

従業員の行動推定を用いたタイムスタディ支援システムの開発

Development of support system for time and motion study of nursing care service with behavior prediction

三輪 洋靖, 渡辺 健太郎, 福原 知宏, 西村 拓一

(産業技術総合研究所 サービス工学研究センター)

Hiroyasu MIWA, Kentaro WATANABE, Tomohiro FUKUHARA, Takuichi NISHIMURA,
Center for Service Research, AIST

Abstract: Employees at nursing-care service such as care workers, nurses and care managers have a heavy workload in Japan. Evaluation of their service process is effective to design and improve their service processes. Then, we measured nursing-care service process using time & motion studies, which measured an employees' behavior by a third person. However, the observers had to identify and select the best suited behavior from large number of the task classification in real time. Moreover, much time was needed to digitalize the data after measurements. In this paper, we proposed the system concept of support system for time and motion studies into which observers can input employee behaviors easily to reduce the measurement and data processing workload. Thereafter, we measured and analyzed the employees' behaviors of six care workers and three nurses at a nursing-care facility, and proposed the system's behavior prediction.

Key Words: Service engineering, nursing care service, behavior, time and motion study, state transition

1. はじめに

日本の介護サービスは、高齢者が専用の施設に住み、主にその施設内でサービスを受ける施設介護サービス、自宅で生活する高齢者がサービスを受ける訪問介護サービス、高齢者が専用の施設に通い、その施設内でサービスを受ける通所介護サービスの3種類に大きく分類される。施設介護サービスとしては、介護老人保健施設や介護老人福祉施設、特定施設入居者生活介護施設(介護付き有料老人ホーム)などがあり、その総数は14,000施設を越え、年々増加し続けている⁽¹⁾。また、有料老人ホームのように、訪問介護サービスと組み合わせる形で高齢者の生活を支えるサービスもあり、いわゆる老人ホームの総数はさらに多い。

介護施設では、介護士や看護師、介護支援専門員といった従業員が連携し、顧客のニーズや身体状態に基づいて作成された介護計画に沿ってサービスを提供している。一方で、経営的理由により従業員の人数に余裕はなく、従業員にかかる心身の負担は高い。この状況を解決するため、経営者、従業員の両者には、サービス品質を維持しつつ、サービス生産性⁽²⁾を向上することが求められている。

介護サービスのように、顧客接点時間が長い人起点のサービスの場合、業務効率、付加価値の向上がサービス生産性に寄与する。筆者らは、業務効率の改善には、従業員が提供したサービスの状態、すなわち、サービスプロセスの計測、可視化と評価、その結果に基づいた改善や設計が有効であると考えている。そして、介護施設従業員用の行動分類コードを提案し、観察者が対象者の行動を記録する他計式タイムスタディを用いたサービスプロセスの可視化を行うことで、従業員のサービス状態の評価や、サービスプロセスの改善効果を可視化してきた⁽³⁾⁽⁴⁾。

しかし、他計式タイムスタディにおいて、調査対象者の行動記録はノートに手書きによって行われており、記録の負担、データのデジタル化の負担が大きいという課題があった。また、計測、データ処理の負担が大きいため、介護施設内で、従業員によるタイムスタディ計測を継続的に行うことは難しく、介護施設への導入の障害となっていた。

そこで、本研究では介護施設従業員に対するタイムスタディ調査において、観察者が介護施設従業員の行動を簡単に記録することができ、計測、データ処理の負担を小さくするタイムスタディ支援システムの開発を目指した。本稿では、タイムスタディ支援システムの機能として、介護施設従業員のサービスプロセスおよび行動遷移に基づく行動推定機能を提案する。

2. 介護施設従業員の行動コード

行動計測の結果から介護プロセスを組み立て、施設間、従業員間での比較を可能にするためには、計測結果を標準化する必要がある。筆者らは、サービス工学の視点から介護施設従業員の行動分類コードを構築している⁽³⁾⁽⁴⁾。

行動分類コードの構築にあたっては、介護福祉士、ヘルパー、看護師、介護支援専門員、生活相談員、作業療法士、管理栄養士を調査対象とし、国内で代表的な施設介護サービスを提供している施設で、従業員の行動観察および従業員へのインタビュー調査を行った。そして、上位から第1階層が「サービスの種類」、第2階層が「状況・目的」、第3階層が「行動」となる3層構造に145の基本行動を配置することで、行動分類コードを構築した。従業員の行動は、第1階層～第3階層の項目の組み合わせで表現され、一部の項目は複数の上位階層の項目で共有される。そのため、基本行動は145であるが、組み合わせにより従業員の行動は455種類の組み合わせで記述される。従業員に対するタイムスタディでは、従業員の行動に対し、455種類のコードから最も適切な行動を選択する。図1に介護施設従業員の行動分類コードの一部とその基本構造を示す。

3. Time & Motion Study

タイムスタディとは作業測定法の一つであり、Frederick W. Taylor が提唱した科学的管理法によるタイムスタディ(Time study)と Frank B. Gilbreth が研究した動作研究(Motion study)をベースに産業工学(IE)の分野において構築されてきた。現在ではベースとなった両者が統合され、タイムア

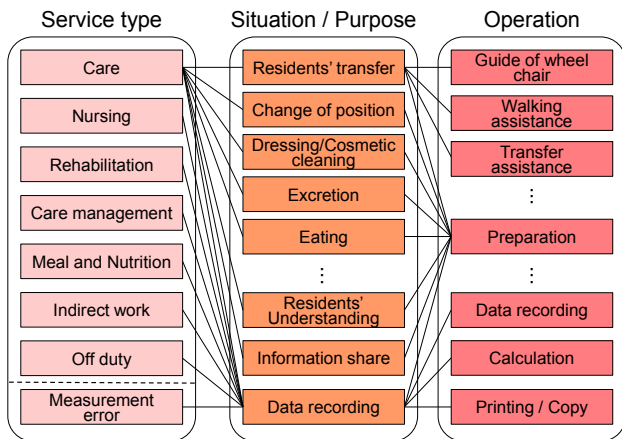


Fig. 1 Three-layer structure of task classification for nursing-care service

ンドモーションスタディ (Time and motion study) が一般的となっている⁽⁵⁾⁽⁶⁾。本稿ではこれらをまとめてタイムスタディと呼ぶ。従来、タイムスタディは、作業時間の短縮が生産コストの低下や生産性の向上に繋がる生産管理の現場で用いられることが多かった。しかし、最近では飲食や看護サービス等、サービス産業での適用事例も増えてきた⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

主なタイムスタディの計測手法には、連続観測法とワークサンプリング法がある。また、それぞれの計測手法について、第三者が対象者の行動を観察して記録する他計式と、観測対象者自身が自己報告によって記録する自計式の2種類がある。いずれの方法であっても、時間とともに変化する対象者の行動を記録することで、対象者がどのような行動にどれだけの時間を費やしているかを計測・分析する。

対象者の行動を記録する方法として、典型的な方法は計測者が手書きで観察ノートに対象者の行動を記録する方法である。観察ノートへの記述段階では、用語の標準化を行わないことが多い。この方法では、人間の高い認知能力を用いるため、対象者の行動を正確に認識すること長所がある。しかし、計測後に観察結果の行動分類および標準化(以下、コーディングと呼ぶ)と、デジタル化が必要であり、分析に時間がかかるのが短所である。この短所を補うため、iOS や Android 上で稼働するタイムスタディ支援ツールも開発されているが、介護サービスのように、対象者の行動の種類が多い場合、観測をしながら適切な行動もしくは分類コードを短時間で探し出し、それを選択するには、観察者に熟練を要する。また、インターフェースによっては、観察中の計測データの修正が難しいという課題があった。

一方で、計測を自動化する研究も進められている。蔵田らは PDR Plus を用いて対象者の位置の時空間情報自動的に記録できるようにした。さらに、体動データから行動の分類を行っている⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。これにより、観察者が不要となり、計測コストを大幅に削減できるが、行動認識の認識精度は人の認知能力と比較すると低いという課題が残っている。Table 1 に各手法の特徴をまとめた。

4. タイムスタディ支援システムの提案

タイムスタディ計測における問題を解決するため、それぞれの長所を取り込んだタイムスタディ計測支援システムを開発できれば、タイムスタディ計測の負荷を低減できると考えた。つまり、対象者の行動認識は人間が行い、シス

Table 1 Comparison of time & motion study method

Method	Hand-writing	Support system	Sensor
Recognition accuracy	Good	Good	Not good
Ease of recording	Easy	Not easy	Easy
Post-measurement process	Long	Short	Short

テムが記録を支援することで、計測負荷を低減する。そこで、本章では介護施設従業員に対するタイムスタディ支援システムについて提案を行う。

4-1 コンセプト・システム要件

まず、タイムスタディ支援システムの対象として、タイムスタディの中でも計測負荷が高い、連続観測法による他計式タイムスタディの計測支援を想定し、観察者の入力と計測後のデータ処理にかかる負担と時間の軽減を目指す。

したがって、観察者は同システムを携帯し、対象者を観察しながら操作できることが要求される。そこで、入力デバイスには、機動性と画面の見やすさを考慮し、5 インチクラスのスマートフォンもしくは7インチクラスのタブレットデバイスとする。

現在、筆者らがタイムスタディ計測を行う場合、対象者の行動の開始時刻、終了時刻、場所、行動、誰と一緒に、備考を記録している。計測データの互換性を保つため、本システムでも現状と同じ、開始時刻、終了時刻、場所、行動、誰と一緒に、備考の6項目を入力項目とする。以下に、入力項目ごとの支援方法を提案する。

(1) 開始時刻・終了時刻

通常、前の行動の終了時刻と次の行動の開始時刻は同一である。記録を行った時刻を、タイムスタディ支援システムに内蔵された時計で自動的に記録することで、観察者が時刻を確認し、記録する手間は不要となる。

(2) 場所

移動を伴う行動以外では同一の場所で行動が継続される。したがって、場所を移動しない行動の場合、前の行動の場所をコピーすればよい。場所を移動する場合、行き先のみを入力する。場所は事前にリストを作ることによって選択式でできる。将来的には、PDR Plus のような測位システムとの連携を想定する。センサを用いて場所の自動認識を行えば、場所の記録を自動化することもできる。

(3) 行動

対象者が次に行う行動を過去の行動や対象者の場所に基づいて推定することで、観察者に対して入力候補を提示する。これにより、行動を探したり選択したりするのにかかる時間を短縮する。

(4) 従業員・対象者

一緒に仕事をした従業員や行動の対象者については、事

前に作成したリストからの選択式とする。

(5) 備考

備考は自由記述式となるため、入力の手間を低減することが難しい。しかし、備考欄は行動の意味や品質など、サービスプロセスの分析において重要な情報が含まれることが多い。そこで、備考欄以外の入力にかかる時間を削減することで、備考欄の記録時間をより長く確保できるようにする。

本提案システムを用いることで、手書き入力や従来の支援システムに見られた入力時の負担を軽減できる。また、観測時にデータのコーディングとデジタル化が完了するため、計測後のデータ処理時間の短縮が見込める。さらに、観察者の高い認識能力を生かすことで、センサによる自動計測システムに見られる認識精度の低下が起こらず、計測データの品質を維持できると考える。

4-2 場所による行動推定

施設介護サービスでは、従業員の行動が施設内の場所によって、大幅に制限される場合がある。例えば、トイレの中では排泄介助を、浴室では入浴介助をすることが多い。筆者らは、従業員の場所によって、対象者の次の行動を推定できると考えた。

そこで、筆者らは、有料老人ホーム スーパーコート東大阪みとの協力ののもと、同施設に勤務する6名の介護士および3名の看護師のタイムスタディ計測を実施した。計測では筆者らが業務を邪魔しないように計測対象となる従業員に1日同行し、目視による他径式タイムスタディによって対象者の行動を観察した。なお、本調査は、産業技術総合研究所人間工学実験委員会が審査・承認(人2011-308B)のもと実施した。

そして、計測結果から移動中のデータを取り除き、従業員がある特定の場所にいたときに行った行動の発生確率を求めた。全従業員の平均データを Fig. 2 に示す。Fig. 2 では横軸に場所を、縦軸に行動を取り、その場所で行った行動の発生確率を色で表している。その結果、リネン庫、トイレ、洗濯室など、一部の場所では特定の行動の発生確率が0.5を超え、場所と行動が強く結びついていることが分かった。

次に、それぞれの場所ごとに発生確率の上位10種類の行動の発生確率を合計した行動推定率を求めた。Fig. 3 に行動推定率を示す。これにより、49%以上の従業員の行動は、場所と関連性が高い上位5種類の行動に含まれ、69%以上の行動は上位10種類の行動に含まれることが分かった。さらに、Fig. 2, Fig. 3 では全従業員の平均データを示しているが、従業員の職種ごとに分析すると、行動推定率はさらに上昇し、介護士では75%の行動が上位10種類の行動に含まれた。

前節で述べたように、従業員の場所はリストから選択式、もしくは、センサによる自動認識によって記録される。この情報を用いて、従業員の行動を推定することで、観察者に行動に関する入力候補を提示できるようになる。対象者は5~10の候補の中から行動を選択すればよいので、行動を入力する時間を短縮できると考える。

4-3 行動による行動推定

施設介護サービスでは、提供する介護サービスはケアプランで計画されている。そのため、健康状態の急変や事故対応のように、特別な状況を除いて、従業員の行動には一

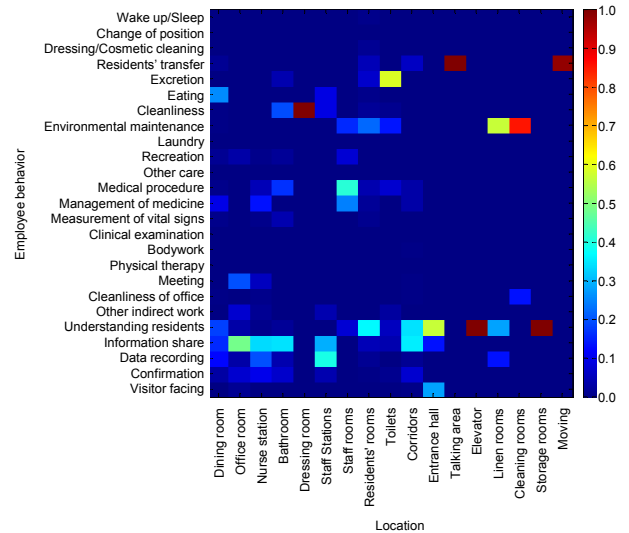


Fig. 2 Event probability of employees' behaviors at each location

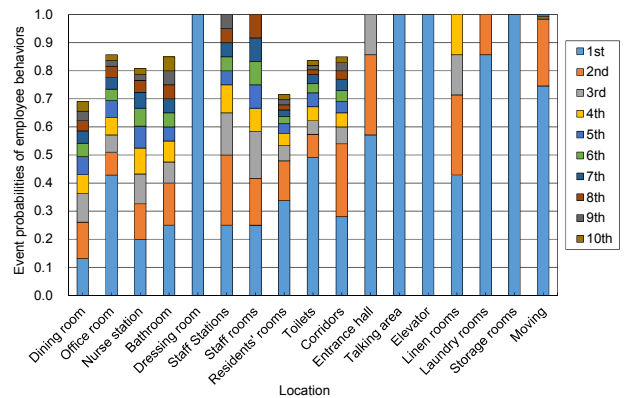


Fig. 3 Event probabilities of employees' behaviors

定の手順が存在するケースがある。例えば、介護士は、食事の配膳のあとに、食事介助を行うことが多い。筆者らは、場所と行動の間だけでなく、直前の行動と次の行動の間にも同様に強い相関があり、直前の行動からも対象者の行動を推定できると考えた。

そこで、前節で実施したスーパーコート東大阪みとの介護士および看護師に対するタイムスタディ計測のデータを用い、行動の前後関係を分析した。具体的には、従業員の行動を状態とみなし、行動の変化を状態遷移とみなした。そして、特定の行動から、別の行動への状態遷移確率を求めた。Fig. 4 に全従業員のデータから求めた状態遷移確率マップを提示する。Fig. 4 では、横軸に直前の行動、縦軸に次の行動を配置し、色によって行動の状態遷移確率を示した。ここでは、図を見やすくするために、介護施設従業員の行動コードの上位2階層に関する行動遷移を示す。

次に、場所による行動推定と同様に、状態遷移確率の高い上位10種類の行動の状態遷移確率を合計した行動推定率を求めた。Fig. 5 に直前行動による行動推定率を示す。その結果、40%以上の従業員の行動は直前行動から遷移しやすい5種類の行動に含まれ、65%以上の従業員の行動は、直前行動から遷移しやすい10種類の行動に含まれることが分かった。さらに、Fig. 4, Fig. 5 では全従業員の状態遷移確率

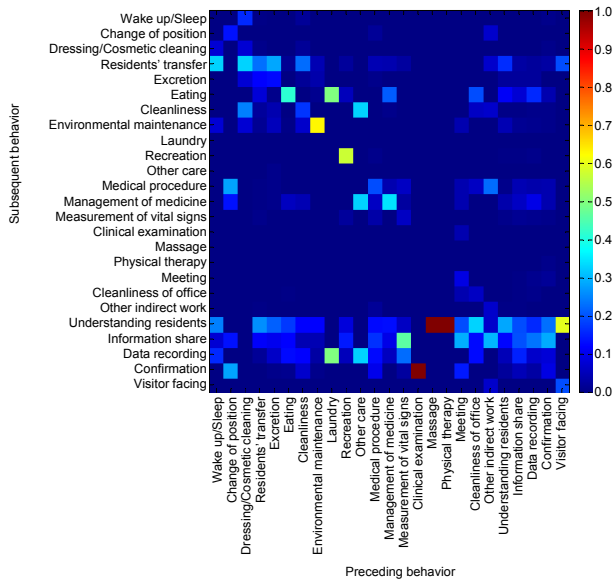


Fig. 4 State transition probability map of employees' behavior

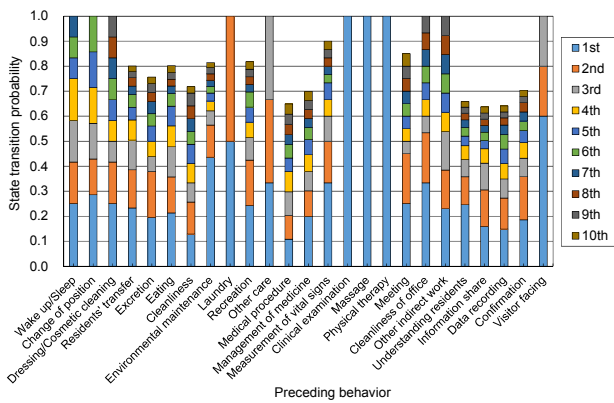


Fig. 5 State transition probability of employees' behaviors

を示しているが、従業員の職種ごとに分析すると、行動推定率はさらに上昇し、看護師で68%、介護師は1項目を除いて75%の行動が上位10種類の行動に含まれた。

タイムスタディ計測では時系列順に観察結果を入力するため、1番目のデータを除いて、直前のデータはすでに記録されている。その情報を用いて、従業員の行動を推定することで、場所による行動推定と同程度に絞り込んだ行動に関する入力候補を観察者に提示でき、行動を入力する時間を短縮できると考える。

5. 結論

本研究では、介護施設従業員のサービスプロセスの可視化のためのタイムスタディ計測における負荷軽減を目指し、タイムスタディ支援システムの提案を行った。タイムスタディ支援システムでは、観察者の高い認識能力を生かすことで計測データの品質を維持し、システムがデータの入力および計測後のデータ処理を支援することで、観察者にかかる負担と時間を削減する。

特に負担が大きい従業員の行動の入力に関しては、介護施設で働く6名の介護士および3名の看護師のタイムスタディ計測を行い、場所もしくは直前行動から次の行動を推定する行動推定機能を提案した。提案手法により、75%以

上の行動は、場所もしくは直前行動から推定される10種類の行動に含まれることが分かった。

今後は、本稿で提案したシステムをデバイス上に実装し、実際にタイムスタディ計測に使用することで、提案の有効性を実証する。また、行動の推定精度を向上させるため、場所と直前の行動に関する情報のいずれかの情報ではなく、両者を組み合わせた手法についても検討を行う。

謝辞

本研究にご協力頂きました株式会社シー・エステート、有料老人ホーム スーパーコート東大阪みに御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 厚生労働省, 平成21年介護サービス施設・事業所調査結果の概況, 2011.
- (2) サービス産業のイノベーションと生産性に関する研究会, サービス産業におけるイノベーションと生産性向上に向けた報告書, p.25, 2007.
- (3) H. Miwa, T. Fukuhara, T. Nishimura, Service process visualization in nursing-care service using state transition model, Advances in the Human Side of Service Engineering, pp.3-12, 2012.
- (4) H. Miwa, M. Nakajima, T. Fukuhara, T. Nishimura, Proposal of handing-over support system for nursing-care service with service engineering approach, The Philosopher's Stone for Sustainability, pp.131-136, 2012.
- (5) L.C. Pigage, J.L. Tucker, Motion and time study, The University of Illinois Bulletin, Vol. 51, No.73, 1954.
- (6) 笠原聡子, 石井豊恵, 沼崎穂高, 浦梨枝子, タイムスタディとは, 看護研究, Vol. 37, No. 4, pp.11-, 2004
- (7) 笠原聡子, 石井豊恵, 沼崎穂高, 中村亜紀, 声高英代, 原内一, 稲邑清也, 大野ゆう子, 看護研究, Vol.37, No.4, pp.23-31, 2004.
- (8) 松波晴人, 行動観察によるサービス現場改善(飲食店、鉄道、ホテル), 日本人間工学会第51回大会講演集, pp.44-45, 2010.
- (9) M. Kourogi, T. Kurata, T. Ishikawa, A Method of Pedestrian Dead Reckoning Using Action Recognition, IEEE/ION PLANS 2010, pp.85-89, 2010.
- (10) 蔵田武志, 天目隆平, 従業員行動計測によるサービスプロセスリエンジニアリング, 人工知能学会誌, Vol.28 No. 2, pp.238-244, 2013.