

LBS を用いた授業支援システムの提案と開発

加藤 美和^{†1} 高松 智弥^{†1} 冷水 友彦^{†1}
高野 辰之^{†3} 小濱 隆司^{†2} 宮川 治^{†2}

教育現場では、授業で ICT を活用することによって、学力向上に効果があることが示され、効率的な学習の方法として利用が進んでいる。しかし、教授者と学習者に情報端末が介在することになり、学習者と教授者のやりとりを阻害してしまう。そのため、利用者への負担が少ない情報端末の活用が望まれている。

本研究では、位置情報サービス (LBS:Location Based Services) を利用し、教授者の持つ状況 (コンテキスト) を推定することにより学習者と教授者のやりとりを阻害しないインタフェースを持つシステムの提案を行う。このシステムは教授者のコンテキストの推定に教授者と学習者の位置情報を利用して、推定したコンテキストごとに教授者の状況に即した情報を提供する。本稿では開発したプロトタイプシステムと、試験運用による評価について報告する。

Proposal and Development of a Instruction Support System Using LBS

MIWA KATO,^{†1} TOMOYA TAKAMATSU,^{†1}
TOMOHIKO SHIMIZU,^{†1} TATSUYUKI TAKANO,^{†3}
TAKASHI KOHAMA^{†2} and OSAMU MIYAKAWA^{†2}

Equipment using ICT is becoming more common in an educational field. However, an information terminal may encumber communication of educators and students. Therefore, it is desired that the information terminal without burdens is used. In this research, we propose the model which presumes educators' context using a location-based service. And we propose a system with the interface which does not encumber communication of educators and students. This system provides the information suitable for the educators' situation using the position information of educators and students.

In this paper, we report on the developed prototype system and the trial result.

1. はじめに

近年、普及の進んだ ICT 関連サービスは、教育現場にも波及し、効率的な学習の方法として利用が進んでいる¹⁾²⁾。例えば、学習者は、ネットワークを利用して課題の提出や、その添削を受け取ることができる。以前は直接手渡しで行われていた行為が電子化され効率的になりつつある。しかし、手渡しで行われていた行為が電子化されることにより、教授者は情報端末を通して、その行為の有無を確認する必要がある。また、学習者へ直接指導するときにも情報端末を通して答えなければならない場面がある。つまり、教育の場で行われていた学習者と教授者のコミュニケーションの間に情報端末が入り込むことになる。この情報端末のインタフェースが使いがらいと、当然の結果として学習者と教授者のコミュニケーションが阻害される。教育は、学習者と教授者のコミュニケーションを通して行われることから情報端末を透過的に活用する手法が望まれている³⁾。

本研究は情報端末を使用するときに位置情報を利用して学習者のコミュニケーションを阻害しないインタフェースを提案し、システムの開発を行う。具体的には、位置情報サービス (LBS:Location Based Services) を用いた授業支援システムの提案・開発である。

位置情報サービスは、位置情報を取得できる端末などを携帯することで、享受者はその場所で自然なサービスを受けることができる。現在、カーナビゲーションや付近の飲食店の探索などが実用化されている。位置情報サービスは、享受者の位置から形成される状況 (コンテキスト) を推定し有用な情報を提供するサービスであるといえる。カーナビゲーションでは、目的地に辿り着くためには分岐点において、享受者は「どのように進行するか」といったコンテキストが発生する。このコンテキストに基づいて、右折するなどの情報を提供する。

人と人がコミュニケーションをする場合では、共有する空間などによりさまざまなコンテキストが形成される⁴⁾。特に授業における、教授者と学習者のコミュニケーションでは、教室という空間を共有し、コンテキストが形成される。例えば、全体指導のような教室全体を共有するコミュニケーションでは、教授者は「全体の状況把握」などのコンテキストを持つ。この場合、教授者にとって有用な情報は個々の学習者のものではなく、授業態度や課題

^{†1} 東京電機大学大学院情報環境学研究所
Graduate School of Information Environment, Tokyo Denki University

^{†2} 東京電機大学情報環境学部
School of Information Environment, Tokyo Denki University

^{†3} 東京電機大学大学院先端科学技術研究科
Graduate School of Advanced Science and Technology, Tokyo Denki University

進行の推移などの学習者全体に関わるものである。このような共有する空間によるコンテキストが推定可能であれば、教授者に瞬時に有用な情報を提供することが可能となる。

関連研究として、屋内でのLBSの活用について、高梨らは複数のデバイスによる位置検知を利用した屋内ナビゲーションシステムを提案している⁵⁾。また、コンテキストを用いたLBSの活用については、Wesselはさまざまな場面で利用者のコンテキストを気温や履歴、時間などのさまざまなパラメータから推定し、従来のLBSを拡張したモデルを提案している⁶⁾。そして、柳沢らは相対的な位置関係から物体のコンテキストを明らかにし、位置関係の変化を利用した記述方法を提案している⁷⁾。

本研究では、室内で細かく位置を検出し、学習者らと教授者らの位置という人の位置関係に基づいてコンテキストを分類する。これらの分類は学習者らと教授者らの位置情報のみで分類可能であり、簡易なシステムで構築可能である。本稿では、LBSを利用し、教授者の持つコンテキストを推定することにより学習者と教授者のコミュニケーションを阻害しないインタフェースを持つシステムを提案する。

2. 授業におけるコンテキスト

授業では、教授者と学習者との間にさまざまなコンテキストが形成される。また、コミュニケーションを行うもの同士の関係によりどちらが情報を把握するかが異なる。授業においては教授者が学習者の情報を把握する。本章では、教授者学習者間でのコミュニケーションの分類とその時共有される空間、また形成されるコンテキストについて述べる。

2.1 一対一

個別指導などでは教授者1人に対して学習者は1人である。この際、教授者と学習者は両者を包含する狭域の空間を共有し、一対一のコミュニケーションを行う。このようなコミュニケーションの場合、教授者は「学習者個人の状況把握」などのコンテキストをもち、コミュニケーションをする学習者の理解度や課題の状況などの個に関する情報が有用な情報となる。

2.2 一対多

教授者が全体指導などを行う際には、教授者1人に対して学習者は多数であり、一対多のコミュニケーションが行われる。教授者は教室内の複数の学習者に対してコミュニケーションを行う。そのため、教授者と学習者らは教室全体という空間を共有する。教授者は「全体の状況把握」などのコンテキストをもち、学習者全体の集中状態や授業態度、課題などを行っている際には、全体の進行状況などが有用な情報である。また、一対多のコミュニケー

ションは常に全ての学習者に対して行われるとは限らず、2,3名程度の学習者と行われる場合もあり得る。例えば、教授者が机間巡視を行い近傍の学習者らの様子を確認しているといった場合である。この場合では、共有される空間は教授者と学習者らを包含する狭域の空間であり、コンテキストは「複数の学習者の状況把握」などである。

2.3 多対多

教授者1人に対し学習者が複数人といった授業形態が一般的であるが、チームティーチングなどの授業形態を用いた場合、教授者と学習者には多対多の関係が発生し得る。この時、教授者学習者間では、一対多の空間共有が複数存在する形となる。複数の教授者が個々に指導を行うため、教授者間の連携が不可欠である。したがって、教授者は「他の教授者の状況把握」などのコンテキストを持つ。他の教授者の指導状況や軌跡情報を共有することで、スムーズな連携が可能となると考えられる。

2.4 多対一

チームティーチングなどの授業形態の場合、教授者が他の教授者の意見を取り入れ授業を行うことが可能である。個別指導の際にも同様であり、教授者は学習者からの質問などに対して、他の教授者の意見を得たい場合がある。この時、教授者学習者間には多対一のコミュニケーションが形成される。その間には、「他の教授者との情報共有」などのコンテキストが形成され、教授者間で学習者に対する指導状況や問題などを共有することで、密な連携を取ることができる。このような場合には、指導する教授者らと学習者を包含する狭域の空間を共有する。

3. 位置情報を用いたコンテキストの推定

教授者学習者間のコミュニケーションはその際に共有される空間により決定づけられると考えられる。これにより、コミュニケーションに伴うコンテキストを推定することが可能となる。ここでは、教授者学習者間の位置関係から、前章で分類を行ったコミュニケーションとコンテキストを推定する方法について述べる。なお、位置関係によるコミュニケーションの推定は、Hallが提唱する近接空間学における対人距離⁸⁾を基に行う。対人距離の分類を表1、距離とコミュニケーションの関係を図1に示す。

一対一のコミュニケーションでは、両者を包含する狭域の空間を共有する。この時、教授者は学習者の状況把握などのために、学習者個人の様子を視認できる位置にいる必要がある。そのため、教授者学習者間の対人距離は「親密距離」もしくは「個体距離」の範囲となる。したがって、教授者を中心とする1.2mの範囲内に学習者が存在する場合、一対一のコ

コミュニケーションを行っており、「学習者個人の状況把握」などのコンテキストをもつと推定できる。

一対多のコミュニケーションには、その対象が全体もしくは複数人の場合が存在する。全体の場合では、教室全体という空間を共有し、行われるコミュニケーションは講義などの公的なものであることから、その距離関係は「公衆距離」に分類できる。そのため、教授者を中心とする 3.6m の範囲内に学習者が存在しない場合、「全体の状況把握」というコンテキストを持つと推定できる。複数人の場合では、教授者と学習者らとの狭域の空間を共有し、そのコミュニケーションは個人に限定されない非個人的な事柄であるため、その距離関係は「社会距離」に属すると考えられる。したがって、教授者を中心とする 1.2~3.6m の範囲内に学習者が存在する場合には、「複数の学習者の状況把握」などのコンテキストを持つと推定できる。

多対多のコミュニケーションでは、一対多の共有空間が複数存在する。この場合にも、教授者によっては対象とする学習者が全体または複数人の場合が存在する。そのため、教授者らと学習者らの距離関係が「社会距離」もしくは「公衆距離」に属する。そして、その範囲が教授者間で重複する場合、学習者から見ても教授者は多であり多対多の関係が成立する。よって、教授者を中心とする 1.2~3.6m の範囲内に学習者が存在、または 3.6m 以内に学習者が存在せず、かつその範囲に重複がある場合には、「他の教授者の状況把握」などのコンテキストを持つと推定できる。

多対一のコミュニケーションでは、教授者らと学習者が狭域の空間を共有する。この時一対一と同様に教授者らが共有するのは学習者の状況である。そのため、学習者と教授者らの距離関係が「親密距離」もしくは「個体距離」の範囲となる。よって、教授者を中心とする 0~1.2m の範囲内に学習者および他の教授者らが存在する場合は、「他の教授者との情報共有」などのコンテキストを持つと推定できる。

また、教授者が複数存在する場合、距離関係によりコンテキストの重複が起こり得る。授業環境によりコンテキストの重複の対処方法は異なるため、適用する授業に合わせて優先順位をつけることで自然なコンテキストを得る。

4. 提案システム

4.1 システム概要

提案する授業支援システムは、教室内の教授者と学習者の位置関係から教授者のコンテキストを推定し、それに即した情報を提供する。

表 1 対人距離の分類

対人距離区分	距離関係	コミュニケーションの特徴
親密距離 (0 ~ 0.45m 程度)	相手のにおいや体温が感じられる距離	秘密の事柄
個体距離 (0.45 ~ 1.2m 程度)	手を伸ばせば接触可能な距離	個人的な事柄
社会距離 (1.2 ~ 3.6m 程度)	接触到努力を要する距離	非個人的な事柄
公衆距離 (3.6m 程度以上)	相手との関与の低い距離	公的な事柄、呼びかけ

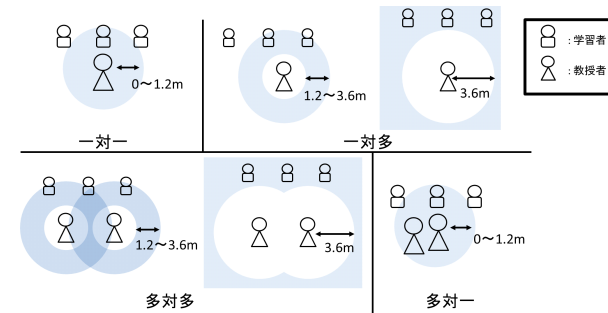


図 1 距離とコミュニケーションの関係

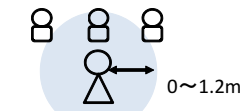
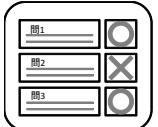
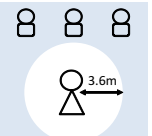

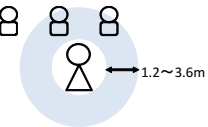
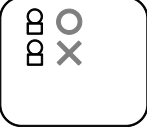
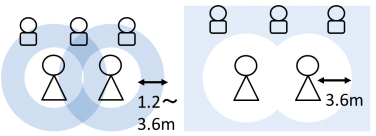
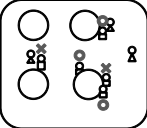
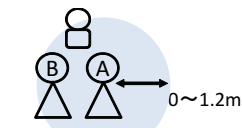
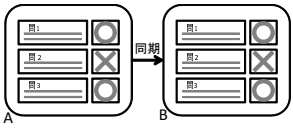
教授者は位置情報を取得する機器を身につけ、システムから提供される情報を受け取る端末を携帯する。教授者が学習者の状況把握や指導のために教室を歩くと、システムは教授者と学習者の位置関係から教授者のコンテキストを推定し、教授者のコンテキストに応じて学習者の情報や教室全体の様子などを提示する。

4.2 システム仕様

システムの仕様について教授者が持つコンテキストごとに説明し、表 2 にコンテキストと教授者へ提供する情報の関係を示す。

- 学習者個人の状況把握 (一対一, 親密距離もしくは個体距離): システムは教授者へ学習者が提出した課題の解答などの学習者個人に関する情報を提供する。
- 全体の状況把握 (一対多, 公衆距離): 授業に出席しているすべての学習者の課題の進捗状況などの教室全体の様子を教授者へ提供する。
- 複数の学習者の状況把握 (一対多, 社会距離): 複数の学習者の簡易的な進捗状況などを

表 2 コンテキストと教授者へ提供する情報の関係

コンテキスト	コミュニケーションの分類	教授者の端末へ提供される情報
学習者個人の状況把握	一対一 (親密距離もしくは個体距離) 	学習者が提出した課題の解答など 
全体の状況把握	一対多 (公衆距離) 	授業に出席しているすべての学習者の課題の進捗状況など 
複数の学習者の状況把握	一対多 (社会距離) 	複数の学習者の簡易的な進捗状況など 
他の教授者の状況把握	多対多 (社会距離もしくは公衆距離) 	どの教授者がどの学習者へ指導を行ったかの情報など 
他の教授者との情報共有	多対一 (親密距離もしくは個体距離) 	他の学生を指導している教授者が現在参照している情報など 

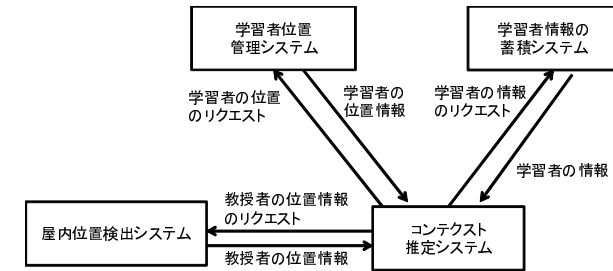


図 2 システムの構成

教授者へ提供する .

- 他の教授者の状況把握 (多対多, 社会距離もしくは公衆距離) : どの教授者がどの学習者へ指導を行ったかの情報や教授者ごとの軌跡情報などを教授者へ提供する .
- 他の教授者との情報共有 (多対一, 親密距離もしくは個体距離) : 教授者の端末には, 他の教授者が参照している学習者の情報などを提供する .

4.3 システム構成

本システムの構成を図 2 に示す . このシステムは, 教授者の位置を検出するための「屋内位置検出システム」, 教室内の教授者学習者間の位置情報からコンテキストを推定する「コンテキスト推定システム」, 各学習者の理解度や課題の状況などの情報を蓄積する「学習者情報の蓄積システム」, 学習者の座席位置を管理する「学習者位置管理システム」によって構成される .

4.4 各システムの概要

4.4.1 屋内位置検出システム

「コンテキスト推定システム」から教授者の位置情報のリクエストがあると, その時点での教授者の位置情報をレスポンスとして返す .

4.4.2 コンテキスト推定システム

対人距離の分類をもとにコンテキストを推定し, コンテキストに応じて学習者の情報や教室全体の状況を教授者が携帯する情報端末へ出力する .

教授者のコンテキストは, 「コンテキスト推定システム」が「屋内位置検出システム」と「学習者位置管理システム」からそれぞれ教授者の位置情報と学習者の位置情報を取得し推

定する．推定したコンテキストによって「学習者情報の蓄積システム」から有用な情報を教授者に提供する．

4.4.3 学習者位置管理システム

教室内の学習者の位置を記録する．授業のはじめに教授者または学習者自身が教室内の学習者の位置を登録する．また「コンテキスト推定システム」からのリクエストがあると，その時点での学習者の位置をレスポンスとして返す．

4.4.4 学習者情報の蓄積システム

学習者のテストの成績や課題に対する学習者の解答など，学習者に関する情報を蓄積する．「コンテキスト推定システム」からリクエストがあると，学習者の情報をレスポンスとして返す．

5. システム実装

5.1 対象授業

本学部のコンピュータプログラミング授業を対象とする．この授業では，教授者は学習者に対し，講義と演習を行う．また，学習者の課題状況や座席情報を管理するために，統合リアルタイム授業支援システム (IDISS)⁹⁾ を運用している．

5.2 屋内位置検出手法

屋内位置検出手法は多数提案されているが，その特性には一長一短がある¹⁰⁾．本研究では椎尾らが提案した RFID (Radio Frequency Identification) を用いた屋内位置検出手法¹¹⁾ を活用した．この手法は複数人の位置を同時に検出することが可能である．

この手法では，床に位置が既知である RFID タグを敷設した環境を構築し，被検出者の履物に RFID リーダを装着する．被検出者は環境内を移動することで，床に敷設されたタグを検出する．これにより検出されたタグに関連付けられた位置を被検出者の位置として認識する．本研究では，教室の床にタグを約 4000 枚敷設し，被検出者である教授者の腰部にリーダを装着し，履物の底面に取り付けたアンテナと接続した．床にタグを敷設することで，一見してもタグの存在には気づかず，カメラなどを用いた方法と比較しても学習者と教授者の心理的負担が少なく，コミュニケーションを阻害しないと考えられる．

5.2.1 RFID タグの敷設

タグの敷設を行った教室の概観を図 3 に示す．教室の床には 500mm × 500mm のタイルカーペットが教卓を正面として横 24 枚，縦 20 枚敷設されている．タイルカーペット 1 枚につきタグを縦横に 3 枚づつ等間隔に敷設した．敷設する際に，タグの ID と対応する位置

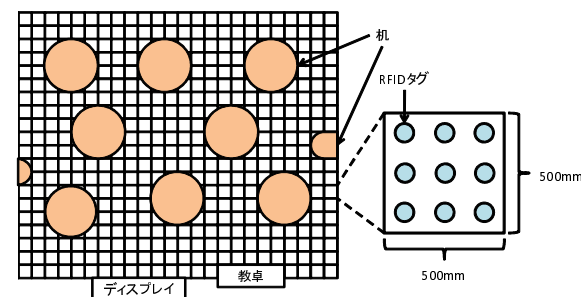


図 3 教室の概観

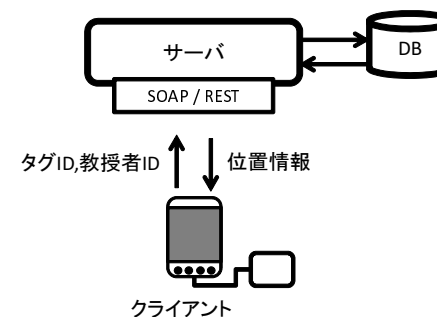


図 4 屋内位置検出システムの構成

情報を記録した．位置情報は教室内の絶対位置ではなく，タイルカーペットの行と列，タイルカーペット内のタグの位置番号に基づいて記録した．

5.3 屋内位置検出システムの構成

屋内位置検出システムはクライアント・サーバシステムで構成されている．構成を図 4 に示す．教授者は RFID リーダと携帯端末を接続したクライアント機器を持ち歩く．クライアントは読み込んだタグの ID と教授者の ID をサーバに送信する．サーバでは，受け取ったタグの ID から教室の位置情報へ変換を行い受信時刻とともにデータベースに保存する．

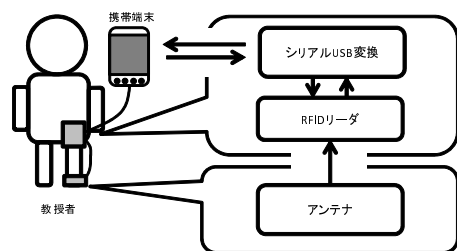


図 5 クライアントの概要

5.3.1 屋内位置検出システム：クライアント

クライアントは 2 つの機能から構成される。以下にその詳細を述べる。

(i) タグの検出

教授者が装着する機器の構成を図 5 に示す。リーダには、タカヤ社 TR3-A202 を使用した。このリーダはシリアル通信を行うため、これと USB シリアル変換モジュールを接続したものを携帯端末と接続する。携帯端末には Android OS3.2 搭載のタブレット端末を使用した。これは USB ホスト機能を有しており、USB 機器をバスパワーで動作させ OS により提供される API で制御できる。実装したプログラムでは、約 0.1 秒の頻度でタグの検出を行う。

(ii) サーバへの送信

検出されたタグ ID を教授者 ID とともにサーバに送信する。本研究で使用する携帯端末は Wi-Fi 機能を有しており、これを用い 1 秒毎に情報を送信する。また、送信の頻度は設定により変更可能であり、頻度を多くすることでより詳細な位置を得ることができる。

5.3.2 屋内位置検出システム：サーバ

サーバは受信したタグ ID を位置情報に変換し受信時刻とともにデータベースに保存する。データベースでは、位置情報とタグ ID との対応情報を保持しており、これを用いることで ID と位置の変換を行う。クライアントからのリクエストに対して、最新の位置情報を送信する。サーバは位置情報の登録・取得を SOAP(Simple Object Access Protocol)、もしくは REST(Representational State Transfer) を用いた Web サービスとして公開しており、クライアントの実装を問わない。位置情報の変換をサーバが担うことで、クライアントの負荷が下がる。また、新たな位置検出環境を用意した際にも容易に対応できる。

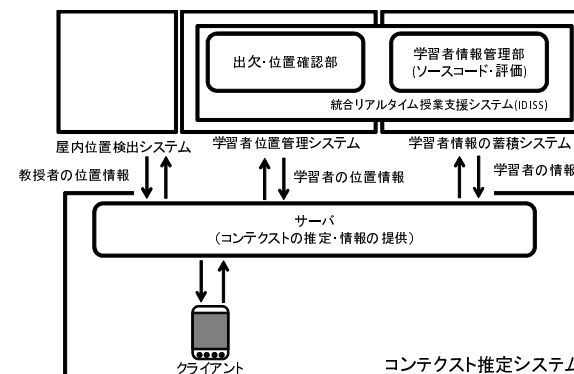


図 6 コンテキスト推定システムの構成

5.4 コンテキスト推定システム

コンテキスト推定システムはクライアント・サーバシステムとして実装されている。システムの構成を図 6 に示す。学習者位置管理システムとして IDISS の位置情報の取得サービスを、学習者情報の蓄積システムとして IDISS の学習者情報に関する情報を取得するサービスを利用する。

本実装では、一対一と一対多に限定しコンテキストの推定を行った。しかし、「全体の状況把握」の対人距離は教室では物理的に場所をとれないため、例外としてディスプレイの付近に立つことで情報を得られるようにした。ディスプレイの付近では、教授者が学習者全体に対して指示をする位置であることから、学習者全体を把握するコンテキストが推定可能となるためである。

5.4.1 コンテキスト推定システム：サーバ

(i) 位置情報の取得

学習者の位置情報は学習者位置管理システムにより提供される SOAP を用いた Web サービスから取得する。教授者の位置情報は屋内位置検出システムにより取得する。この情報の取得には REST を用いる。システムは教授者の位置情報と学習者の位置情報のマッピングを行い、教授者学習者間の位置関係を算出する。なお、適用する授業では授業時間内における学習者の位置は不変であるため、クライアント起動時のみ更新を行う。一方、教授者の

位置は刻々と変化するため、1秒ごとに更新を行う。

(ii) コンテキストの推定

システムでは第3章で述べたコンテキスト推定方法を用いる。ただし、実装を簡略化するために円形になる範囲に対して四角形で近似する。距離関係は、教室のタイルカーペットを基準として算出する。タイルカーペット1枚は縦横500mmであるため、教授者を中心とする周囲のタイルカーペット2枚分がおおよそ親密距離と個体距離の範囲内である。この範囲内に学習者が存在する場合、一対一のコミュニケーションを行っており、教授者は「学習者個人の状況把握」のコンテキストを持つとシステムは推定する。また、この範囲に複数の学習者が存在する際には、より教授者に近い学習者がコミュニケーションを行っていると推測する。一方、一対多の場合の距離関係は社会距離であり、おおよそタイルカーペット2枚から7枚の範囲に学習者が存在する場合、教授者は「複数の学習者の状況把握」のコンテキストを持つとシステムは推定する。また、ディスプレイの前方と教卓の入り口にあたる位置のタイルカーペット横10枚、縦2枚の範囲に教授者が存在する場合、教授者は「全体の状況把握」のコンテキストを持つとシステムは推定する。なお、コンテキストが重複する場合の優先順序は「全体の状況把握」「学習者個人の状況把握」「複数の学習者の状況把握」とする。

(iii) 送信する情報

システムは推定されたコンテキストを基に、学習者情報の蓄積システムから情報を取得し送信する。

推定されたコンテキストが「学習者個人の状況把握」である場合、システムが送信する情報を以下に記す。

- 最後に提出したソースコードとその時間
- コンパイル・インデント・形式的記述の評価*1
- 過去の提出情報

推定されたコンテキストが「複数の学習者の状況把握」である場合、学習者らの最後に提出したソースコードとその時間、評価を送信する。また、どの情報がどの学習者のものを判別するため、教授者学習者間の位置関係も共に送信する。推定されたコンテキストが「全体の状況把握」である場合、ソースコードごとに学習者らの進捗状況のグラフ、不正解

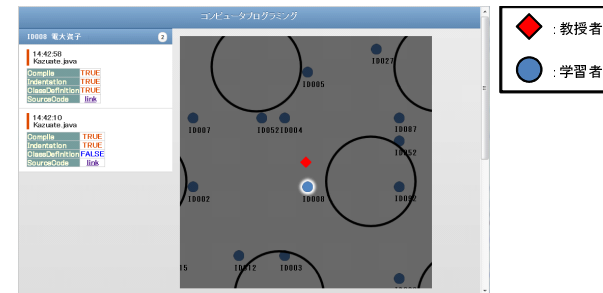


図7 学習者個人の情報提供画面

者の一覧、未提出者の一覧を送信する。また、どの情報がどの学習者のものを判別するため、教授者学習者間の位置関係も共に送信する。なお、これらの情報は Comet¹²⁾ を用いたサーバプッシュ通信により実現されており、クライアントからのリクエストによらず、教授者の位置情報が更新されたタイミングで情報の送信を行う。

5.4.2 コンテキスト推定システム：クライアント

クライアント端末では、コンテキストに応じた有用な情報を表示する。コンテキストが「学習者個人の状況把握」である場合の画面を図7に示す。この画面では、教室上の学習者らと教授者の位置を表示しており、コミュニケーションを行っている学習者をハイライトしている。画面の左側には、対象の学習者がその日の授業で提出したソースコードとその評価を一覧表示している。

コンテキストが「複数の学習者の状況把握」である場合の画面を図8に示す。この画面の左側では、教授者がコミュニケーションをとっている学習者らの最新のソースコードとその評価を表示している。一見してコンパイルなどの評価結果が閲覧でき、より詳細な情報が知りたい場合は「link」をクリックし、ソースコード自体を見ることが可能である。

コンテキストが「全体の状況把握」である場合の画面を図9に示す。この画面の左側では、ソースコードごとの学習者らの正誤と未提出の割合、および不正解者と未提出者の各人数と一覧を表示している。

なお、クライアントは HTML と JavaScript で実装されており、Web ブラウザを搭載した情報端末であれば環境を問わず利用できる。

*1 形式的記述とは、UML のクラス図から記述できる実装のないクラス、メソッドを記述し、コンパイルが通る状態まで記述することである。

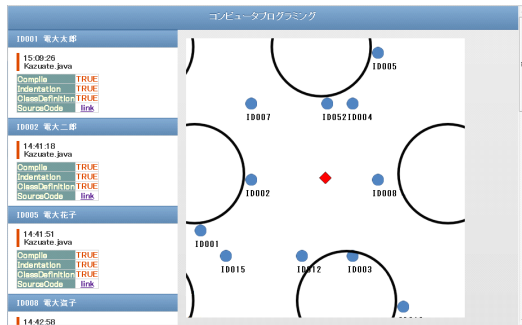


図 8 複数の学習者の情報提供画面



図 9 全体の状況の情報提供画面

6. 試験運用

6.1 対象

本システムの有効性を確認するため、プロトタイプシステムをコンピュータプログラミングの授業で試験的に運用した。学習者 47 名に対して教員 1 名と学生アシスタント (SA) 2 名が教授者となり演習を行った。

6.2 方法

演習の前に学習者は自身の座席位置を学習者位置管理システムへ登録する。演習では学習者は UML のクラス図から形式的記述を作成する。演習中、教授者はこのシステムを利用し、学習者の様子を見て回り、個別に指導を行う。授業後に教授者へアンケートおよびインタビューを行う。

6.3 結果

試験運用の結果は教授者へのアンケートおよびインタビューより分析した。結果を表 3 に示す。回答は教員と SA から得た。質問事項は 13 項目からなる。分類 A は学習者個人の状況把握についての質問事項、分類 B は複数の学習者の状況把握についての質問事項、分類 C は全体の状況把握についての質問事項、分類 D はシステム全体に関する質問事項である。

状況に応じて情報を提供することは有用であったかの問いに対して、「学習者個人の状況把握」では 3 名とも有用であると回答した。理由として、操作方法を学ぶ必要がない、学生のところへ行くだけで情報が参照できるためリストから探すより便利と回答した。「全体の状況把握」では、2 名が有用、1 名が全体の情報がみれるのは良いが、ディスプレイから離れたときに、全体の状況を見に行くことが不便と回答した。「複数の学習者の状況把握」では、他の学習者の一対一が優先されるなどで教室内で学習者と教授者の距離が社会距離 (1.2m ~ 3.6m) になる場所が少なかったため有用であるか判断できないとして 2 名からは回答を得られなかった。

対人距離の各区分の範囲は適切であったかの問いでは、「学習者個人の状況把握」において、2 名が広い、1 名が適切と回答した。「全体の状況把握」では、2 名が適切、1 名が遠いと回答した。「複数の学習者の状況把握」では、1 名が遠いと回答し、2 名からはその状況になることがほとんどなかったため、回答を得られなかった。

システムを使うことにより学習者とのコミュニケーションが阻害されたかの問いに対して、「学習者個人の状況把握」では 3 名とも阻害されたと回答した。阻害された理由として、2 名はシステムの応答が遅い、1 名は学習者の情報が画面に収まらない場合にスクロールが

できないと回答した。試験運用の環境では、教授者が教室内を移動してから1秒～10秒後にシステムが応答するなど、応答速度にばらつきがあった。また「全体の状況把握」ではコミュニケーションは阻害されなかったと3名とも回答した。「複数の学習者の状況把握」では、その状況になることがほとんどなかったため3名から回答を得られなかった。

システムのレスポンス時間は適切であったかの問いでは、2名が遅いと回答した。理由として、教授者が学習者の近くにいても、システムの認識が遅い場面が多々あったと回答した。また、適切と答えた1名も、遅いときがあったと回答した。

その他不便に感じた点として「学習者個人の状況把握」の場合に、情報を見たい学習者とは違う学習者の情報が表示される、実際の学習者と情報端末上に見える学習者の位置がずれているという回答があった。また「全体の状況把握」の場合に、2名が情報端末に提示される不正解者、未回答者の一覧だけでは実際の学習者の位置がわからないと回答した。

7. 考 察

アンケートおよびインタビューから、コミュニケーションの関係と対人距離によって教授者のコンテキストを分類し、それに応じて教授者へ情報を提供することは概ね有用であることが確認された。しかし、コンテキストを推定するために利用した距離の範囲は広すぎることを確認した。Hallの文献によると、対人距離の各区分における広さの範囲は、対象者のパーソナリティと環境的要素によって差が現れるとしていることから、学習の環境にあわせて各区分の距離の範囲を調節する必要があると考えられる。

「学習者個人の状況把握」の場合にコミュニケーションが阻害されたことに関しては、システムの応答が遅いためと回答していることから、システムの実装を改善することで対応できると考えられる。

実際の学習者の座席位置とシステムでの位置情報との差については、学習者自身が入力した座席情報を利用したこと、および学習者の位置情報を教室の机配置が厳密ではない地図情報から得ているためと考えられる。そのため、学習者の位置情報もLBSを用いて登録をするなど、手法を改善する必要があると考えられる。

8. おわりに

教授者と学習者の関わりの場面と近接空間学による対人距離から授業におけるコンテキストを詳細に分類した。そのコンテキストを推定し、コンテキストに応じて指導の助けとなる情報を提供するプロトタイプシステムを構築した。このシステムは推定されたコンテ

クストにより、自動的に判断された情報を提供し、コミュニケーションを阻害しないインタフェースとなっている。

コンテキストの推定は、教授者と学習者らや他の教授者らとのコミュニケーションの関係と、対人距離の分類に基づいて対応付けることによって明らかにした。さらに、推定されたコンテキストと教授者へ提供する情報の関係を定義し、授業支援システムの提案とプロトタイプの開発を行った。

プロトタイプの実験運用し、アンケートとインタビューの結果から、教授者と学習者の位置関係からコンテキストを分類し、情報を提供することは有用であることと確認した。しかし、コンテキストを推定するための位置関係は調節する必要があることも確認できた。

今後、コンテキストを推定する位置関係の調節、システムの応答時間の短縮、システムのインタフェースの改善、提供する情報の洗練化などを予定である。

参 考 文 献

- 1) 清水康敬, 山本朋弘, 堀田龍也, 小泉力一, 横山隆光: ICT活用授業による学力向上に関する総合的分析評価, 日本教育工学会論文誌, Vol.32, No.3, pp.293-303 (2008).
- 2) 文部科学省: 平成22年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(概要), (オンライン), 入手先(http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zy-ouhou/_icsFiles/afieldfile/2011/09/05/1308365_1_1.pdf) (参照 2012-01-10).
- 3) 社団法人日本教育工学振興会: 地域・学校の特色等を活かしたICT環境活用先進事例に関する調査研究報告書, (オンライン), 入手先(<http://www2.japet.or.jp/senshin/pdf/report.pdf>) (参照 2012-01-10).
- 4) 堀江耕治: 教師・生徒の関係とコミュニケーションに関する考察, 愛知県総合教育センターエル・ネット 教育相談特別研修 研究発表概要, (オンライン), 入手先(<http://www.apec.aichi-c.ed.jp/joho/system/el-net/horiegaiyou.pdf>) (2005).
- 5) 高梨郁子, 石渡要介, 斎藤謙一, 久永 聡, 田中 聡, 山路晃徳, 秋間文和: 屋内ナビゲーションシステムに関する一考察, 情報処理学会研究報告. ITS, [高度交通システム], Vol.2006, No.22, pp.87-92 (2006).
- 6) Binsbergen, W.V.: Situation Based Services: The Semantic Extension of LBS, 3rd Twente Student Conference on IT (online), available from (<http://referaat.cs.utwente.nl/TSConIT/download.php?id=842>) (accessed 2012-01-10).
- 7) 柳沢 豊, 前川卓也, 岡留 剛: neighborSense: 相対的な位置関係を用いた実世界の状況把握, 情報処理学会研究報告. UBI, [ユビキタスコンピューティングシステム], Vol.2007, No.46, pp.55-61 (2007).
- 8) Hall, E.T.: *The Hidden Dimension*, Anchor (1990). (日高敏隆, 佐藤信行訳: かく

れた次元, みすず書房 (1970)).

- 9) 長谷川伸, 松田承一, 高野辰之, 宮川 治: プログラミング入門教育を対象としたリアルタイム授業支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.12, pp.3135-3149 (2011).
- 10) 別所正博, 小林真輔, 越塚 登, 坂村 健: ユビキタスコンピューティングと屋内環境の位置認識, 電子情報通信学会誌, Vol.92, No.4, pp.249-255 (2009).
- 11) 椎尾一郎: RFID を利用したユーザ位置検出システム, 情報処理学会研究報告. HI, ヒューマンインタフェース研究会報告, Vol.2000, No.39, pp.45-50 (2000).
- 12) Russell, A.: Comet: Low Latency Data for the Browser, (online), available from (<http://infrequently.org/2006/03/comet-low-latency-data-for-the-browser/>) (accessed 2012-01-10).

表 3 アンケートおよびインタビュー結果

分類	質問番号	質問内容	回答
A	1	情報を受け取れる範囲は適切でしたか？	狭い 0 適切 1 広い 2
	2-1	学習者の近くで情報が切り替わることは有用でしたか？	有用だった 3 有用ではなかった 0
	2-2	有用だった理由	学生のところへ行くだけで情報が見れるので、リストから探すより便利 操作方法を学ぶ必要がないところがよかった
	3-1	システムを利用することで、学習者とのコミュニケーションは 阻害されませんでしたか？	阻害されなかった 0 阻害された 3
	3-2	阻害された理由	システムの応答が遅い場合があり、少し待つ状況があった 情報を得るのに時間がかかる ソースコードを見るときにスクロールができなかった
	4	そのほか、学習者個人の状況を把握したい状況下でのシステム の利用に不便を感じましたら、理由をお書きください。	見たい学生とは違う学生が表示された 実際の学生の位置とシステム上の位置がずれてうまく情報を得られない場面があった
B	5	情報を受け取るのに、学習者らとの距離は適切でしたか？	近い 0 適切 0 遠い 1
	6	対象となる学習者の範囲は適切でしたか？	狭い 0 適切 0 広い 1
	7-1	学習者らから離れた場所で複数の学習者らの情報が得られたことは有用でしたか？	有用だった 0 有用ではなかった 1
	7-2	有用ではなかった理由	その状況になることがほとんど無かった
	8	システムを利用することで、学習者とのコミュニケーションは 阻害されませんでしたか？	阻害されなかった 0 阻害された 0
	9	そのほか、複数の学習者の簡易的な状況を把握したい状況下でのシステム の利用に不便を感じましたら、理由をお書きください	情報が表示されることがほとんどなかった この状況になる場所がほとんどなく、よくわからなかった
	10	情報を受け取るのに、学習者らとの距離は適切でしたか？	近い 0 適切 2 遠い 1
C	11-1	ディスプレイの近くで全体の情報を得られたことは有用でしたか？	有用だった 2 有用ではなかった 0
	11-2	コメント	全体の情報が見れることは良かったが、ディスプレイから距離の遠いところで全体の情報を見るときに不便
	12	システムを利用することで、学習者とのコミュニケーションは 阻害されませんでしたか？	阻害されなかった 3 阻害された 0
	13	そのほか、全体の状況を把握したい状況下でのシステムの利用 に不便を感じましたら、理由をお書きください。	できていない学生の位置がわからない 学生がどこにいるかの情報もほしかったです
D	14-1	システムのレスポンス時間は適切でしたか？	早い 0 適切 1 遅い 2
	14-2	コメント	遅いときがあった 移動してもなかなか更新されない場面が多々あった