

入退室時に利用者がとるポーズを用いた 在室管理システムの提案

田中 優斗^{1,a)} 福島 拓^{2,b)} 吉野 孝^{3,c)}

概要: 我々は, 研究室メンバの「現在」の在室情報を管理する在室管理システム「Docoitter」を開発している。「現在」の在室情報は, 「個人に割り当てられている計算機起動の有無」「個人のカレンダーの予定」等から, 「在室」「不在」等の計8種類に判定している。これまでの評価実験の結果, 「計算機を起動したまま帰宅する」等の行動により, 現在の在室情報の精度が減少していることが分かった。現在の在室情報の精度向上のために, 歩行情報や骨格情報を用いて個人を識別する方法が考えられる。しかし, 研究室は, 一般的に訪問者も多いため, 研究室メンバだけを識別し, 在室状況を管理する必要がある。そこで, 本稿では, 「日常的にとらないポーズ」を研究室メンバがとることで, 個人を識別する「Kinect for Docoitter」を提案する。

1. はじめに

現在, 大学の研究室等で, 紙の在室表が用いられている。紙の在室表は, 紙と磁石を用いて, 研究室メンバの在室の有無や行き先を示す。在室情報を提示することで, コミュニケーションの円滑化や共同作業の支援を行うことが出来る。例えば, 訪問者にとって, 現在の在室している人を把握することは, 訪問のきっかけとなる場合がある。このように, 在室情報を提示することは, コミュニケーションを促すために重要である。

しかし紙の在室表は, 操作忘れが発生する, 遠隔地から行き先の変更ができない, 今後の活動状況の把握が困難等の問題点が考えられる。それらの問題点を解決するために, 現在の行き先の推定に関する研究 [1], 相手の状況を知らせるウェアラブルに関する研究 [2], 過去の在室状況の可視化に関する研究 [3] がある。これらの研究は「現在」や「過去」の在室情報の提示を対象としている。

我々は, 手動のため操作忘れが発生する点や, 「現在」や「過去」の在室情報の提示のみを対象としている点が課題であると考えた。なぜなら, 「現在」や「過去」の

在室情報の提示だけでは, 訪問者は, 目的の人物が不在の場合, 次回の適切な訪問日時を把握することが難しいためである。そこで, 在室管理システム「Docoitter」を開発してきた [4]。このシステムは, 研究室メンバの「現在」と「未来」の在室情報を自動で提示するシステムである。現在の在室情報は, 「個人に割り当てられている計算機起動の有無」「個人のカレンダーの予定」等から自動で管理している。また, 未来の在室情報を提示することで, 訪問者は, 目的の人物に会うための訪問日時に関する情報を把握することが出来ると考えた。

これまでの評価実験の結果から, 未来の在室情報の提示により, 訪問者は訪問日時の手掛かりを得る可能性を示したが, 現在の在室情報の精度向上が課題点として挙げられた [4]。精度を向上させるために, 歩行情報 [5] や GPS [6] を利用して個人を識別する方法が考えられる。しかし, 歩行情報を利用するには, 歩行動作を撮影し続けなければならない問題点が考えられる。また, これらの研究で想定している研究室メンバは 10 名程度である。そして, GPS の利用は, 正確性は高いが, プライバシーの問題が考えられる。

本システムは在室管理システムであるため, リアルタイムに在室状況を管理する必要がある。また, 研究室は, 一般的に他の先生や他の研究室の学生といったような訪問者が多い。そのため, 研究室メンバだけを識別し, 在室状況を管理する必要がある。そこで本稿では, 入退室時に, 研究室メンバが「日常的にとらないポーズ」をとることで個人を識別し, 在室状況を管理する手法について述べる。

¹ 和歌山大学大学院システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University, Wakayama 640-8510, Japan

² 静岡大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Shizuoka University, Hamamatsu 432-8561, Japan

³ 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University, Wakayama 640-8510, Japan

a) tanaka@yoslab.net

b) fukushima@sys.eng.shizuoka.ac.jp

c) yoshino@sys.wakayama-u.ac.jp

2. 関連研究

本章では、歩行情報を用いた個人識別に関する研究と、利用者の手動操作を用いた在室管理に関する研究について述べ、本研究の位置づけを明らかにする。

2.1 歩行情報を用いた個人識別に関する研究

八木らは、全方位カメラによって撮影された歩行情報から、歩行のシルエットを抽出し、時間軸で離散フーリエ変換、振幅スペクトルの計算を行うことで、個人を識別している [5]。しかし、「カメラと歩行者間の最適な距離に関して解析し、最適なカメラ配置についての検討をする必要がある」と述べており、導入に煩雑な調整を必要とする可能性がある。また、体格が似ている人物がいる場合、正しく識別することができない。また、吉村らは、歩行動作中に含まれる周波数成分を用いることで、歩行動作の特徴を抽出する方法を提案している [7]。しかし、「提案した特徴には個人性に関わらない歩行動作の特徴が含まれていると推測された。個人性に関わらない特徴が存在していれば、個人識別の際に誤りを発生させる要因となりえる」と述べている。

高田らは、歩行情報に対して離散フーリエ変換を行い、抽出された特徴と機械学習のサポートベクターマシンを利用して識別している [8]。実験結果では、「ひとつの向きの歩容で識別したときには 10 人のデータで 82.4% の精度で識別できた。異なる向きで歩容した識別結果は 43.8% とかなり低い精度となった」と述べている。宮島らは、Kinect によって得られた歩行情報から、歩行動作軌道を抽出して個人識別を行っている [9]。実験結果では、個人識別の精度は、歩行者が 10 人の時で約 68%、20 人の時で約 56%、34 人の時で約 50% であった。

本システムは在室管理システムであるため、リアルタイムで在室状況を管理する必要がある。また、本システムの利用者には、研究室メンバだけでなく、多くの訪問者がいる。そのため、研究室メンバだけを正しく識別しなければならない。そこで、本研究では、「日常的にとらないポーズ」を敢えて用いることで、研究室メンバの在室状況を管理する。

2.2 手動操作を用いた在室管理に関する研究

中田は、画像を用いた行き先掲示板システムを構築している [1]。これは、現在いる場所で撮影した写真を自身の居室ドアに設置されたディスプレイに表示することで、行き先を知らせている。藤原らは、1 週間分の在室状況を 1 日毎にスパイラル表示することで、在室履歴を可視化するシステム「DOCOCA」を構築している [3]。これは、研究室入り口に設置しているシステムに IC カードをかざし、行き先を選択することで在室を管理している。中山らは、現在の行き先と現在の最適な連絡先を提

示するシステム「行き先ボード」を構築している [10]。これは、Web ブラウザ上から自身の行き先を選択することで在室を管理している。

これらの研究では、カメラで現在地の写真を撮影して行き先を伝える方法、利用者が IC カードをかざして行き先を選択する方法、Web ブラウザ上から行き先を選択する方法によって在室管理をそれぞれ行なっている。これらの方法によって、紙の在室表より容易に在室管理を行うことが可能になったと考えられる。本研究では、利用者が提供する手動操作を活用する点では同じだが、利用者がとるポーズを用いて在室管理を行う点が異なる。

3. 在室管理システム「Docoitter」

本章では、これまでに開発してきた在室管理システム「Docoitter」について述べる。なお、本稿で新たに提案する、ポーズを用いて個人を識別する「Kinect for Docoitter」についての詳細は次章で述べる。

3.1 システムで用いる情報源

現在の在室状況は、情報源 1「計算機の起動有無」、情報源 2「Google Calendar に登録されている予定」から判定してきた [4]。また、それに加え、情報源 3「利用者から手動で提供された情報」も用いてきた [11]。本稿では、新たに情報源 4「Kinect for Docoitter で得られた情報」も用いる。

情報源 1 計算機の起動有無

個人に割り当てられている計算機の起動の有無を用いる。これは、研究室やオフィスにおいて、計算機を用いて研究活動や仕事を進める場合が多いためである。起動の有無は、ping を送ることで確認する。計算機が起動している場合、在室の可能性が高いと考えられる。

情報源 2 Google Calendar に登録されている予定

利用者自身が予定を登録した Google Calendar を用いる。Google Calendar を用いることで現在や未来の予定を取得することが出来る。学外で予定がある場合、その時間帯は不在の可能性が高いと考えられる。また、プライバシーを考慮して、登録されている予定名は抽象化して表示する。

情報源 3 利用者から手動で提供された情報

利用者から手動で提供された情報を活用する。これは、利用者が情報源 1 と情報源 2 から判定された現在の在室状況を変更することができる機能である。

情報源 4 Kinect for Docoitter で得られた情報

本稿では、新たに「Kinect for Docoitter」を情報源として提案する。これは、利用者がとるポーズで個人を識別することができる。「Kinect for Docoitter」の詳細は次章で述べる。

情報源 1 と情報源 2 が有効となるためには、計算機

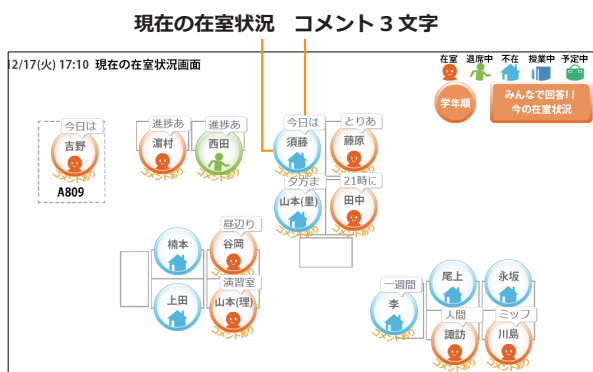


図 1 「現在」の在室状況画面例

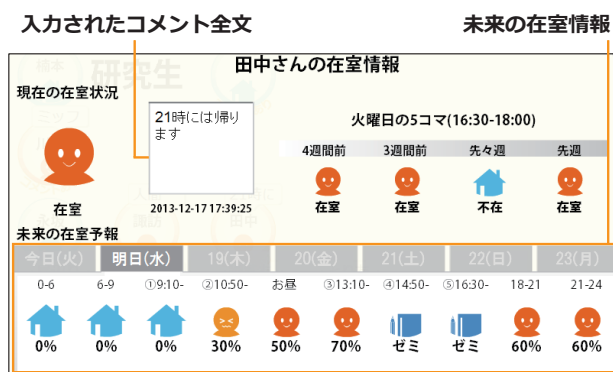


図 2 詳細情報画面例

が各メンバに割り当てられていること、ファイアウォールの設定を ping が有効となるように変更されていること *1, 共有可能なカレンダーを利用していることが必要である。

3.2 システムの画面

本システムには「現在の在室状況画面」と「詳細情報画面」がある。

3.2.1 現在の在室状況画面

図 1 に現在の在室状況画面例を示す。この画面では、現在の在室状況と研究室メンバが入力したコメント 3 文字を提示している。本システムは、現在の在室状況を 8 種類に判定する。スケジュールによる判定が 5 種類、それ以外による判定が 3 種類である。利用者は、研究室メンバの在室状況を一覧で確認することが出来る。表示は、学年順と席順で切り替えることが出来る。研究室メンバの在室状況は、「不在」の人だけでなく、「在室」している人を含めた 5 種類のアイコンで表示される。

現在の在室状況判定の流れについて述べる。まず、現在進行中のスケジュールがあれば、そのスケジュールのタイトルに含まれているキーワードで判定する。これは、利用者が手動で入力したスケジュールは、計算機の起動有無より優先度が高いと考えられたためである。

以下に、スケジュールによる 5 種類の判定と、判定に用いるキーワードや条件を示す。

学外イベント中

「学会」「研究会」「インタラクション」「検診」「試験」「委員会」「打ち合わせ」「出張」「面接」「説明会」等の計 21 個

学内イベント中

「オープンラボ」「たこばー *2」「報告会」の計 3 個

ゼミ中

研究室メンバで共有している Google Calendar の「研究ゼミ」「英語ゼミ」の計 2 個

*1 ping は Windows7 において初期設定では利用することができない。そのため、各計算機のファイアウォールの設定変更を行った。

*2 本研究室内で定期的に行われるイベント(たこやきパーティーの略)である。

講義中

「データベース」「システムソフトウェア」「情報応用数理」「アルゴリズム設計」等の手動で取得した計 40 個

予定中

上記のキーワードが含まれていない場合

なお、判定に用いるキーワードは、利用者が登録していた予定から抽出している。

次に、進行中のスケジュールが無い場合は、計算機の起動有無から判定する。計算機が起動している場合は「在室」と判定し、起動していない場合は「不在」と判定する。そして、利用者は、手動で「在室」「退席中」「不在」に変更することが出来る。また、「Kinect for Docoitter」で在室状況を変更することも可能である。変更された在室状況は、情報源 1 と情報源 2 のいずれかが変化するまで継続され、変われば自動の在室状況の判定に切り替わる。

3.2.2 詳細情報画面

図 1 の現在の在室状況画面から研究室メンバをタッチすると、詳細情報を確認することができる。図 2 に詳細情報画面例を示す。詳細情報画面では、未来の在室確率または抽象化された予定、入力されたコメント全文が表示される。利用者は日付をタッチすると、1 週間先までの未来の在室情報を確認することができる。

未来の在室情報の算出方法について述べる。まず、未来のスケジュールの予定を抽象化して提示する。次に、情報源 1、情報源 2、情報源 3 および情報源 4 から、過去 1 ヶ月間に「在室」と判定された割合 *3 を求める。曜日別に行い、四捨五入によって 10% 単位で算出する。なお、月曜日から金曜日の祝日は、行動パターンが変わると考えられるため、確率の算出に祝日の情報は使用していない。

3.3 システムの利用の流れ

図 3 にシステムの利用の流れを示す。

(1) 情報の収集

*3 過去の在室割合=(過去の「在室」と判定した回数/過去の判定回数)*100

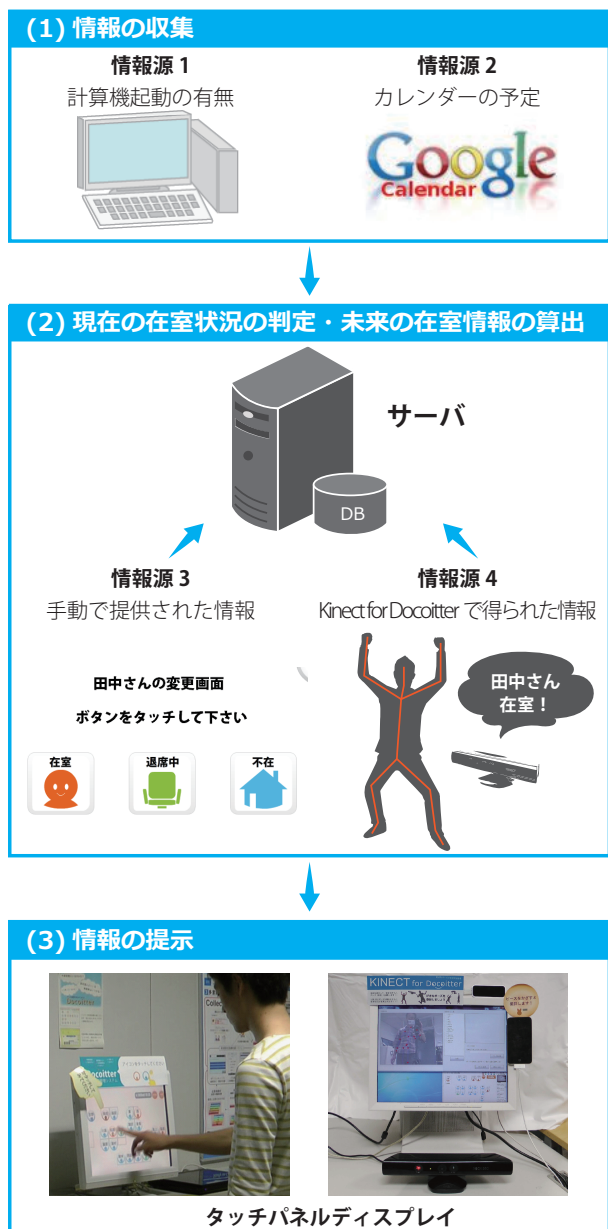


図 3 システムの利用の流れ

情報源 1 と情報源 2 をそれぞれ 3 分毎に収集する。

- (2) 現在の在室状況の判定と未来の在室情報の算出
収集した情報から現在の在室状況を判定する。そして、情報源 3 や情報源 4 があれば、その情報を活用する。また、過去の在室割合と未来の予定から、未来の在室情報を算出する。

- (3) 情報の提示

現在の在室状況、未来の在室情報、コメントを研究室外側と内側に設置している据え置き型タッチパネルディスプレイに提示する。

4. 個人識別システム「Kinect for Docoitter」

本章では新たに提案する、利用者がとるポーズから個人を識別する「Kinect for Docoitter」について述べる。また、図 4 に研究室に設置した「Kinect for

Kinect for Docoitter の管理画面

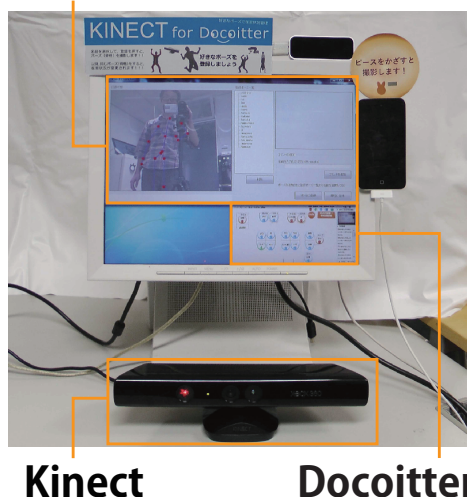


図 4 Kinect for Docoitter の外観

Docoitter」の外観を示す。設置した場所は、研究室入口を撮影することができる場所である。この場所に設置した理由は、研究室メンバが入退室時に通る場所を映すことができるためである。なお、「Kinect for Docoitter」は、竹澤が公開している「Kinect Launcher」を利用して [12]。「Kinect Launcher」は、Kinect *4 を使って、ポーズを入力することでアプリを起動することのできるランチャーアプリである。

4.1 「Kinect for Docoitter」の管理画面

図 5 に「Kinect for Docoitter」の管理画面を示す。画面には、「リアルタイムの認識状態」「研究室メンバ」「登録したポーズ」「研究室メンバ追加ボタン」「ポーズ登録ボタン」が表示される。骨格情報の認識には、Kinect を利用する。Kinect では、人体の特徴点として 20 頂点を取得することが可能である。図 5 の「リアルタイムの認識状態」では、Kinect によって検出された骨格情報が赤色でリアルタイムに表示される。また、「研究室メンバ」から研究室メンバを選択すると、そのメンバが登録したポーズが「登録したポーズ」に表示され、「リアルタイムの認識状態」に黄色で表示される。

4.2 個人識別方法

まず、ポーズの登録時とポーズの認識時に、各関節がなす 19 個の角度を求める。次に、それぞれの角度の差分を絶対値で求める。そして、各関節に設定された係数を差分に掛け算する。その結果、19 個の差分の合計が 180 度以下であれば、同じポーズであると判定している。180 度の判定基準は、「Kinect Launcher」で用いられている。同じポーズであると判定された場合、現在の在室状況が「在室」であれば「不在」に、「在室」以外の場合

*4 Microsoft 社が販売している距離画像センサ Kinect for Windows

リアルタイムの認識状態 研究室メンバ 登録したポーズ

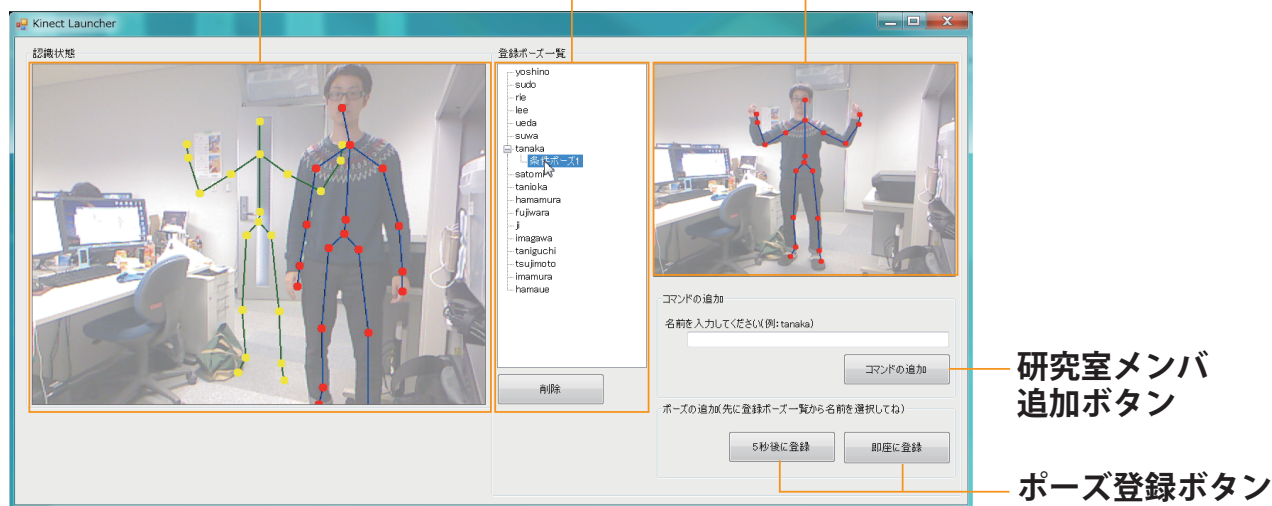


図 5 「Kinect for Docoitter」の管理画面

は「在室」に変更される。

「Kinect Launcher」では、腕と足は、角度の違いがポーズの見た目に影響しやすいため、差分の係数を高くしている。逆に、手首と足首周辺は、ポーズの見た目に変化がないような少しのズレでも、大きな角度の違いとして現れてしまうため、差分の係数を低くしている。

4.3 利用方法

「Kinect for Docoitter」は、「ポーズの登録」と「在室状況の変更」の手順で利用することができる。

ポーズの登録 図5の「研究室メンバ」から、ポーズを登録する研究室メンバを選択する。また、名前を入力し、「研究室メンバ追加ボタン」を押すことで、研究室メンバを追加することもできる。次に、「即座に登録」を押すことで、「リアルタイムの認識状態」に表示されている骨格情報が登録される。「5秒後に登録」を押すことで、5秒後に骨格情報を登録することもできる。また、複数のポーズを登録することも可能である。

在室状況の変更 図5の「リアルタイムの認識状態」に表示されているポーズが、登録されたポーズと4.2節で述べた個人識別方法で、同じポーズと判定された場合、在室状況を変更することができる。また、複数のポーズが登録されている場合は、連続してポーズをとることで変更することができる。現在の在室状況が「在室」であれば「不在」に、「在室」以外の場合は「在室」に変更される。

5. 予備実験

本章では、利用者がとるポーズから個人を識別する「Kinect for Docoitter」における「ポーズの登録」について行った予備実験の概要と結果を述べる。

5.1 実験概要

実験協力者は、本研究室メンバ14名である。検証項目は、登録されるポーズの多様性である。ポーズの多様性は、個人識別のために重要となるためである。実験開始前、実験協力者14名に以下の説明を行い、1人ずつ自由に登録してもらった。

説明

これから在室状況を変更するポーズを登録してもらいます。できるだけ他の人とかぶらない「あなただけのポーズ」を考えて、登録してください。また、そのポーズは、今後、在室状況を変更したい時に利用していただきます。登録後、自分が登録したポーズを他の研究室メンバに教えないで下さい。

5.2 実験結果

図6に実験協力者14名によって登録されたポーズ一覧を示す。全実験協力者は腕を使ってポーズをとった。一方で、足も使ってポーズ(直立以外のポーズ)をとった協力者はメンバKとメンバLの2名のみであった。このことから、特に足のポーズに関して指示をしない場合、主に腕を使って、ポーズをとる可能性があると考えられる。

メンバAやメンバBのような変身ポーズが登録された。実験協力者から「他人とかぶらないポーズを考えないといけないし、恥ずかしくないポーズでもある必要があったので難しかった」という感想が得られた。

メンバDとメンバH、メンバKとメンバLのように類似したポーズが登録された。また、自分が登録したポーズをとる過程で、他のメンバが登録したポーズをとってしまう場合が考えられる。例えば、メンバDのポーズをとる過程で、メンバCのポーズになる可能性がある。そこで、連続あるいは複数のポーズを登録してもらう方法

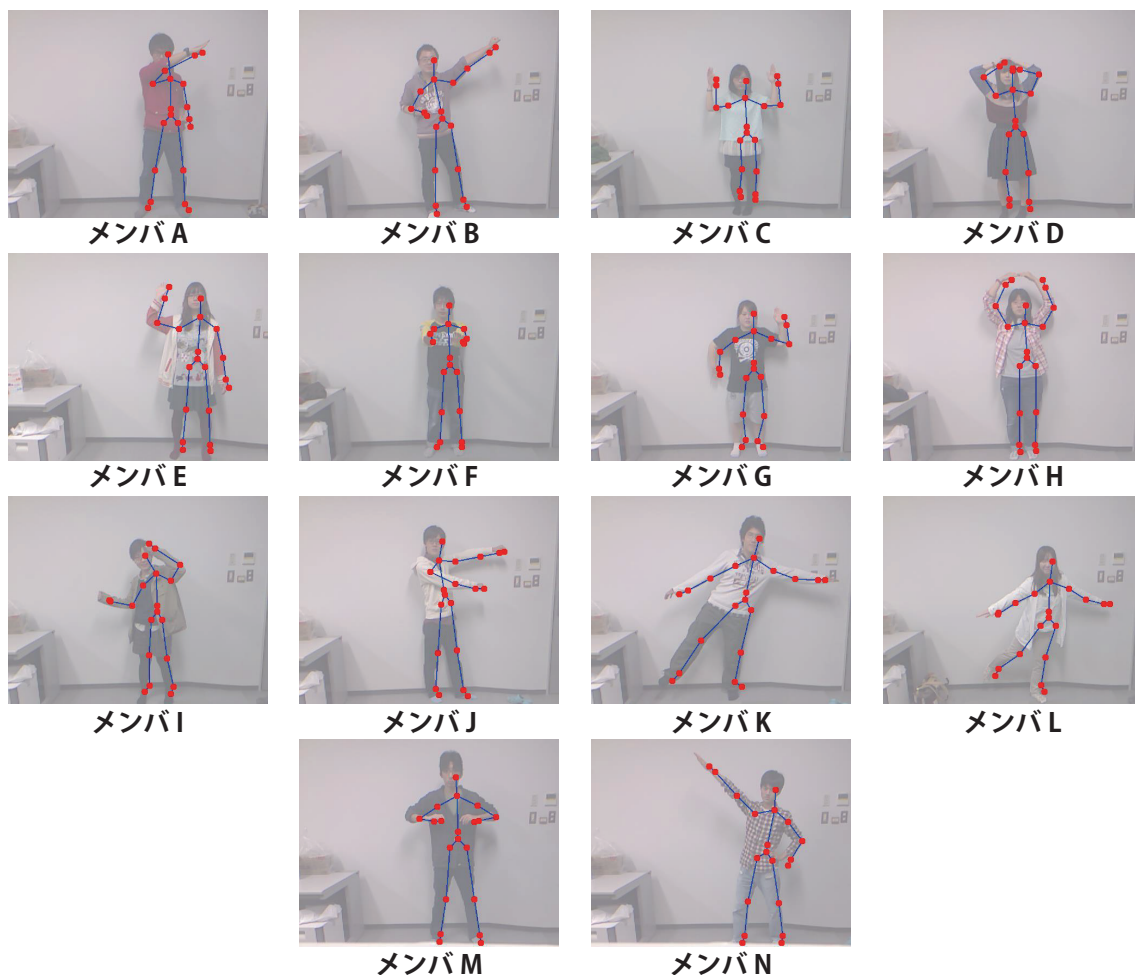


図 6 登録されたポーズ一覧

や、身長等の身体的特徴を併用する方法が考えられる。今後は、これらの改良をふまえ、ポーズの認識精度の検証や、在室状況の判定精度の検証を行う。

6. おわりに

我々は、研究室メンバーの在室状況を自動で管理する在室管理システム「Docoitter」を開発している。本稿では、入退室時に研究室メンバーがとるポーズを用いて個人を識別する「Kinect for Docoitter」を提案した。「Kinect for Docoitter」では、事前に登録されたポーズとポーズの認識時に各関節がなす角度を比較して、同じポーズであれば、現在の在室状況を変更する。今後は、「Kinect for Docoitter」を本研究室で公開し、利用状況の検証や、現在の在室状況判定精度の検証を行う。

参考文献

- [1] 中田豊久：画像による行き先掲示板システム，情報処理学会，グループウェアとネットワークサービス・ワークショップ 2009，pp.75-80 (2009).
- [2] 伊藤孝行，大栗和久：確率推論に基づく位置情報推定システムの実現，情報処理学会論文誌，Vol.45，No.12，pp.2792-2804 (2004).
- [3] 藤原仁貴，村田雄一，堀竜慈，鈴木俊吾，志築文太郎，田中二郎：メンバーの習慣を可視化する電子行方表とその評価，インタラクション 2010 論文集，SB18，pp.1-4 (2010).
- [4] 田中優斗，福島拓，吉野孝：Docoitter：未来の在室情報を予報する在室管理システム，情報処理学会論文誌，Vol.54，No.9，pp.2265-2275 (2013).
- [5] 杉浦一成，横原靖，八木康史：全方位カメラを用いた複数方向の観測による歩容認証，情報処理学会論文誌，コンピュータビジョンとイメージメディア，Vol.1，No.2，pp.76-85 (2008).
- [6] L. Barkhuus, B. Brown, M. Bell, M. Hall, S. Sherwood, and M. Chalmers: From awareness to repartee: Sharing location within social groups, CHI 2008, pp.497-506 (2008).
- [7] 吉村巧朗，桐島俊之：個人識別のための歩行動作特徴の抽出と評価，電子情報通信学会技術研究報告，PRMU，Vol.107，No.427，pp.319-324 (2008).
- [8] 高田憲一，北須賀輝明，有次正義：マーカレスモーションキャプチャ装置を用いた歩容による個人識別法の検討，情報処理学会研究報告，エンタテインメントコンピューティング，Vol.2012-UBI-35，No.9，pp.1-7 (2012).
- [9] 宮島春菜，山本正信：Kinect からの歩行動作による個人識別，映像情報メディア学会誌，Vol.67，No.11，pp.417-420 (2013).
- [10] 中山良幸，野中尚道，星徹：WWW 上に公開された“行先ボード” から最適な通信メディアを直接選択できるコンタクト支援システム，情報処理学会論文誌，Vol.39，No.10，pp.2811-2819 (1998).
- [11] 田中優斗，福島拓，吉野孝：利用者からの提供情報を積極的に活用した在室管理システムの開発，情報処理学会，マルチメディア，分散，協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム，pp.316-321 (2013).
- [12] 竹澤陽：体を張ってアプリを起動「Kinect Launcher」の作り方，入手先 (<http://tech-sketch.jp/2012/02/kinect-launcher.html>) (参照 2014 年 10 月 31 日).