

特 別 研 究 報 告 書

題 目

複数情報源からプレゼンス情報を推定する
在席管理手法の提案

研究室担当教員の署名

提 出 者

檀上 正光

岡山大学工学部 情報工学科

平成 21 年 2 月 9 日 提出

要約

現在，在席管理手法は，タイムカードやスケジュール管理ソフトなど，様々な手法によって実現されている．これらの在席管理手法は利用者本人からの直接的な情報のみに依存している．具体的には，利用者自身がプレゼンス情報を入力する手法，および特殊な端末を利用する手法がある．前者は導入コストが低いため導入が容易であるものの，精度は利用者が入力を怠らないかどうか依存する．また，後者は高い精度の在席管理手法を実現できるものの，特殊な端末の導入コストは高いため，簡単に導入できない．つまり，単一の情報源から利用者のプレゼンス情報を取得する在席管理システムは，精度とコストのバランスを取るのが難しい．これにより，目的に合った手法を導入することを困難にしている．そこで，複数の情報源からプレゼンス情報を取得して，相互の情報から，より精度の高いプレゼンス情報を推定する在席管理手法を提案する．提案手法は，利用者からの直接的な情報だけではなく，利用者の周囲から取得できる情報も有効利用することで実現する．在席管理手法に利用可能な情報源としては，利用者からの直接的な情報，スケジュール情報，ネットワーク利用状況がある．複数情報源からプレゼンス情報を推定する在席管理手法を大学の研究室内で利用することを想定して，情報源の選定を行った．利用者からの直接的な情報として手動入力システム，スケジュール情報としてスケジュール管理システム，ネットワーク利用状況としてメール送信状況の監視機構，IP アドレスリース状況の監視機構をプレゼンス情報取得機構として利用する．また，提案手法に利用する情報源の性質について，評価を行った．具体的には被験者 5 人の 7 日分の行動について，人力で監視した記録を正解データとし，情報源から得られる情報と比較した．各情報源はそれぞれ異なった性質を持ち，これらを組み合わせることで精度の高いプレゼンス情報を取得できる可能性を示した．

目次

1	はじめに	1
2	既存の在席管理手法	2
2.1	既存手法の分類	2
2.2	手動タイプ	2
2.3	自動タイプ	3
2.4	併用タイプ	4
2.5	既存手法の問題点	5
3	複数情報源からプレゼンス情報を推定する在席管理手法	6
3.1	在席管理システムへの要求	6
3.2	特徴	7
4	プレゼンス情報推定のための情報源	8
4.1	分類	8
4.2	情報源の選定	9
4.2.1	想定する環境	9
4.2.2	利用する情報源	10
4.3	利用者からの直接的な情報	11
4.3.1	手動入力システム	11
4.4	スケジュール情報	11
4.4.1	スケジュール管理システム	11
4.5	ネットワーク利用状況	12
4.5.1	メール送信状況の監視機構	12
4.5.2	IP アドレスリース状況の監視機構	12

5 システム設計	13
5.1 システム構成	13
5.2 動作概要	15
6 評価実験	16
6.1 概要	16
6.2 環境	16
6.3 プレゼンス情報の記録方針	17
6.4 評価結果	19
6.4.1 概要	19
6.4.2 スケジュール情報	20
6.4.3 メール送信状況	23
6.4.4 IP アドレスリリース状況	23
6.4.5 考察	26
7 おわりに	28
謝辞	29
参考文献	30

図 目 次

4.1	入力画面サンプル	11
5.1	システム構成	13
6.1	実験記録表	18
6.2	記録サンプル	18
6.3	評価結果のタイムライン	19
6.4	帰宅後のメール	24
6.5	異常な DHCP サーバへのリース要求	25
6.6	複数情報源を利用することによって精度が向上する例	27

表 目 次

2.1	既存手法比較表	5
6.1	スケジュール情報の評価結果	21
6.2	メール送信状況評価結果	23

第 1 章

はじめに

現在，在席管理手法はタイムカードやスケジュール管理ソフトなど様々な手法によって実現されている．これらの手法は，多くの場合，単一の情報源から利用者のプレゼンス情報を取得する．ここで，プレゼンス情報とは利用者の位置や何を行っているかの状態を表す情報である．単一の情報源を利用する在席管理手法の主流の一つとして，利用者自身によって入力を行う在席管理手法がある．これは導入コストが低いため，導入が容易である．しかし，その情報精度は，利用者が入力を怠らないかどうか依存する．一方，RFID(Radio Frequency Identification)[1]をはじめとする特殊な端末を利用する手法は，精度の安定した在席管理手法を実現できる．しかし，RFID のように特殊な端末を利用する手法の多くは導入コストが高く，簡単に導入できない．また，用途によっては，RFID ほど高い精度を要求しない場合もある．つまり，単一の情報源から利用者のプレゼンス情報を取得する在席管理システムは，精度とコストのバランスを取るのが難しい．これにより目的に合ったシステムを導入することを困難にしている．

そこで，複数の情報源からプレゼンス情報を取得して，相互の情報からより精度の高いプレゼンス情報を推定する在席管理手法を提案する．この在席管理手法は，複数の情報源を組み合わせることによって実現する．利用する情報源は，目的に合わせてコストと精度のバランスを考え選択することができる．また，利用者による入力や RFID のように直接的な情報だけではなく，利用者のスケジュールや利用者の端末のネットワーク接続状況など間接的な情報も利用して在席情報情報を推定する．

第 2 章

既存の在席管理手法

2.1 既存手法の分類

既存の在席管理手法は，利用者のプレゼンス情報取得方法によって以下の 3 つに大別できる．

- (1) 利用者の自発的操作によって在席管理を行う手法 (手動タイプ)
- (2) 自動的に在席管理を行う手法 (自動タイプ)
- (3) 上記 2 つを併用する手法 (併用タイプ)

本章の以降では，これらの手法について詳細を述べる．

2.2 手動タイプ

手動タイプの既存手法は，プレゼンス情報の変更を利用者の手動入力によって行う．本手法の利点と欠点を以下に示す．

(利点 1) ホワイトボードの表を置く，あるいは行先を示したボードなど簡単な方法で実現できる

(利点 2) 特殊な機器を必要としない場合が多く，導入コストが低い

(欠点 1) 常に利用者側に入力を意識させる必要があるため，利用者の負荷が大きい

(欠点 2) 入力全体が利用者側に依存するため、精度の保証がない

本手法を用いた既存手法の代表例として、「部屋前の磁石」と「タイムレコーダ」がある。これらの詳細を以下に示す。

(1) 部屋前の磁石

大学の研究室などでは各所属部屋の前にプレゼンス情報を示す表と磁石が設置されている。表には所属メンバとメンバ毎のプレゼンス情報が記されている。各所属メンバは、該当する表中のプレゼンス情報に磁石を移動させることでプレゼンス情報を変更する。利点は導入コストが非常に安価なことである。問題点として、精度は利用者依存するため、精度は保証されないことがある。精度を高くするには、利用者への負担を大きくする必要がある。

(2) タイムレコーダ

タイムレコーダは主に利用者の勤怠管理に利用される機器である。記録には利用者毎にタイムカードという専用のカードを用意する必要がある。利用者はタイムカードをタイムレコーダに挿入することで入退室の時間を記録できる。タイムレコーダは主に部屋の入り口に設置され、利用者に記録を義務付けることで実現されている。利点は導入が非常に簡単なことである。設置場所も分かりやすければどこでもよく、他のシステムに対する考慮も必要がない。問題点として、精度は利用者依存のため、精度の保証はないことがある。精度を高くするには、利用者への負担を大きくする必要がある。また、記録されるのは入室、退室の時刻だけであるため、詳細な情報は分からない。そして、専用の機器を利用するため、部屋前の磁石に比べると導入コストは高い。

2.3 自動タイプ

自動タイプの既存手法は、利用者本人の情報を自動発信する機器とそれを受信する機器を利用して行う。例えば、部屋の入り口に受信機を設置すると、利用者がそこを通ると部屋の入退室を感知する。これによって利用者が部屋にいるかどうかの検知を行う。

本手法の利点と欠点を以下に示す。

(利点 1) 利用者側への負荷はほとんどないため、利便性が高い

(利点 2) 利用者の入力に対する意識に左右されないため、精度が高い

(欠点 1) 機器の単価が高く、各部屋に必要なため導入コストが大きい

(欠点 2) 部屋の入退室しか分からないため、出張などでその場にいらないことを検知できない

本手法を用いた既存手法の代表例として、「ビーコン」がある。これについて詳細を以下に示す。

(1) ビーコン

地上にある装置から発射される電磁波を航空機・船舶・自動車などの移動体に搭載された機器で受信することにより、自分の位置をはじめとした各種情報を取得するための設備である。在席管理システムに利用する場合、各利用者に電磁波を送信する装置を携帯させ、施設、または部屋毎に受信装置を設置する。これにより、各受信装置が利用者の情報を自動的に取得しプレゼンス情報を把握することが可能になる。利点は送信装置を携帯するだけで、システムが自動的に処理を行うため、利用者の負担が少ないことである。また、利用者が直接記録を行わないため、ユーザの記録頻度などによって精度が揺らぐことはなく、一定の精度を保つことができる。問題点は導入コストが非常に高いことである。送信装置、受信装置共に高価で導入は容易ではない。

2.4 併用タイプ

手動タイプと自動タイプを併用する手法は、利用者による手動入力を簡素化し、負荷を軽減する。例えば、IC カードを用い、それを読み込み装置で読み取ることで利用者による入力を完了する。手動タイプと異なるのは、利用者が行う入力は常に同じであり、それをシステム側が自動的に判断することである。また、他システムの一部として導入されることが多く、単体で用いられることは少ない。

本手法の利点と欠点を以下に示す。

(利点 1) 手動タイプと比べて利用者の負荷が軽く、精度が比較的安定している

(欠点 1) 利用者の入力に依存するため自動タイプに比べると精度が安定していない

(欠点 2) 導入コストは手動タイプと比べると高価である

本手法を用いた既存手法の代表例として、「RFID」がある。これについて詳細を以下に示す。

(1) RFID(Radio Frequency Identification)

ID 情報を埋め込んだタグから、電磁界や電波などを用いた近距離（周波数帯によって数 cm ～ 数 m）の無線通信によって情報をやりとりするもの、および技術全般を指す。在席管理システムに利用する場合、各部屋の入り口に認証システムを設け、入室管理と同時に在席管理を行うシステムが一般的である。利用者は自分のタグを読み取り装置に読み込ませることでシステム側に情報を提供する。タイムカードとの大きな違いは記録媒体の持ち運びのしやすさと記録できる情報が多彩なことである。また、最近是非接触型の物もあるため、読み取り装置へ読み込ませる手間も非常に軽減されている。利点は利用者が携帯するタグが安価であることと入室管理システムと併用することで利用者による記録を確実にすることができることである。問題点は読み取り装置が高価であるため、導入コストが高いことである。

2.5 既存手法の問題点

これまでに述べた各手法を「導入コスト」、「精度の保証」、「利用者への負担」の観点から比較を行った。結果を表 2.1 に示し、以下で詳細を述べる。

表 2.1 既存手法比較表

代表例	導入コスト	精度の保証	利用者の負担の軽さ
部屋前の磁石		×	×
タイムカード			
ビーコン	×		
RFID			

高 > > > × 低

表 2.1 を見ると、どの手法にも一長一短があることが分かる。また、「導入コスト」「精度の保証」はトレードオフの関係がある。高い「導入コスト」は高い「精度の保証」に繋がり、低い「導入コスト」では低い「精度の保証」しか得られない。

これは、利用者からの直接的な情報を唯一の情報源とすることが原因である。情報源が単一であるため、情報源の質がそのまま、手法全体の「精度の保証」に繋がってしまう。

第 3 章

複数情報源からプレゼンス情報を推定する 在席管理手法

3.1 在席管理システムへの要求

2.5 節で述べた問題点から，在席管理手法に対しては以下の要求がある．

(1) コストと精度のバランス

在席管理システムは，組織において所属メンバの在席状況を管理することを目的に導入される．このため，組織の規模や構造によって在席管理システムに求められているものが異なる．例えば，メンバ全員が一つの施設に所属しているような組織では大規模なシステムは必要ない．しかし，精度の高いシステムを実現するには，RFID のような特殊な端末を必要とする大規模なシステムを利用することになる．このため，組織の利用目的にあった在席管理システムを構築できることが重要となる．

(2) 利用者からの直接的な情報のみに依存しないシステム

多くの既存の在席管理手法の共通な特徴の 1 つとして，情報源を利用者にのみ依存していることが挙げられる．これは，利用者から得られる情報の精度に手法全体の精度が左右されることを示唆している．また，(1) より，精度が保証されたシステムは導入コストが高い．そこで，利用者依存の情報だけではなく，利用者の周囲の環境から得られる情報を有効利用することで，精度の向上が期待できるのではないかと考えられる．

3.2 特徴

3.1 節で述べた要求に対処するため，複数情報源からプレゼンス情報を推定する在席管理手法を提案する．在席管理手法への要求により，提案手法には以下の特徴を持たせる．

(1) 利用する情報源を目的に合わせて選択可能

組織の規模や利用目的に応じて情報源を選択できるようにする．これにより，在席管理システムへの要求の (1) に対処できる．

(2) 利用者の周囲から得る間接的な情報も有効利用

利用者本人からの入力や物理的な位置のみに依存せず，利用者の周囲の環境から得られる情報を有効利用するシステムにする．これにより，在席管理システムへの要求の (2) に対処できる．

(3) 複数情報源からプレゼンス情報を推定

複数の情報源からプレゼンス情報を取得して，相互の情報からより精度の高いプレゼンス情報を推定する．

第 4 章

プレゼンス情報推定のための情報源

4.1 分類

在席管理を行う上で手法の特性を決定付ける最大の要素は、利用者のプレゼンス情報を取得する情報源である。ここで、既存の在席管理手法に用いられる情報源は以下の 2 つに大別される。

- (1) 利用者からの直接的な情報：利用者そのもの、または意図的に発信した情報が情報源

例：利用者本人が入力した情報、利用者の物理的な位置

- (2) 利用者の周囲の環境：利用者の周囲の状況や環境が情報源

例：周囲の騒音、周囲の無線 LAN 電波状況、ネットワークの利用状況

多くの既存手法では (1) の利用者からの直接的な情報のみを利用している。しかし、提案手法では組織の規模や目的に応じて、任意の情報源を必要なだけ利用する。ここで、一般的な組織において利用可能である主な情報源として、以下の 3 つが考えられる。

- (1) 利用者からの直接的な情報

利用者本人を情報源とする。具体的には利用者本人による情報入力や、利用者本人の位置座標などがある。利用者について明示的に示された情報であり、在席管理の上で重要性は非常に高い。ただし、情報の精度の保証については利用する手法に依存する。多くの場合、導入コストの高い特殊な機器を利用する手法ほど精度が保証されている。

(2-A) スケジュール情報

スケジュール管理システムを情報源とする．スケジュール情報は他の情報源と異なり，事前に取得可能な情報である．利用者は突発的なイベントが起こらない限り，登録されているスケジュールに従って行動すると考えられる．スケジュール情報を情報源として利用する場合，スケジュール登録時のフォーマットを組織内で統一する必要がある．

(2-B) ネットワーク利用状況

多くの組織では PC が導入され，ネットワークが構築されている．このため，ネットワークの利用状況を監視することで利用者の在席状況を把握することが可能であると考えられる．ネットワーク利用状況の監視として，メールの送信状況の監視，IP アドレスのリース状況の監視，DNS サーバの利用状況の監視などを行う．ただし，組織内のメンバが利用する PC の情報，および MAC アドレスや IP アドレスなどがメンバに関連付けて管理されている必要がある．また，メールに関しての監視が行えるのはメールサーバを内部に持つ場合のみである．例えば Gmail のような Webmail サービスを利用する場合，外部にメールサーバが存在するため動作が把握しにくく，監視は難しい．

4.2 情報源の選定

複数情報源からプレゼンス情報を推定する在席管理手法は，導入時に利用する情報源を選定する．提案手法について，数人から 50 人程度が所属する組織を想定し，採用する情報源を検討した．この組織の所属メンバは専門分野によって分割された 2～5 つのグループに分かれており，週に一度の打合せを行う．4.2.1 項に詳細を示す．

4.2.1 想定する環境

(1) 在席管理

2.2 節で述べた部屋前に設置されている磁石と各所属メンバが欠席時に出すメールを利用して行われている．

(2) スケジュール管理

共通のスケジュール管理システムではなく，スケジュールは各個人で管理する．他人のスケジュールについては口頭で聞くか，連絡のメールを見ることで把握できる．

(3) PC

所属メンバはそれぞれ自分専用の PC を 1 台以上持ち，文書作成用の PC でメールや Web サイトの閲覧を行う．この文書作成用の PC は計算機管理データベース (CMDB[2]) に登録されており，IP アドレス，Mac アドレス，およびメールアドレスと利用者の関連が保存されている．

(4) ネットワーク

所属メンバは専用のメールアドレスを 1 つ持つ．組織では共通のメールサーバ，DHCP サーバ，DNS サーバがあり，各学生の PC はそれらと同一のネットワークに存在する．

4.2.2 利用する情報源

ここで，今回利用する情報源を 4.1 節で述べた一般的な組織において利用可能である情報源の分類に基づいて，以下に示す．

(1) 利用者からの直接的な情報

利用者からの直接的な情報の情報源として，手動入力を採用する．手動入力は実装が単純でコストがかかりにくい特徴がある．

(2-A) スケジュール情報

スケジュール情報の情報源としてスケジュール管理システムを利用する．ホワイトボードのようなアナログな情報源では自動的に情報を取得することが難しく，仮に情報を取得できたとしても解釈が一定とは限らない．ここで，スケジュール管理システムを利用することで，登録時のフォーマットを共通化できる．

(2-B) ネットワーク利用状況

ネットワーク利用状況の情報源としては，メール送信状況，IP アドレスリース状況を用いる．

本章の以降では利用する情報の取得方法について詳細を述べる．

4.3 利用者からの直接的な情報

4.3.1 手動入力システム

利用者の手による直接入力を情報源とするプレゼンス情報取得機構である．利用者は予め用意されたプレゼンス情報のうち 1 つを選択し，自身のプレゼンス情報を変更する．前述した通り，手動入力を情報源とする場合精度の保証がない．これは利用者がプレゼンス情報が変更されるたびに入力を実行する保証がないからである．このため，利用者の積極的な入力を促すため，使いやすいインタフェースが必要となる．そこで，手動入力促すインタフェースとして，Web インタフェースを採用した．図 4.1 に入力画面の例を示し，以下で説明する．<> で囲まれた部分は現在の利用者のプレゼンス情報である．利用者は，Web インタフェース上のボタンをクリックするだけで簡単にプレゼンス情報を変更できる．

106	氏名	役職/学年	在席状況	プレゼンス状態
	森山 英明	M2	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	池内 達也	M2	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	小笠原 良	M2	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	片岡 哲也	M2	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	栗原 聖治	M2	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	栗田 祐一	M1	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	檀上 正光	B4	不在	研究 会議 講義 学内 その他 <帰宅>
	藤原 啓輔	B4	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	牛尾 裕	B4	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	上口 祐也	B4	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅
	岸 壮暁	B4	在席	<研究> 会議 講義 学内 その他 帰宅

図 4.1 入力画面サンプル

4.4 スケジュール情報

4.4.1 スケジュール管理システム

利用者のスケジュールを管理するシステムである．そこで，利用者によって事前に登録されたスケジュール情報を取得し，これをプレゼンス情報取得機構とする．スケジュール情報はグループの所有する情報と利用者個人の所有する情報が存在するため，これらを整理し，

利用者本人の正確なスケジュール情報を取得する必要がある．具体的な処理の例として，個人のスケジュールはグループのスケジュールより優先することでスケジュールの重複に対処する．

スケジュールはスケジュール管理システムに登録されているものが全てとは限らない．組織内で飛び交うメールの中にもスケジュールに関する情報は含まれている．

4.5 ネットワーク利用状況

4.5.1 メール送信状況の監視機構

利用者がメールを送信した瞬間は PC の前にいると推測できる．そこで，利用者のメール送信状況を監視する機構を作成し，これをプレゼンス情報取得機構とする．

メールの送信ログから取得可能な情報について以下に示す．

(1) 送信元メールアドレス

(2) 要求があった時刻

これらの情報と計算機管理データベースの情報を組み合わせることで，プレゼンス情報とする．

4.5.2 IP アドレスリース状況の監視機構

通常，PC は起動と同時に DHCP サーバへ IP アドレスのリース要求を行う．また，PC の起動時は必ず利用者がその PC の前にいると考えられる．そこで，IP アドレスのリース状況を監視する機構を作成し，これをプレゼンス情報取得機構とする．

以下に DHCP サーバのログから取得できる情報について示す．

(1) リース要求があった時刻

(2) 要求されている IP アドレス

(3) リース要求元の MAC アドレス

(4) リース時間

これらの情報と CMDB の情報を組み合わせることで，プレゼンス情報とする．

第 5 章

システム設計

5.1 システム構成

提案する在席管理手法のシステム構成を図 5.1 に示し，以下に図 5.1 の各システム構成要素について詳細を述べる．

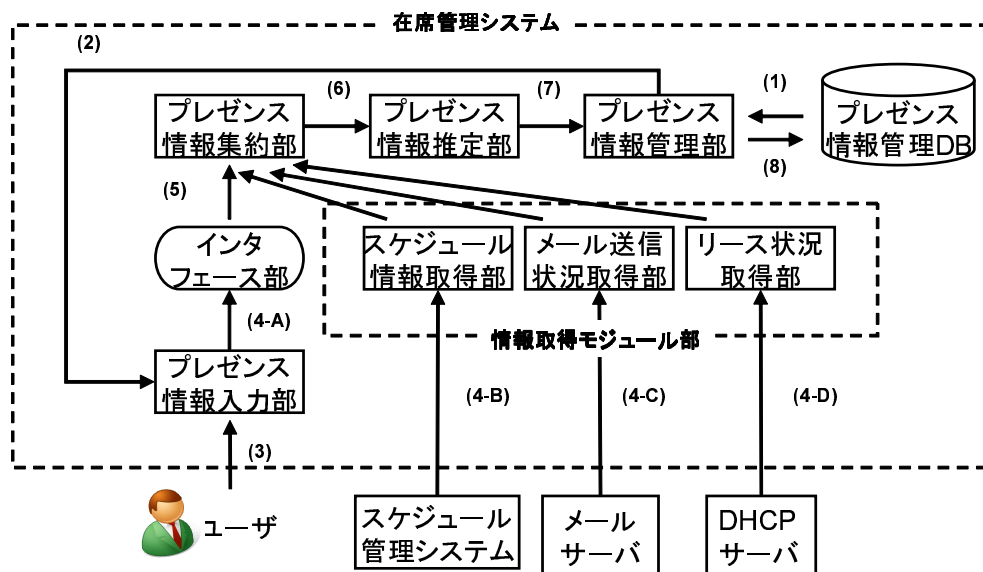


図 5.1 システム構成

(1) プレゼンス情報入力部

プレゼンス情報入力部は，利用者に対して現在のプレゼンス情報を表示する．

(2) インタフェース部

インタフェース部は利用者の在席状況を変更するインタフェースを提供する。

(3) 情報取得モジュール部

(A) スケジュール情報取得部

スケジュール情報取得部はスケジュール管理システムから利用者，または利用者の所属する組織のスケジュールを取得する．その後，取得したスケジュールから利用者のプレゼンス情報を推定する．

(B) メール送信状況取得部

メール送信状況取得部は利用者のメールの送信ログを監視し，メールの送信状況を取得する．取得したメールの送信状況からプレゼンス情報を推定する．

(C) リース状況取得部

リース状況取得部は DHCP サーバの IP アドレスのリース状況を監視し，利用者の端末からの IP アドレス割当のリース要求状況を取得する．取得した情報から利用者のプレゼンス情報を推定する．

(4) プレゼンス情報集約部

プレゼンス情報集約部は各プレゼンス情報取得部が推定したプレゼンス情報を集約する．

(5) プレゼンス情報推定部

プレゼンス情報推定部はプレゼンス情報集約部が集約したプレゼンス情報からより精度の高いプレゼンス情報を推定する．

(6) プレゼンス情報管理部

プレゼンス情報管理部はプレゼンス情報管理 DB へのアクセスインタフェースを提供する．プレゼンス情報管理 DB の情報取得，更新は全てプレゼンス情報管理部を通して行われる．

(7) プレゼンス情報管理 DB

プレゼンス情報管理 DB は利用者の最新のプレゼンス情報を保存しておく DB である．

5.2 動作概要

複数情報源からプレゼンス情報を推定する在席管理システムの処理の流れを以下に示す．なお，図 5.1 の矢印に付記している番号は，以下で述べる動作概要の説明と対応している．

- (1) プレゼンス情報管理部はプレゼンス情報管理 DB からプレゼンス情報を取得する．
- (2) プレゼンス情報入力部はプレゼンス情報管理部が取得したプレゼンス情報を反映させる．
- (3) プレゼンス情報入力部は利用者からプレゼンス情報の変更要求を受け取る．
- (4-A) インタフェース部はプレゼンス情報入力部を通して，利用者からのプレゼンス情報変更要求を受け取る．
- (4-B) スケジュール情報取得部はスケジュール管理システムからスケジュール情報を取得し，利用者のプレゼンス情報を推定する．
- (4-C) メール送信状況取得部はメールサーバからメール送信状況を取得し，利用者のプレゼンス情報を推定する．
- (4-D) リース状況取得部は DHCP サーバから IP アドレスのリース状況を取得し，利用者のプレゼンス情報を推定する．
- (5) プレゼンス情報集約部は各プレゼンス情報取得部からそれぞれの取得部が推定したプレゼンス情報を集約する．
- (6) プレゼンス情報推定部はプレゼンス情報集約部が集約したプレゼンス情報からより精度の高いプレゼンス情報の推定を行う．
- (7) プレゼンス情報管理部はプレゼンス情報推定部が推定したプレゼンス情報の反映をプレゼンス情報管理 DB に要求する．
- (8) プレゼンス情報管理 DB はプレゼンス情報管理部が要求した変更を反映する．

第 6 章

評価実験

6.1 概要

4章で述べたプレゼンス情報推定のための情報源の性質について評価を行う．具体的には，被験者にプレゼンス情報を正確に記録してもらい，この「正解データ」と各情報源から取得したプレゼンス情報を比較する．評価の対象とする情報源を以下に示す．

- (1) スケジュール情報
- (2) メール送信状況
- (3) IP アドレスリース状況

6.2 環境

被験者

被験者は 10 人以下の少人数で，全員同じ部屋に所属している．評価において，被験者は被験者本人と他のもう一人の被験者のプレゼンス情報の記録を行う．記録される対象のもう一人の被験者については被験者全員を巡回するように決定する．例えば被験者が A,B,C の 3 人だった場合，A は B，B は C，C は A の記録を取る．ただし，巡回の順序については特に規定はしない．

スケジュール管理システム

スケジュール管理システムは研究室で開発した Web ベースの既存システムを用いる。被験者はこのスケジュール管理システムに自由にアクセスできる。研究室では会議の開始時刻は設定するが、終了時刻は決まっていない。ここで、会議時間はおよそ 2 時間で終了することが多いため、会議のスケジュールは全て 2 時間で登録する。また、各被験者のスケジュールはスケジュール管理システムに評価期間より以前、または期間中に登録されるものとする。ただし、スケジュールが実行される時間中、もしくはそれ以降に登録は行われない。

6.3 プレゼンス情報の記録方針

被験者にプレゼンス情報を正確に記録してもらうために、以下の方針でプレゼンス情報の記録方法を決定する。

(方針) 記録のための事前学習を極力廃する

記録する内容は、ある程度被験者に任せる記録した情報を集計しやすくするために、プレゼンス情報の記録に簡単な記号を利用し、短い間隔でプレゼンス情報を記録する方法がある。しかし、記号と記録時間を指定すると、被験者にとって煩雑な作業となる。このため、記録の自由度を上げることで被験者の記録の負担を軽減する。具体的には自然言語での記述を許す。

この方針に基づいて、記録は以下の手順で行う。

- (1) スケジュールの内容とその開始時刻、および終了時刻を被験者自身の入室から帰宅まで、専用の用紙に記入する。
- (2) 入室、帰宅については開始の欄にこれらの時刻を記入する。また、終了の欄を記入しない。
- (3) スケジュールの場所 (例えば会議室など) がはっきりしている場合は記入する。この際、スケジュールの内容の後ろに () をつけ、この中に場所を記入する。

記録表を図 6.1 に示す。図 6.1 に被験者 A が実際に記録を行った結果を図 6.2 に示す。

	名前		
	内容	開始	終了
12時			
18時			

図 6.1 実験記録表

	A		
	内容	開始	終了
12時			
	入室	13:45	
	トイレ	15:55	16:00
	計算機幹事打合せ(104)	16:15	17:30
18時	夕食	18:40	19:20
	帰宅	20:50	

図 6.2 記録サンプル

6.4 評価結果

6.4.1 概要

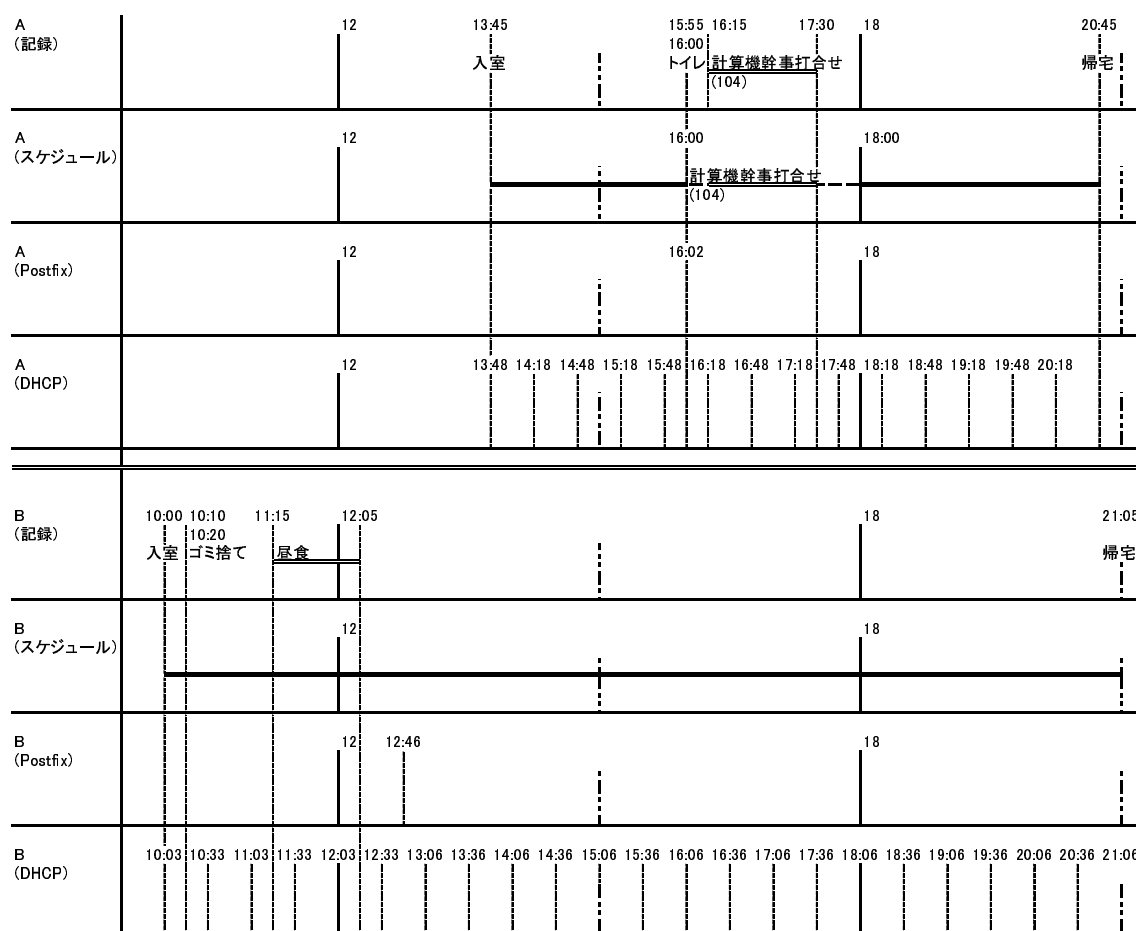


図 6.3 評価結果のタイムライン

評価実験は被験者 5 人で 7 日間行った。期間中は 1 月ということもあり、日曜に新年会があったがそれ以外に特殊なイベントはなく、7 日間で会議は 3 つ、勉強会は 1 つ行われた。評価期間中に各情報源から取得したプレゼンス情報と被験者による記録をタイムラインで表現したものの一部を図 6.3 に示し、以下で詳細を述べる。

(1) 被験者名

図 6.3 中では、A,B がそれに該当する。

(2) (記録)

被験者による記録のタイムライン

(3) (スケジュール)

登録されていたスケジュールのタイムライン

(4) (Postfix)

メールが送信された時刻のタイムライン

(5) (DHCP)

DHCP サーバへリース要求があった時刻のタイムライン

(6) 記号について

図 6.3 中の (記録) と (スケジュール) の欄では 3 つの線を利用して表現している .

(A) 横の二重線

登録されていたスケジュールのうち , 実際に実行された部分

(B) 横の破線

登録されていたスケジュールのうち , 実際には実行されなかった部分

(C) 横の太線

利用者が在席していた時間のうち , スケジュールとして登録されていなかった部分

例えば , A のスケジュール , 「 計算機幹事打合せ 」 は実際に登録されていたのは 16:00 から 18:00 である . しかし , 実際に行われた 「 計算機幹事打合せ 」 は 16:15 から 17:30 であった . つまり , 16:00 から 16:15 と 17:30 から 18:00 は登録されていたスケジュールのうち , 実際には実行されなかった部分である . よって , この部分は 「 横の破線 」 で示している .

6.4.2 スケジュール情報

評価期間中の各被験者のスケジュールについてまとめた表を表 6.1 に示し , 以下で説明する . 表の各項目について以下に示す .

(1) 開始時刻

スケジュールの開始時刻である . 登録されたスケジュールの場合は登録されていた開始時刻 , 登録されていないスケジュールについては実際に開始された時刻である .

A	イベント名	開始時刻	終了時刻	正解時間	開始誤差	中断時間	終了誤差	誤差合計
	トイレ	15:55	16:00	0:00	—	—	—	0:05
	計算機幹事打合せ	16:00	18:00	1:15	0:15 (+)	0:00	0:30 (-)	0:45
	合計			1:15	0:15	0:00	0:30	0:50
B	イベント名	開始時刻	終了時刻	正解時間	開始誤差	中断時間	終了誤差	誤差合計
	ゴミ捨て	10:10	10:20	0:00	—	—	—	0:10
	昼食	11:15	12:05	0:00	—	—	—	0:50
	合計			0:00	0:00	0:00	0:00	0:50

表 6.1 スケジュール情報の評価結果

(2) 終了時刻

スケジュールの終了時刻である。登録されたスケジュールの場合は登録されていた終了時刻，登録されていないスケジュールについては実際に終了した時刻である。

(3) 正解時間

登録されたスケジュールについて，実際に実行された時と一致している時間の合計である。

(4) 開始誤差

登録されたスケジュールについて，登録されていた開始時刻から実際に実行された時刻の差分である。登録されていた開始時刻より早い場合 (-)，遅い場合は (+) となる。また，登録されていないスケジュールについては「 」と記述している。

(5) 中断時間

登録されたスケジュールについて，中断した時間である。登録されていないスケジュールについては「 」と記述している。

(6) 終了誤差

登録されたスケジュールについて，登録されていた終了時刻から実際に実行された時刻の差分である。登録されていた終了時刻より早い場合 (-)，遅い場合は (+) となる。また，登録されていないスケジュールについては「 」と記述している。

(7) 誤差合計

登録されたスケジュールについては，開始誤差，中断時間，終了誤差，それぞれの絶対値の合計である．登録されていないスケジュールについては実行時間全てが誤差となる．

表 6.1 より，スケジュール情報は以下の特徴を持つと考えられる．

(特徴 1) 登録外のスケジュールに対応できない

入室，帰宅や昼食といった日常のイベントはスケジュールに登録されていない．スケジュール情報は登録されているスケジュールを元に被験者の状態を予測するため，登録外のスケジュールに対応できない．

(特徴 2) 誤差がでやすい

登録されているスケジュールについて誤差が大きい．開始時刻の誤差は比較的少なく，10～15 分，最大でも 30 分程度の遅れである．また，登録されたスケジュールよりも早く開始されることはなかった．終了時刻の誤差は非常に大きい．最小で 30 分，最大で 105 分と幅広い誤差が発生した．また，登録されたスケジュールよりも早く終了するケースと遅く終了するケースが混在していた．被験者達の組織では，会議などで開始時刻は決めるが，終了時刻は決めていない．本評価では，会議は全て 2 時間で終了すると前提した．しかし，全ての会議を同一に扱うのは好ましくないことが分かった．会議の種類や，前回の議事録から読み取れる情報，例えば宿題の数等，によって会議時間は変化すると考えられる．このため，会議の時間を常に一定にせず，他の情報を頼りに考える必要がある．

スケジュール情報は評価環境において，誤差が発生しやすい情報源と言える．登録されているスケジュールについては，差はあるものの全てのスケジュールで誤差が発生した．登録されていないスケジュールについては，次の 2 つが考えられる．

(1) 日常的に行われるスケジュール

例えば，入室，帰宅や昼食のような日常的に行われるスケジュールについては，各個人ごとに一定のパターンがあると考えられる．よって，各個人毎に一日の基本的な行動パターンを登録しておき，それをスケジュールとすることで正解時間を改善することができると思われる．

(2) 突発的なスケジュール

急な会議や来客など当日まで分からないスケジュールは，事前に予測することは不可能である．このため，スケジュール情報では補足する事ができない．

6.4.3 メール送信状況

表 6.2 メール送信状況評価結果

被験者		A	B	C	D
メール送信状況	送信メール数	4	1	2	16
	在席一致数	4	1	2	15

表 6.2 はメール送信状況の評価結果である。送信メール数は、各被験者が実験期間中に出したメールの合計数である。また、在席一致数は送信メール数のうち、出した時間に被験者が在席していた数である。表 6.2 より、メール送信状況は以下の特徴を持つと考えられる。

(特徴 1) 精度が高い

評価環境中では非常に高い精度を発揮している。被験者 D の 1 回を除くと、全てメール送信時刻と被験者の在席時刻は一致する。

図 6.4 は、メール送信時刻と被験者の在席時刻が一致していないメールが送信された時刻のタイムラインである。被験者 D は既に帰宅しているにも関わらず、メールが送信されている。これは、被験者 D はメールシステムの管理者であるため、システムが自動でメールを送信する際に被験者 D のメールアドレスを使ったことが原因であった。

メール送信状況は評価環境において、利用者の在席を知る非常に有効な情報源である。評価環境では被験者はそれぞれ固有のデスクトップ PC を所持し、その PC から同一のメールサーバを利用してメールの送信を行っていた。このため、メールサーバのメール送信ログに残るメールアドレスによって被験者を特定することが可能だった。また、評価環境ではノート PC のように作業場所が移動する PC を想定していない。

6.4.4 IP アドレスリース状況

図 6.3 より、IP アドレスリース状況は以下の特徴を持つと考えられる。

(特徴 1) 初回の入室時刻の検知精度が高い

被験者の PC による DHCP サーバへのリース要求はリースタイム 1 時間の半分、つまり 30 分毎に発生する。被験者は入室とほぼ同時刻に PC を起動する。各被験者の PC

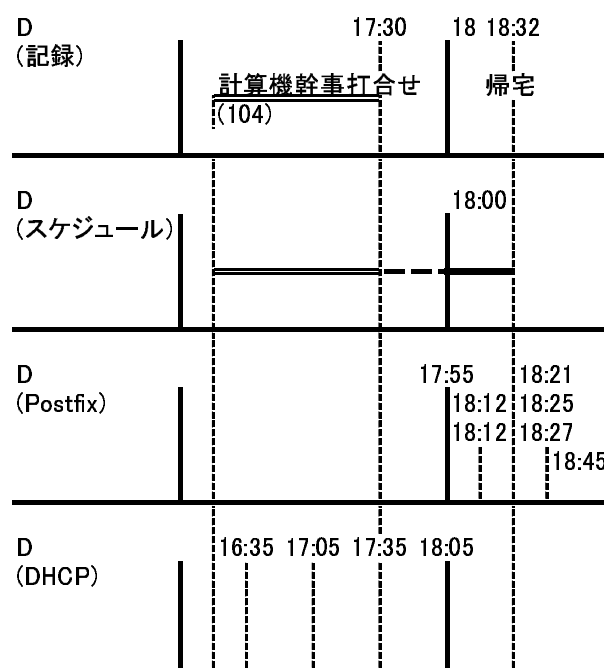


図 6.4 帰宅後のメール

はネットワークに接続されているため，起動と同時に DHCP サーバに IP アドレス割当のリース要求を行う．このため，最初のリース要求の発生する時刻と被験者の入室時刻はほぼ一致する．

(特徴 2) PC の起動時間のみ把握

IP アドレスリース状況は PC 本体からの DHCP サーバへのリース要求によって PC の起動している時間を把握することができる．しかし，利用者本人が不在であっても PC が起動していればリース要求は定期的に行われるため，利用者本人の行動を把握することができない．

(特徴 3) 異常なリース要求から在席を検知できる

図 6.5 は，通常ではありえない異常なリース要求が発生した時間のタイムラインである．通常 30 分で 1 回発生するリース要求が数秒，数分に 1 回の間隔で発生している．これは，被験者 C がネットワークの実験を行う際に，何度も LAN の接続，切断を行っていたからである．つまり，今回の場合においては異常なリース要求から在席を検知することもできる．

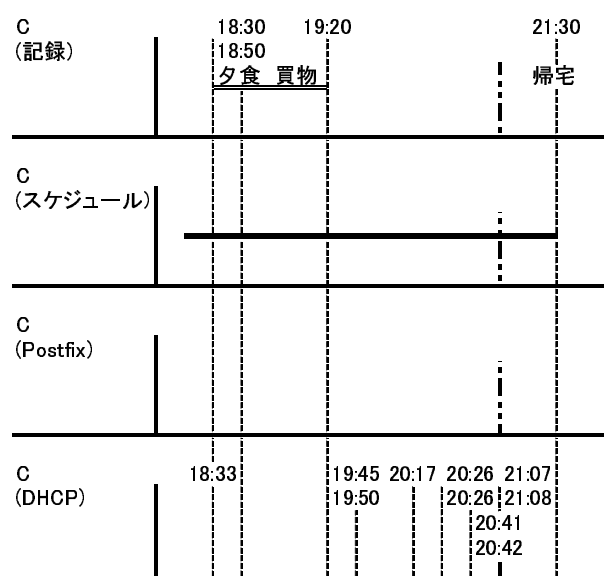


図 6.5 異常な DHCP サーバへのリース要求

利用者の PC の起動時間を取得できる情報源である．ネットワークに接続されている PC は起動時に DHCP サーバへのリクエストを行う．このため，出勤と同時に PC の起動を行う習慣がある組織においては出勤を検知する情報源として非常に有効である．

通常であれば DHCP サーバが定めたリースタイムの半分の間隔で DHCP サーバへのリース要求は行われる．このため，入室から帰宅まで一定の間隔でリース要求が発生する．しかし，この法則に従わないリース要求も発生することがある．PC を再起動したり，ネットワークから切断した場合である．例えば，ソフトウェアの更新時に再起動する場合である．ただし，短時間で複数のリース要求が発生するのは異常事態である．本評価中では，被験者によるネットワークの実験によるものであった．このため，異常事態の発生は在席中とも考えられるが，コンピュータウイルスのような悪意のあるプログラムによって引き起こされている可能性も否定できない．

一定間隔で発生するリース要求が突然なくなるとその PC がネットワークから切断，または電源を落としたことが分かる．これは，利用者の長時間の退席や帰宅を示すと考えられる．このため，離席するときに省エネルギーの観点から計算機のサスペンドを励行すると，IP アドレスのリース状況から退席を検知することが可能と考えられる．

6.4.5 考察

個々の情報源は一長一短があるため、単体では精度が不十分である。そこで、各情報源を組み合わせることでそれぞれの欠点を補い、利点を有効利用することを考える。IP アドレスリス状態は、高い精度で利用者の入室を検知できる。また、リース要求が途絶えたときは、長時間の退席や帰宅を推察することができる。メール送信状況は、メール送信時に利用者が在室であると高い精度で検知できる。これらの情報は局所的にしか使えない。しかし、スケジュール情報やユーザによる直接入力 of 「精度の不十分さ」を補完し、精度を高めることができると考えられる。

ここで、情報源はそれぞれ精度が異なるため、これらに優先度を付ける。しかし、手動入力のように精度が保証されていない情報源の場合、常に同じ優先度で用いるのは問題がある。例えば、利用者によって「在席」のプレゼンス情報が入力された場合、変更があるまでは「在席」の状態を維持する。手動入力は利用者からの貴重な情報であるため、優先度は高く設定することになる。しかし、一度入力をした後、以後の入力を怠った場合最初に入力されたプレゼンス情報が常に適用されることになる。これより、取得したプレゼンス情報は時間と共に精度が徐々に低くなると言える。よって、プレゼンス情報の優先度は時間と共に徐々に低くする必要がある。また、優先度は時間と変更がある度に予め規定した優先度にリセットする必要があると考えられる。

複数情報源を利用することによって精度が向上する例について、評価結果において、DHCP サーバへのリース要求が途絶えたことによりスケジュールの終了を検知出来る例を図 6.6 に示し、以下で説明する。

図 6.6 のスケジュール情報では、ミーティング 1 は 9 時から 11 時の予定になっている。しかし、被験者の記録による正解データではミーティング 1 は 10:35 に終わっているため、スケジュール情報だけを頼りに利用者のプレゼンス情報を考えると 25 分の誤差が出る。ここで、DHCP サーバへのリース要求に注目する。B の所有する PC は DHCP サーバへのリース要求が 10:16 分で途切れている。これは、10:16 から 10:46 の間に B が部屋に戻って PC をシャットダウンしていると考えられる。この情報を利用すると、ミーティング 1 の終了時刻の誤差を 14 分と小さくできる。このように、各情報源の取得したプレゼンス情報を組み合わせることで精度を向上できると考えられる。

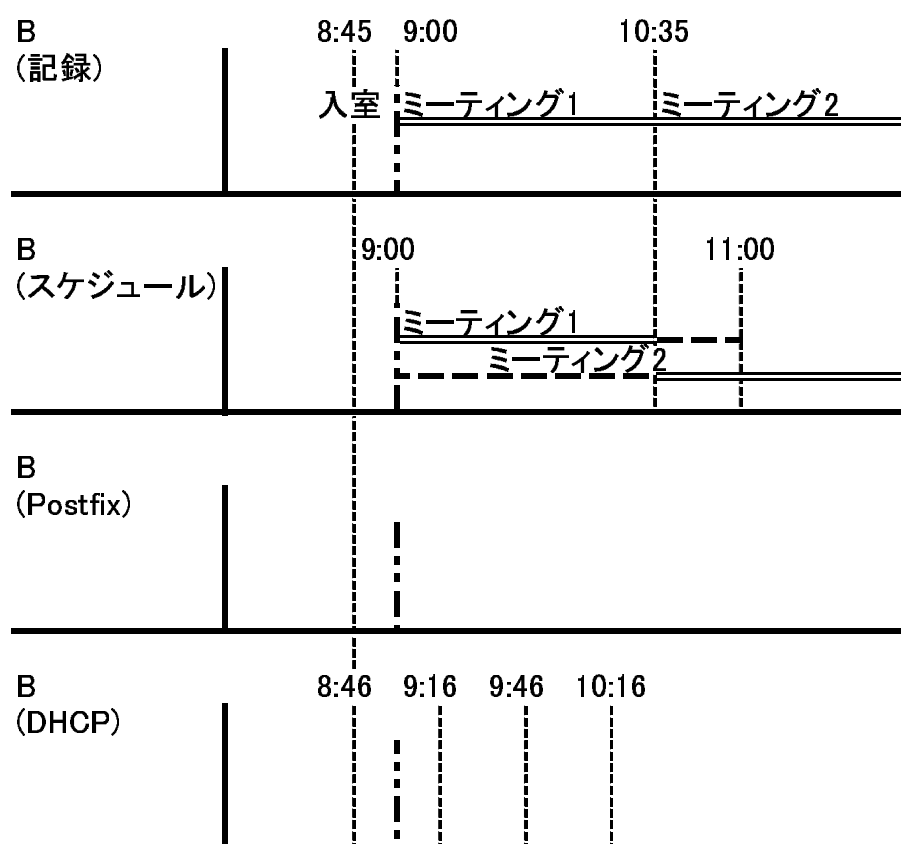


図 6.6 複数情報源を利用することによって精度が向上する例

第 7 章

おわりに

本論文では、複数情報源からプレゼンス情報を推定する在席管理手法について述べた。まず、既存の在席管理手法について述べた。次に、既存手法の問題点は利用者本人からの直接的な情報のみに依存することであると示した。そこで、利用者の周囲から取得できる情報も有効利用する、複数情報源からプレゼンス情報を推定する在席管理システムを提案した。

在席管理手法に利用可能な主な情報源としては、利用者からの直接的な情報、スケジュール情報、ネットワーク利用状況がある。提案手法を大学の研究室で利用することを想定して、情報源の選定を行った。利用者からの直接的な情報として手動入力システム、スケジュール情報としてスケジュール管理システム、ネットワーク利用状況としてメール送信状況の監視機構、IP アドレスリース状況の監視機構をプレゼンス情報取得機構として利用する。

また、提案手法に利用する情報源の性質について評価を行った。各情報源はそれぞれ異なった性質を持ち、これらを組み合わせることで精度の高いプレゼンス情報を取得できる可能性を示した。

残された課題として、複数の情報源から取得した情報から、より正確な情報を推定する推定規則の検討と実装がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり，懇切丁寧なご指導をしていただきました乃村能成准教授に心より感謝の意を表します．また，研究活動において，数々のご指導やご助言を与えていただいた谷口秀夫教授，田端利宏准教授に心から感謝申し上げます．

また，日頃の研究活動において，お世話になりました研究室の皆様に感謝いたします．最後に，本研究を行うにあたり経済的，精神的な支えとなった家族に感謝いたします．

参考文献

- [1] Klaus Finkenzeller, Rachel Waddington, “RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification,” John Wiley and Sons, 2, 2003.
- [2] 後藤裕佑, “DHCP サーバの改良による効率的な IP アドレス管理手法,” 岡山大学工学部 情報工学科卒業論文, 2005.