

Refereed Conference paper

同調行動を考慮した行動予測手法の提案

杉山 阿葵[†] 江木 啓訓[‡] 高田 格[†] 岡田 謙一[‡]

概要:

近年グループウェアおよびユビキタスコンピューティングの分野では、ユーザの状況を認識して適切なサービスを行うためのコンテキストウェア性の向上を目指す動きがある。これを実現するために作業環境の非同期化・分散化が進んだ現代において、個人ワークスペースの稼働率などをコンピュータ技術によって記録し解析するワークリズムの研究が盛んに行われている。特定の人間のワークリズムを利用し、行動予測をする研究がこれまで行われてきた。しかしながら、これまでのワークリズムを利用した行動予測の研究は個人のワークリズムのみを基にしたものであり、個人の行動に影響を与えている周りの人物のワークリズムを考慮していない。そこで本研究では、ある特定の人間の行動をワークリズムを用いて予測するにあたり、その人物に影響を与えている周囲の人間のワークリズムを寄与させる手法を提案する。

Proposal of the Method to Prospect Individual Behavior considering Conformity Behavior

Aki Sugiyama[†], Hironori Egi[‡], Itaru Takata[†], Ken-ichi Okada[‡]

Abstract:

This research targets groupware and the ubiquitous computing. In recent years, our collaborative working spaces become more asynchronously and distributed. Therefore, many researchers engage context aware computing. To achieve this, some researchers record utilization rates of individual workspaces by using computers technology. It is called "workrhythms". This workrhythms researches are very attracted. So some researchers use workrhythms to prospect individual behavior. However, they focused on only an individual workrhythms. The workrhythms of immediate persons who influence the behavior of users are not considered. We propose the method to prospect individual behavior considering the behaviors of immediate people.

1. はじめに

近年、計算機およびネットワーク技術の発達に伴い、情報処理能力を持った様々な機器が我々の生活環境の至るところに存在するようになった。計算機の高速度および小型化によって、PCやワークステーションといった従来型の計算機に加え、ノートブック型PC、PDA、WC(Wearable Computer)や情報家電機器、各種センサなど、多様なデバイスが登場している。各ユーザが携帯するデバイスに加えて、オフィス、家などにおけるユーザの身の回りの多様なデバイスがそれぞれ、情報処理能力を獲得しつつある。

これによりユビキタスの5W「いつでも、どこでも、

だれでも、何でも、どのような目的でも」が実現しつつある。

このユビキタス環境の普及の結果、作業環境の非同期化・分散化が進んだ。この作業環境の非同期化・分散化によって、ユーザは周囲の人々の状況を把握することが困難となった。このことは作業環境内のコミュニケーションを不足させている。

これを解決するためのさらなる課題は「適切なときに、適切な場所で、適切な情報を」提供することである。そのためにはコンピュータがユーザの状態や周囲の状況を把握し、その情報に基づいてコンピュータ自身の振る舞いを変更する環境（コンテキストウェアコンピューティング）が必要不可欠である。Begoleらは、現代のテレワークやフレックスタイム導入により変化したオフィスなどの作業環境でのワークスタイルに着目した。そしてこのような環境におけるコンピュータを用いたユーザの作業支援を実現する方法として、ユーザの時間帯における仕事を行うリズムをコ

[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technology,
Keio University

[‡] 慶應義塾大学理工学部情報工学科
Faculty of Science and Technology, Keio University

ンピュータにより把握することを提唱し、これをワークリズムと名付けた。このワークリズムは現在ユーザが置かれている状況や行動を把握するために取得され、ユーザのパソコンやマウスの稼働率、キーボードの打鍵数により算出されている。彼らはこのワークリズムを利用することにより、今後ユーザ同士が連絡を取り合うのに都合がよい時間帯の把握や、ユーザの仕事が活発に行われている時期、行われていない時期の把握が可能となると言及している。^{1),3)} この研究以降ユーザが置かれている状況や行動を把握するために、個人ワークスペースの稼働率などをコンピュータ技術によって記録し解析するワークリズムの研究が盛んに行われている。

個人のワークリズムを利用し個人の行動に見られる時間的傾向を把握することで行動予測が可能になれば、作業支援することが可能である。

以下、まず2章において関連研究について概観し、本研究の対象とする分野の研究動向について述べる。3章では従来行われてきた研究の問題点を述べ、4章では問題点を解決するための提案と提案の概要について述べる。5章では本研究で用いるデータの収集について述べる。6章では収集したデータを解析することにより提案手法を用いた行動予測の有用性について述べる。7章では提案した行動予測の妥当性を検討する。そして8章を本研究のまとめとする。

2. 関連研究

Begole らはユーザの時間帯における仕事を行うリズムをキーボードの打鍵数やコンピュータの稼働率により把握し、その結果得られたワークリズムをユーザが利用しやすいように可視化する手法を提案した。²⁾ ワークリズムの可視化に関しての研究は現在も盛んに行われている。倉本らは現在主流であるワークリズムの可視化手法の一つである時間帯を軸としたグラフでユーザに提示するのではなく、抽象的なワークリズムをコンピュータ上に花と見立てて表示し、その花の成長度により表現する方法を試みている。⁷⁾

山越らは作業空間の入り口に設置した電子所在表スイッチを作業空間に所属するユーザに押させることにより食事や外出などのワークリズムを取得し、それを基に算出した行動の予測結果を言葉のあいまいさによってユーザに提示する手法を試みている。^{9),10)} 言葉のあいまいさは、「もう少ししたら」、「しばらくしたら」などの言葉を使い分けることによって実現している。これによりユーザは予測結果をもとに、用件があ

る特定の人物が部屋に帰ってくる時間などを知ることができる。

またワークリズムを使用するのに最適な業務分野を検討する研究も盛んに行われている。Nilsson らは高齢者を対象とした介護業務にワークリズムを使用することを検討している。⁴⁾ Cabitza ら、Bossen らは共に病院内でのワークリズムを使用した業務支援を試みている。^{5),6)} このような業務の効率化や、ミスの防止が図られる業務分野においてワークリズムを使用したシステムを用いることは非常に効果的であると言及されている。

関連研究を概観して言えることは、いかにワークリズムを把握するか、ワークリズムを基にどのような手法で行動を予測するのかという根本的な研究ではなく、ワークリズムを基に予測した結果をいかにユーザに提供するか、またどのような分野で利用可能かを検討する研究が近年の主流になっているということである。

3. 問題点

1章で述べたように、作業環境の非同期化・分散化により組織内のコミュニケーション不足を引き起こしていると考えられる。そのため個人のワークリズムを基に行動に見られる時間的傾向を把握することで、人間の行動を可能な限り予測し、作業環境が分散した状況での作業支援を可能にするというのが行動予測研究の目的である。

我々は本研究に先立ち、従来研究での主流である個人のワークリズムとして滞在確率を取得することを試みた。具体的にはある個人が所属する作業環境への入室・退室の時間を1日単位で記録し、これを3週間行った。そして、予備期間中における1時間単位での時間帯ごとの滞在確率を算出した。例えば、3週間毎日8時に作業環境に滞在していれば、8時における滞在確率を100%とした。また3週間のうち17時に滞在した日数が半数だった場合、17時における滞在確率を50%とした。被験者は時間ごとに入退室を繰り返しているが、各時間帯のうち半分以上滞在していれば、その時間帯は滞在しているとした。例えばある日の13時に20分間退室していても、残りの40分間は滞在しているのでその日の13時には滞在していた。図1は、この予備実験により得られた個人の滞在確率の例である。

横軸に一時間毎の時間帯、縦軸にある部屋での滞在確率を示している。このグラフを見ると、このメンバーは午前中にはこの部屋にいる確率が低く、大体午

後 2～5 時にこの部屋にいる確率が高いことがわかる。この情報を見れば、このメンバーに会うためには午前よりも午後にくるほうが会える可能性が高いことが容易に想像できる。2 章でも述べたとおり、この情報をユーザに提供する研究が多々行われている。このようにワークリズム情報を把握することは相手の行動の予測を可能にし、我々に行動の指標を与える。

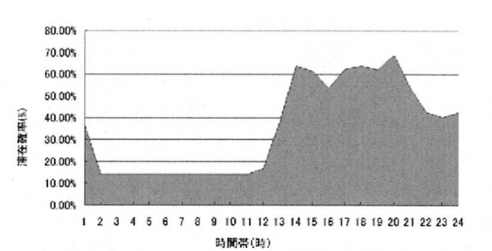


図 1 個人の滞在確率

これまでのワークリズムを利用した行動予測の研究は個人のワークリズムのみを基にしたものであり、個人の行動に影響を与えている周りの人物のワークリズムを考慮していない。つまり個人のふるまいなど単独行動のみに注目していたと言える。従来の研究では、いずれも研究室やオフィスなど集団が所属する作業環境においての個人のワークリズムを把握している。このような空間の場合、個人は常に単独に動いているのではなく、常に他者の影響を受けている。例えば同じプロジェクトを担っているグループは、同じ時間同じ場所で作業をしている。また同僚などと昼食を取りに退室した場合、昼食を取り終えた後おおよそ同時に部屋に入室する。我々はこのような作業環境において、個人のワークリズムのみで行動を予測することは困難であると考えた。

4. 提 案

本研究ではワークリズムを用いたある特定の人間の行動予測において、その人物に影響を与えている周囲の人間のワークリズムを寄与させる手法を提案する。このため各ユーザの行動を蓄積し、その中でも同じプロジェクトのメンバーやよく行動を共にするメンバーなど集団での行動に着目した。ここでは、その意味について社会心理学の観点から述べ、本研究との関係を述べる。

● 集団の特徴

グループには次のような特徴がある。

- (a) 集団を形成している成員の間になんらかの共通の目標がある
- (b) 目標を達成するためにメンバー間に相互にコミュニケーションが交わされ協力しあう関係があり、相互作用がある
- (c) 仲間意識があり、集団に所属するメンバーとそれ以外とのメンバーを区別している

● 同調行動

個人間や集団間において、一方が他方の行動、態度や感情などを変化させる事象について、社会心理学の分野で活発に研究がなされている。この分野において個人が集団や他者の設定する基準や期待に沿って行動を変化させることを同調と呼んでいる。⁸⁾ 組織集団の人間はお互いに様々な側面において他者に働きかけ、また逆に他者から働きかけながら組織生活を営んでいる。我々一人一人にとって自分の周りの人々がどのような行動をしているか、どのような考え方をしているかということは、決して無視することのできない重要な事柄である。

自分にとって重要な関わりのある人々がどう振舞っているかということは、みずからがいかに行動すべきかを決めるにあたって大きな意味を持っている。つまり、組織において活動を続けていくに伴って、相互作用によってその考え方・態度・行動など、様々な側面において類似したものとなってくる。そのため、ある特定の人間の行動を把握する為にその人間の周囲に居る他者の行動を把握することは社会的に大きな意味を持つと考えられる。

● 集団形成と環境の関係

個人間の物理的距離の近さと、交友関係の形成には密接に関係があると言われている。その理由は、物理的接近が個人間の対面的接触の機会を増加させるからである。

以上の観点から、複数人での行動は目的を持っていること、また組織においては相互作用が大きな標準行動となっていること、そして日々同じ部屋で生活することによって集団が形成されることがわかる。つまり、複数人が生活する空間において集団での行動を把握することは、個人の行動を把握することに深く関係するだろうということが考えられる。例としては、会社な

どでのプロジェクトメンバーや学校における所属部活のメンバーとの行動が、日々の個人の行動に大きく影響していることが挙げられる。

そこで、本研究ではある特定のメンバーの行動パターンを把握するために集団での行動に着目し、蓄積データの解析を行う。

4.1 方針

従来の研究でなされてきたワークリズムのみによるユーザの行動予測は非常に難しい。そこで今回我々は、ある部屋に属するユーザの行動を同調行動という概念を加味した上で解析し、行動予測において同調行動を考慮することが有用であるかを検討する。

我々は一定時間内に複数の人が同じ行動をすることを同調行動と定義する。今回はこの時間間隔を1時間とする。例えば、ある特定の人のとの約束があるため、その人がいるであろう時間に部屋に訪れることや、複数の人が連れ立って帰宅するといった行動である。今回は個人間での同調行動に焦点を当て、同調行動を考慮する有用性を検討する。

以下に予めユーザの行動を解析するポイントを整理し示す。

- **ユーザによる同調性の差異**
ユーザによって同調行動をする度合いが異なるのかを検討する。本研究では同調行動をする度合いのことを同調度と呼ぶ。さらに、周囲の相手によって同調度が異なるのかを検討する。
- **行動の種類による同調性の差異**
同じユーザでも行動の種類によって同調度が異なるのかを検討する。本研究では部屋への入室と部屋からの退室の2つの行動を対象とする。入室とは部屋に最初に訪れたときのことであり、退室とは部屋を最後に出たとき(つまり帰宅)である。このため、休憩や食事など部屋に再び戻ってくるような外出行動は含まない。
- **同調行動を考慮した行動予測**
ユーザごとに異なる同調度を考慮し、それに応じた行動予測手法を構築する。予測する事柄は、ユーザが部屋に入室、退室する時間である。入室時間は、ユーザと同調度の高いメンバーが入室したときに、今回設定した時間間隔である1時間以内にユーザが来るであろうと予測する。退室時間は、ユーザと同調度の高いメンバーが退室したと

きに、今回設定した時間間隔である1時間以内にユーザが帰宅するであろうと予測する。

以上の点を踏まえてデータ収集、解析を行う。

5. データ収集

ここでは、まず本研究で用いるデータの収集について述べる。

5.1 実施概要

本研究では同じ研究室に所属する学生22名を被験者とした。各々の被験者には、個人識別用のRFIDタグを配布した。被験者の行動を予測するモデルを構築するために、各被験者の入室退室時間の情報を4週間研究室の出入りに設置したRFIDリーダーで蓄積した。

5.2 システム環境

本研究におけるデータ収集用の環境はWindows XP上でサーバ・クライアント方式を用いて実装されている。システムの実装にはJava言語(JDK1.4.2)を使用した。サーバ・クライアント間の通信にはTCP/IPを用いた。

また、被験者の入室退室を確実に管理するために、Phidgets Inc.のPhidgetRFIDシステムを利用した。専用PCに接続されたRFIDリーダーがRFIDタグを読み取ると同時に、読み取り音が鳴り、PCのディスプレイに入室状態か退室状態かを通知する。今回はこうした機能で、各被験者がそれぞれの状態を知ることができ確実に入室退室を管理する。

6. データ解析結果

4.1節に基づいて集めた被験者のデータを解析した。被験者22名には解析する上での識別のため英文字AからVを割り当てた。各被験者が入室または退室したとき、その時間の前後1時間以内に同じ行動をとったものを同調した被験者として記録する。これを一日単位で行った。そして被験者が入室または退室した全日数のうちの、同調した日数の割合を算出した。この数値を同調度とした。

6.1 被験者による同調性の差異

被験者による同調性の差異を述べるにあたり、例として被験者A、Rの同調度を示す。図2は被験者Aの他の被験者との入室の同調度である。AはTに対して同調度が72.7%と高い。しかしその他の被験者に対しては最大で45.5%である。被験者が行動している

研究室において A は T の友人でありとも行動する機会が多いが、A と B はあまり接点がないためとも行動する機会は少ない。このような実生活においての個人々との関係が同調度の高低を決定しているといえる。

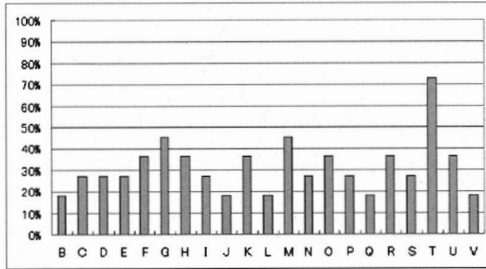


図 2 被験者 A の同調度

図 3 は被験者 R の他の被験者との入室の同調度である。R の同調度が一番高い被験者は A, C, U であり、度数は 23.8% である。図 2 と図 3 を比較すると R は A に比べて同調度の最大値が低い。従って、R は周囲の人と同調して入室していないということが言える。R の行動を解析すると周囲の人の行動に関係なく、ある程度一定の時間パターンで入室していることがわかった。このことから R は周囲に同調することなく、他の人から独立して自分自身の行動を決定していると言える。

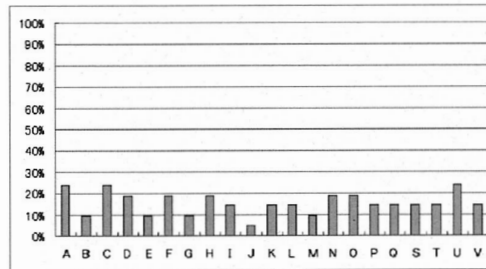


図 3 被験者 R の同調度

6.2 行動の種類による同調性の差異

行動の種類による同調性の差異を述べるにあたり、例として被験者 T の入室時と退室時の同調度を示す。図 4 は被験者 T の他の被験者との入室の同調度である。図 5 は被験者 R の他の被験者との退室の同調度である。図 4 と図 5 を比較すると、同一の被験者でも行動によって同調度が異なることがわかる。

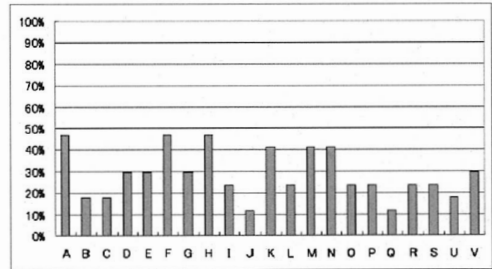


図 4 被験者 T の入室時同調度

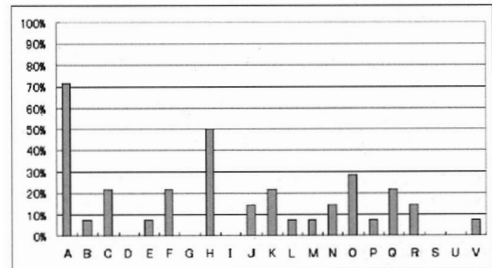


図 5 被験者 T の退室時同調度

6.3 同調行動を考慮した行動予測の構築

6.1 節により被験者によって同調しやすい人と、しにくい人がいることが分かった。そこで我々は同調しやすい被験者の行動を予測する手法を構築した。ここで同調しやすい被験者とは、最も同調する被験者との同調度が 50% 以上になる被験者と定める。手順としては、6.1 節と 6.2 節により得られた被験者の周囲の被験者との同調度から、各々の被験者が最も同調する被験者を決定する。これを入室、退室どちらも行ふ。例えば入室において被験者 A が最も同調する被験者は図 2 より被験者 T である。そしてこの最も同調する被験者が入室したら、あと一時間以内に入室するであろうと予測する。具体的に述べると、T が入室したら A は一時間以内に入室するだろうと予測する。これを退室に対しても行ふ。

7. 考 察

6.3 節に基づいて被験者の行動を予測する手法の妥当性を検証する。入室において同調しやすい被験者 A, D, E, H, I, M, O, 退室において同調しやすい被験者 A, B, D, M, O, T の行動を予測対象とした。予測システムは各被験者の最も同調する被験者ののみを知っている。そこで 5 章で収集したデータをシステムに与え、行動が予測できるかを検証した。図 6 は各被

験者の入室時間の分析結果である。この結果は各被験者が入室した全日数のうち、最も同調する被験者の入室1時間以内に入室した日数の占める割合を示している。図6を見ると、予測の精度が被験者によりばらつきがあることがわかった。また全体的に精度が低いといえる。しかし従来の個人のワークリズムのみでの予測手法と併用すれば、高い予測精度が実現できる可能性がある。

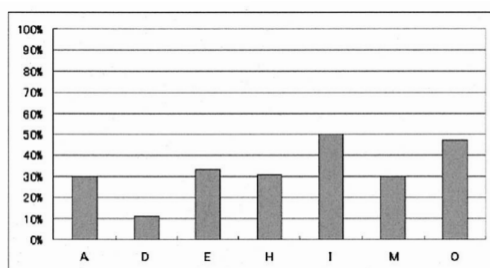


図6 入室時間の分析結果

図7は各被験者の退室時間の分析結果である。この結果は各被験者が退室した全日数のうち、最も同調する被験者の退室1時間以内に入室した日数の占める割合を示している。図7を見ると、6.3節で述べた予測手法のみで高い予測精度が実現できたとと言える。

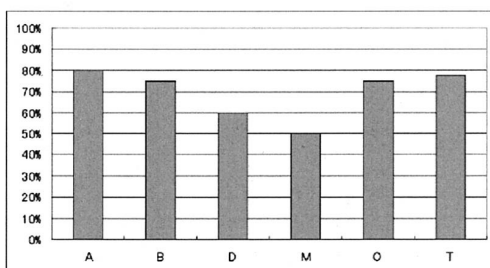


図7 退室時間の分析結果

8. まとめと今後の課題

本研究では、ある特定の人間の行動をワークリズムを用いて予測するにあたり、その人物に影響を与えている周囲の人間のワークリズムを寄与させる手法を提案した。

将来的な課題としては、入退室情報の長期的な蓄積が挙げられる。ワークリズムの把握という意味では、長期的にデータを蓄積すればするほど信頼性のある

データが取得できると考えられる。また、本論文では行動予測において同調行動という要素を取り入れることの妥当性を示すことが主な目的のため、同調行動の定義を単純化した。今後はさらに詳細に定義し、状況に応じた要因を組み入れることが必要であると考えられる。

謝 辞

この研究の一部はJSTの戦略的創造研究推進事業(CREST)の支援により行われた。

参 考 文 献

- 1) James "Bo" Begole, John C. Tang, Randall B. Smith, and Nicole Yankelovich, "Work Rhythms: Analyzing Visualizations of Awareness Histories of Distributed Groups", Proceedings of CSCW, 2002, pp.334-343
- 2) James "Bo" Begole, John C. Tang, and Rosco Hill, "Rhythm Modeling, Visualizations and Applications", Proceedings of UIST, 2003, pp.11-20
- 3) Rosco Hill, and James "Bo" Begole, "Activity Rhythm Detection and Modeling", Proceedings of CHI, 2003, pp.782-783
- 4) Magnus Nilsson, and Morten Hertzum, "Negotiated rhythms of mobile work: time, place, and work schedules", Proceedings of GROUP, 2005, pp.148-157
- 5) Federico Cabitza, Marcello Sarini, Carla Simone, and Michele Telaro, "When once is not enough: the role of redundancy in a hospital ward setting", Proceedings of GROUP, 2005, pp.158-167
- 6) Jakob E. Bardram, and Claus Bossen, "A web of coordinative artifacts: collaborative work at a hospital ward", Proceedings of GROUP, 2005, pp.168-176
- 7) Itaru Kuramoto, Buntaro Kaji, Yu Shibuya, and Yoshihiro Tsujino, "Reflex flower: ambient work rhythm visualization system in computer-aided work environments", Proceedings of SIGCHI, 2006, No. 52
- 8) 我妻 洋, "社会心理学(上)", 講談社, 1987
- 9) 山越恭子, 葛岡英明, "言葉を使用したワークリズム提示手法の提案", ヒューマンインタフェース学会・論文誌, 2005, vol.7, No.1, pp.121-130
- 10) 山越恭子, 葛岡英明, "ワークリズムを使用した面会支援システムの構築", 日本バーチャルリアリティ学会研究報告サイバースペースと仮想都市研究会 VR 学研報, Vol.8, No.3, pp. 9-14,