信

サラウンディングキャンパスでユーザに情報サービスを提供する中で、ユーザのコンテキストの取得、ユーザの状況判断、ユーザに情報サービスの提供のときに通信が行われる。ユーザのコンテキストの取得にはセンサデバイス間の通信、ユーザの状況判断にはサーバ間

3.2 サラウンディングキャンパス内での通信

の通信、ユーザに情報サービスを提供するにはユーザ端末とサーバ間の通信がそれぞれ必要である。以下にセンサデバイス間、サーバ間、そしてユーザ端末とサーバ間の3つの通信を説明する。

3.2.1 センサデバイス間

センサには2種類あり、場所情報を発信する場所センサとユーザの存在情報を発信、受信するユーザセンサがある。センサ同士の通信は、場所センサとユーザセンサ間、ユーザセンサ間同士で行われる。

場所センサは教室や研究室といった各々の場所に設置し、場所情報をユーザセンサにブロードキャストする。ユーザセンサはユーザ端末に常時接続されており、場所センサからブロードキャストされた場所情報を取得する。

ユーザセンサ間同士では、自身のユーザ情報を周辺のユーザセンサにブロードキャストすると同時に、周辺のユーザセンサからブロードキャストされたユーザ情報を取得する(図3.1)。

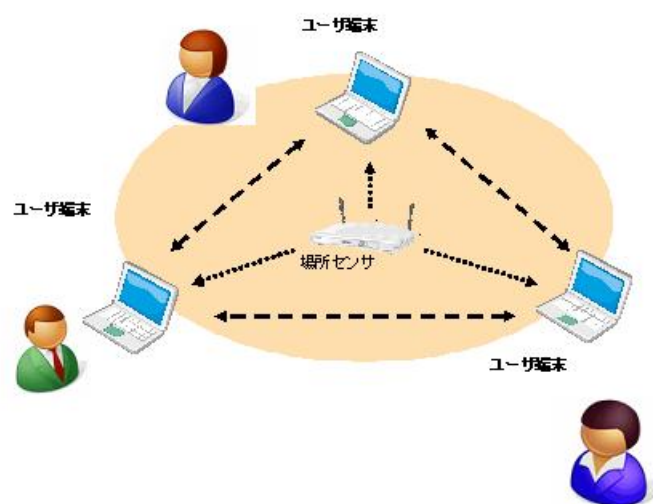


図 3.1 センサデバイス間の通信

3.2 サラウンディングキャンパス内での通信

3.2.2 サーバ間

サラウンディングキャンパスにおけるサーバの種類は、ユーザの情報や行動履歴を蓄積しているユーザ情報サーバや、ユーザにコンテキストを返すコンテキストサーバ、CMS(Course Management System) や LMS(Learning Management System) などの情報サービスを提供するサーバがある。

ユーザ情報サーバはユーザの学年、学部、学科、所属研究室といったパラメータや、ユーザの履歴情報が蓄積されている。また、ユーザが取得した場所や時間の情報から、ユーザの状況を決めるための情報をコンテキストサーバに送信する。

コンテキストサーバはユーザの状況を判断し、ユーザに対して情報サービスを提供する。また、他のユーザとの履歴を照合し、ユーザと同じ共通点があった場合、そのコンテキストを蓄積し、他のユーザでも利用できるようにすることで、次回から同じ共通点があるユーザに対して情報サービスを提供する。

どちらのサーバもユーザが場所を移動したときにユーザ情報や履歴情報を移動先のサーバ群に蓄積し、利用できるようにし、ユーザがどこにいても自身の情報を参照できるようにする(図 3.2)。

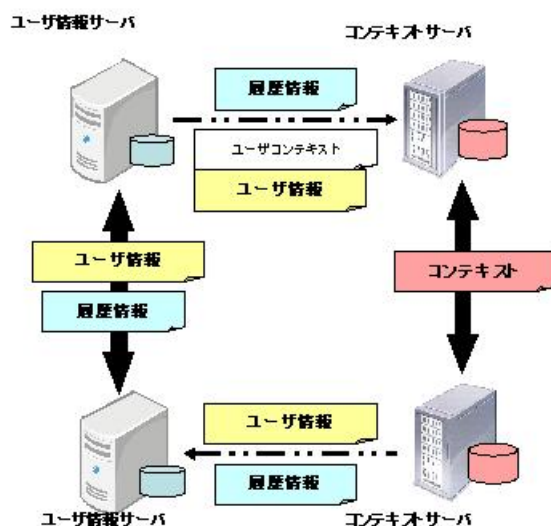


図 3.2 サーバ間の通信

3.3 サラウンディングキャンパス全体の通信概要

3.2.3 ユーザ端末とサーバ間

ユーザが場所を移動したときに、センサ群から取得した情報をユーザ情報サーバに送信し、サーバ同士のやり取りが行われた後、コンテキストサーバからユーザの状況に相応しい情報サービスを提供する（図 3.3）。

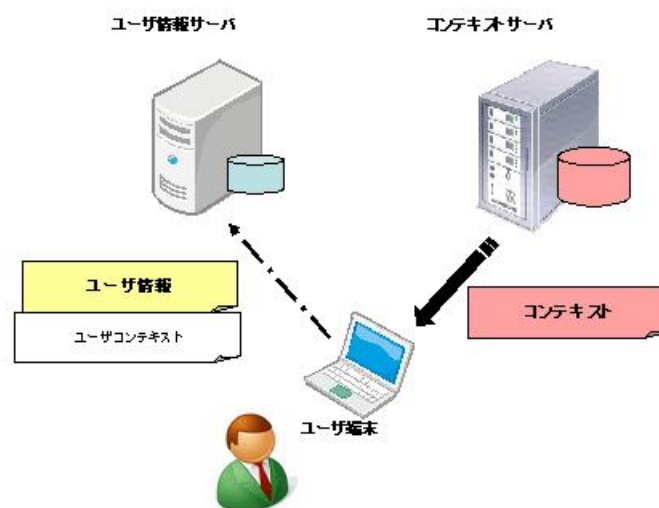


図 3.3 ユーザ端末とサーバ間の通信

3.3 サラウンディングキャンパス全体の通信概要

3.2 節で述べたサラウンディングキャンパスで行われる通信の全体を図 3.4 に示す。

1. 場所センサがユーザセンサに対して場所情報をブロードキャストし、ユーザセンサがその場所情報を受信する。
2. ユーザセンサは周囲にいる他のユーザセンサからユーザ情報を受信し、また自身のユーザ情報を周囲にいる他のユーザセンサに対してブロードキャストする。
3. センサ群から取得した情報をユーザの状況を把握するためにユーザ情報サーバに送信する。

3.4 セキュリティポリシー

4. ユーザ情報サーバはユーザから取得した情報から、ユーザに返すコンテキストを決めるための情報をコンテキストサーバに送信する。
5. コンテキストサーバはその情報を基にコンテキストを決定し、ユーザに送信する。
6. コンテキストサーバはユーザの履歴からコンテキスト情報を抽出し蓄積することで、同じ状況におかれたユーザに対して情報サービスを提供できる。

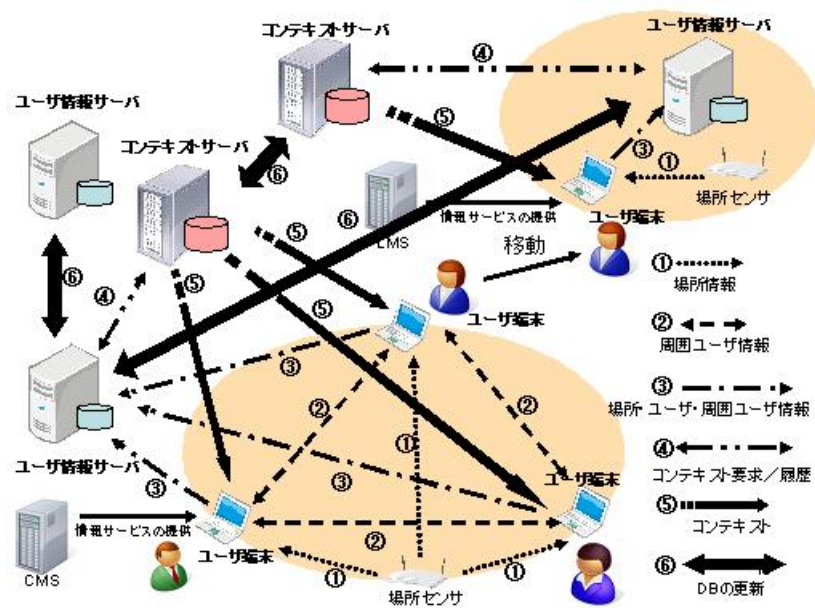


図 3.4 サラウンディングキャンパスの全体図

3.4 セキュリティポリシー

サラウンディングキャンパス上ではユーザ情報がやり取りされるが、全てのユーザ情報（個人情報）がやり取りされるわけではない。学生の氏名や成績などの個人情報保護に該当する情報に関しては保護し、本人以外は参照できるようにする。また、個人が特定できるような情報を再利用せず、学年や学部、学科といった個人を特定できないような情報は再利用可能なものとする。

3.5 ユーザの状況に対する情報サービスの提供例

3.5 ユーザの状況に対する情報サービスの提供例

サラウンディングキャンパスでの活動が行われたときに情報サービスをどのように提供するかを図 3.5 に示す。

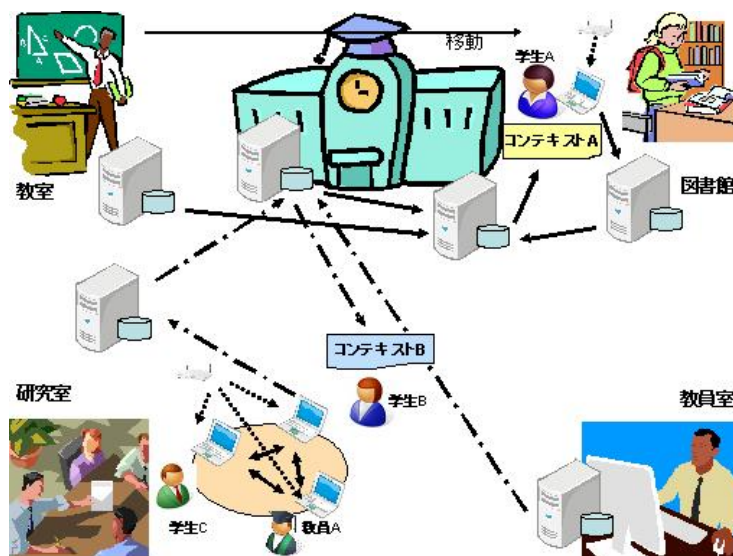


図 3.5 サラウンディングキャンパスでの情報サービスの提供例

研究室にユーザが集まっている様子とユーザが図書館に訪れた様子を表しており、学生 A と学生 B に注目する。

学生 A は講義を終えた後、図書館に移動している。この行動によってユーザ情報サーバは学生 A のユーザコンテキストを取得し、さらに場所コンテキスト、時間コンテキストを取得する。これらのコンテキスト情報はコンテキストサーバへ送信され、学生 A に適したコンテキスト A を学生 A に送信され、履歴サーバに格納される。この場合、学生 A は前に受講した講義資料や受講した講義の参考書を取得する。

学生 B は研究室で学生 C と教員 A が集まり、輪講をしている。この行動によってユーザ情報サーバは学生 B、学生 C、教員 A のユーザコンテキストを取得し、さらに場所コンテキスト、時間コンテキスト、周辺ユーザコンテキストを取得する。これらのコンテキスト情報はコンテキストサーバへ送信され、学生 B に適したコンテキスト B を学生 B に送信され、履歴サーバに格納される。この場合、学生 B は輪講に使う資料を取得する。

第 4 章

プロトコルの適用

4.1 実験環境

Mobile IPv6 環境でサラウンドキャンパスを構築するための実験環境を図 4.1 に示す。前提として、各端末には Mobile IPv6 が対応している OS を利用する。今回は全ての端末の OS に Fedora を利用した。また、Mobile IPv6 のプロトコルスタックには USAGI(UniverSAI playGround for Ipv6) を使用した。なお、各ノードのネットワーク設定は表 4.1 の通りである。

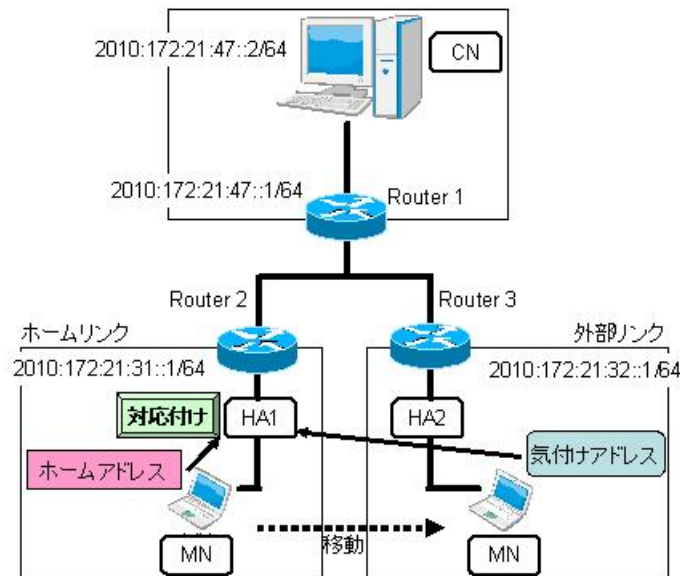


図 4.1 Mobile IPv6 ネットワークの構成図

4.2 Mobile IPv6 の構成

表 4.1 ネットワーク設定

役割	IP アドレス
通信先ノード	2010:172:21:47::2/64
ルータ 1	2010:172:21:47::1/64
ルータ 2	2010:172:21:31::1/64
ルータ 3	2010:172:21:32::1/64
ホームエージェント 1	2010:172:21:31::2/64
ホームエージェント 2	2010:172:21:32::2/64
移動ノード	2010:172:21:31::3/64

4.2 Mobile IPv6 の構成

Mobile IPv6 を動作させるためには通信先ノード (Correspondent Node:CN)、移動ノード (Mobile Node:MN)、ホームエージェント (Home Agent:HA) が必要である。

CN は MN が通信している相手ノードである。MN はホームアドレスという移動ノードに割り当てられる不変のアドレスによってアドレスが変化しても通信し続けることができるノードである。また、ホームアドレスと同じネットワークアドレスをもつネットワークをホームリンクとする。

MN が外部リンクに接続している場合、外部リンクの HA から気付けアドレスが付与され、ホームリンクの HA がこの気付けアドレスとホームアドレスを対応付けることで、外部リンクでも通信することができる。

4.2.1 MN

MN はネットワークを移動しても IP アドレスであるホームアドレスを持ち、外部リンクに接続したときは気付けアドレスを付与される。このとき、MN はこの気付けアドレスをホームリンクの HA に通知し、MN の位置情報を通知する。

4.3 全体の動作

4.2.2 HA

HA は MN のホームリンク上にあるルータであり、MN の現在の気付けアドレスを登録する。また、MN が移動したときに HA は MN 宛てのパケットを捕獲して MN の現在位置に登録する。

4.3 全体の動作

HA は MN がホームリンクに接続しているか、外部リンクに接続しているかでその動作が変化する。まず、MN がホームリンクに接続している場合は、パケットは一般的なインターネットのルーティングの方法で、MN のホームリンクのホームアドレス宛てに送られる。一方、外部リンクに接続している場合は、HA と MN 間、CN と HA 間の通信が行われる。

まず、MN が CN への通信はまず CN へのパケットは MN から HA へトンネリングによって HA から CN へ送信する。このときパケットは宛て先を CN、送信元を MN として作り、それを HA 宛てでカプセル化し送信する。トンネリングによって受け取った HA はカプセル化を解除し、パケットを CN へ送信する。

次に、CN からのパケットは HA に送られ、HA が MN にトンネリングする。このとき、パケットは HA 宛てで送信され、HA がパケットを受け取ると、今度は送信元を HA としてカプセル化する。その後 MN がパケットを受け取り、カプセル化が解除され、CN からのパケットを MN が受け取る。

このようにして、Mobile IPv6 上では MN がどこに移動しても通信することが可能である。

第5章

考察

本研究で提案したプロトコルをサラウンディングキャンパスに適用し、実際に動作する環境を考慮した場合、ユーザが場所を移動したときにそのユーザの情報も同時に移動させ、履歴情報として蓄積するような仕組みであるが、移動させる情報の範囲を規定していない。履歴情報を例に挙げると、ユーザの行動履歴が1日、1週間、1ヶ月とした場合、明らかに履歴情報は異なり、これはユーザの状況に応じた情報サービスを提供するときに、大きく影響するため、対策を講じる必要がある。対策案として、情報の重要度によって重み付けする方法などが考えられる。

また、ユーザ情報や履歴情報は何らかの共通点を持った他のユーザと同じ状況に出くわしたときに、同じ情報サービスを提供できるように、ユーザ情報や履歴情報は再利用可能な形で蓄積しなければならない。そのため、蓄積された情報を管理する仕組みが必要であると考えられる。

さらに、サラウンディングキャンパスでデータをやり取りするときに、流れているデータは平文であるため、通信の安全性は保証されていない。よって、IPsec(Security Architecture for Internet Protocol)などの暗号技術を導入し、対策を講じる必要がある。

第 6 章

結論

本研究では、サラウンディングキャンパスにおける要求仕様を明確にし、ユーザに情報サービスを提供する通信プロトコルを提案し、Mobile IPv6 上でサラウンディングキャンパスを構築した。

サラウンディングキャンパスでユーザの状況に応じた情報サービスを提供するためには、ユーザのコンテキストを取得し、取得したコンテキストからユーザのおかれている状況を判断することが必要である。その後ユーザに対してその状況に相応しい情報サービスを提供する。

ユーザのコンテキストの取得にはセンサデバイスを使用し、ユーザ情報、場所情報、時間、周辺のユーザ情報を取得することができた。また、ユーザの状況判断にはユーザ情報サーバやコンテキストサーバの情報のやり取りによって実現し、ユーザの状況に合わせた情報サービスの提供を行った。また、これらの動作を Mobile IPv6 上で動作し、サラウンディングキャンパスの情報基盤を構築することができた。

今後の課題として、構築した情報基盤を評価し、その有用性を検証する必要がある。

謝辞

本研究の遂行および本論文に関して、多大なるご指導、適切なお助言を頂きました高知工科大学情報システム工学コース、妻鳥貴彦講師に心より御礼申し上げます。

ご多忙な中、本研究の副査をお引き受け頂き適切なお助言を頂いた同コース、福本昌弘教授に、心より御礼申し上げます。

同じくご多忙な中、本研究の副査をお引き受け頂き適切なお助言を頂いた同コース、吉田真一講師に心より御礼申し上げます。

また、お忙しい中、研究に関してご指導、ご鞭撻を頂きました同コース、福富英二助手、及び佐伯幸郎助手に心より御礼申し上げます。

また同じ研究グループとして4年間良き研究パートナーとなり、研究の相談や議論にお付き合い頂いた山崎雄大氏、同じく4年間同研究室で苦楽を共に過ごした畠山博和氏、藤原健太郎氏に心より感謝しております。また同研究室の修士1年生及び4回生、3回生の皆様にも心より感謝しております。

最後に、私をいつも陰で支え、応援してくれた家族に心から感謝の意を表し、謝辞とさせていただきます。

参考文献

- [1] 金西計英, 松浦健二, 光原弘幸, 緒方広明, 三好康夫, 森川富昭, 矢野米雄, “徳島大学における u-Learning の実践”, 北海道大学 現代 GP フォーラム, 2006 .
- [2] “CLUE: 語学学習を対象としたユビキタスラーニング環境の試作と実験”, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.3, 1996.
- [3] JGN2 四国リサーチセンター, “サラウンディング・コンピューティング技術の研究開発”, JGN2+AKARI シンポジウム 2008, 2008
- [4] 福本昌弘, 岩田誠, 濱村昌則, 島村和典, “サラウンディング・コンピューティング技術の研究開発”, 情報通信研究機構季報 Vol.51, pp.145-151 (2005)
- [5] 福本昌弘, 岩田誠, 酒居敬一, 吉田真一, 妻鳥貴彦, 濱村昌則, 島村和典, “サラウンディング・コンピューティング技術による情報転送・再現システム”, 電子情報通信学会技術研究報告, IA2007-52, Vol.107, No449, pp.69-72(Jan.2008)
- [6] 山崎雄大, 福田将行, 清水雅也, 妻鳥貴彦, “サラウンディングキャンパスにおける利用者コンテキストを活用した情報提供”, 教育システム情報学会 研究報告, Vol.24, no.5 pp40-45(2010-1)
- [7] 清水雅也, 山崎雄大, 福田将行, 妻鳥貴彦, “サラウンディングキャンパスの構築”, 教育システム情報学会, Vol.24, No.2, pp.88-94(July.2009)
- [8] WIDE PROJECT, <http://www.wide.ad.jp/>
- [9] The KAME project, <http://www.kame.net/>
- [10] USAGI Project, <http://www.linux-ipv6.org/>