

# 日常生活におけるタスク推定のためのタスクと物体操作系列の関連性調査

木内豊<sup>\*1</sup> 河村竜幸<sup>\*2</sup> 河野恭之<sup>\*2</sup> 木戸出正継<sup>\*2</sup>

Relational Analysis between Tasks and Operations to Estimate Everyday Tasks

Yutaka Kiuchi,<sup>\*1</sup> Tatsuyuki Kawamura,<sup>\*2</sup> Yasuyuki Kono<sup>\*2</sup> and Masatsugu Kidode<sup>\*2</sup>

**Abstract** – This paper describes relational analysis between everyday tasks and operations. A system, which can support a user's activity anytime and anywhere, has been studied by researchers extensively. In order to realize the system, the system must have an ability of prediction that enables the system to compute a user's next action in advance. Most researchers however do not considered structures of operations in everyday tasks. Acquiring universal rules of operational structures is important to strictly estimate the tasks. We conducted an experiment to analyze relations between tasks and operations. We then define five types of operational structures in everyday tasks: "continuity," "parallelism," "commutatively," "periodicity," and "lack." The results of the analysis might help you to design and implement a system that can estimate a user's tasks from time series behavior of operations in his/her everyday life.

**Keywords** : Task estimation, Daily support, Interface design, Human activity model

## 1. はじめに

近年、計算機の小型・軽量化や計測機器の高性能化により、計算機がユーザの現在の場所や時間、運動等の情報をリアルタイムに取得することが可能になりつつある。これにより、日常生活におけるユーザの記憶活動をいつでも・どこでも支援するための研究が進められている<sup>[1][2]</sup>。

我々は、ユーザの行動や意図などを計算機が理解することで、ユーザの要求に対して即座に、また要求が表出される以前に適切な支援を行うシステムに関する研究を行っている。ユーザの行動や意図などを計算機が理解することで、ユーザが次の過程に進むために必要な情報を計算機がユーザに提示するという支援が考えられる。例えばユーザが物体を扱うという操作の系列を計算機が認識して、ユーザが次に実行したい行動過程を推定することで、料理や工作等の即時的なナビゲーションが期待できる。また、扉の鍵を閉め忘れるなど、ユーザがあるタスク中で重要な操作を欠落させたことをユーザに警告する支援が期待できる<sup>[3]</sup>。

しかし、このような研究では、日常生活におけるタスクと操作の関連性やタスク内で実行される操作群の構造的な特徴を考慮していない。ここで言うタスクとは、操作(群)を要する目標を持った作業過程をいう。

日常生活におけるタスクを推定する技術として、ユーザが実行した操作の構造からユーザが遂行中のタスクを推定する方法が考えられる。そのためには、タスクが持つ操作群の構造的な特徴を捉えた機構が必要であり、日常生活で発生する操作群の構造的な特徴を調査することは重要である。

本研究では、日常生活で人が遂行するタスクと操作の関連性を調査した。これにより、人がタスクを遂行するために実行される操作群の構造的な特徴の知見を得た。

## 2. タスクと物体操作系列の関連性調査

本章では日常生活におけるタスクと操作の関連性を調査した結果を述べる。まず調査方法について述べ、その後具体的な調査結果について述べる。

### 2.1 調査方法

調査協力者(以下、協力者)の頭部に小型の広角カメラを装着させ、活動時間帯の映像をDVテープで記録した。協力者は情報系の大学院生2名であった。協力者ごとに5日間の映像を記録し、合計10日間の映像を取得した。実験者が記録した映像を閲覧することで、協力者が日常生活で実行した操作の履歴を作成した。物体・操作の種類は実験者の主観によって決定された。一回の操作の区切りは、その操作を開始してから他の操作を行うまでと定義した。

### 2.2 調査結果

本調査で記録した映像は延べ7407分(1日あたり日12時間20分)であった。協力者が物体を操作した回数は10日で9246回であった。1日あたりの平均は

\*1: 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 (現在、オムロン株式会社)

\*2: 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

\*1: Nara Institute of Science Technology (Currently, OMRON Corporation)

\*2: Nara Institute of Science Technology

924.6,分散は220.8であった。二人の協力者によって、実行された操作のうち、最も回数が多かった操作上位10種を表1に示す。この結果から、人が日常生活において実行する操作で頻度の高いものには以下の特徴をもっていることがわかる。2.3節で詳細を述べる。

表1 実行された回数が多かった操作

物体	操作	回数
マウス	クリックする	2271
キーボード	タイプする	1931
ウェストポーチ	閉じる	292
冊子	めくる	289
ウェストポーチ	開ける	264
ペットボトル	口に運ぶ	203
ドアノブ	開ける	188
ペットボトル	開ける	164
ペットボトル	閉じる	156
シャープペンシル	書く	139

### 2.3 操作の基本的特徴

本節では、協力者の操作履歴から得られた操作の基本的な特徴について述べる。基本的な特徴として、協力者間で共通する生活習慣の特徴、協力者間で共通しない生活習慣の特徴、本調査上での固有な特徴が挙げられる。

#### ● 協力者間で共通した生活習慣の特徴

協力者間で共通して頻度が高かった操作を表2に示す。例えば、協力者はともに「ペットボトルを開ける/閉める」、「ペットボトルを口に運ぶ」、「スプーン/箸を口に運ぶ」等、食事に関する操作を多く実行した。これらの結果から、協力者間で共通した特長を持つ操作は、人が生活してゆくうえで必須のタスクであることがわかる。また、協力者はともに情報系の大学院生であった。その結果、協力者が実行した最多の操作は「マウスをクリックする」で、2271回であった。次に多かった操作は「キーボードをタイプする」で、1931回であった。これらの操作は一般的な操作とは言えず、情報系の大学院生にとって習慣的にPCを操作する機会が多いことが原因だと考えられる。

表2 協力者間で共通した生活習慣の特徴

物体	操作	回数	
		協力者1	協力者2
マウス	クリックする	1383	888
ペットボトル	口に運ぶ	94	96
割り箸	口に運ぶ	68	42

#### ● 協力者間で共通しない生活習慣の特徴

協力者間で操作の出現頻度に差が顕著に現れた操作を表3に示す。例えば、「ライターを着火する」という操作は協力者2のみが実行した。これは、協力者2のみが喫煙の習慣を持っているためである。こ

れらの結果から、生活習慣が異なる操作においては操作の出現頻度に差が出現することがわかる。

表3 協力者間で操作の出現頻度に差が顕著に現れた操作

物体	操作	回数	
		協力者1	協力者2
ライター	着火する	0	21
ポータブルCDプレイヤー	開ける	9	0

### 2.4 タスクにおける操作系列の構造的特性

本調査で得たタスクと操作の履歴を分類した結果、「連続性」、「並行性」、「周期性」、「交換性」、「欠落性」という操作の構造的なパターンを得た。これを操作の構造的特性と呼ぶ。以降で、これらの構造的特徴を個別に説明する。

#### ● 連続性

本稿では、人があるタスクを遂行する上で、特定の順序で操作を実行しなければならない構造的特性を連続性と定義する。連続性は図1に示すとおり、操作の順序を入れ替えてタスクを遂行することが不可能な構造を持つ。連続性の例として、「ペットボトルの飲み物を飲む」というタスクを挙げる。このタスクを遂行するためには「ペットボトルの蓋を開ける」、「ペットボトルを口に運ぶ」という操作を連続して実行する必要がある。

本調査結果から得られた連続性を操作の構造的特性とするタスクを表4に示す。この結果から、実行する順序を交換するとタスクが遂行されないタスクが連続性という構造的特性を持つことがわかる。



図1 連続性

Fig.1 Attribute of Continuity

表4 連続性を操作の構造的特性とするタスク

Table 4 Tasks have Attribute of Continuity

タスク	物体1	操作1	物体2	操作2
ペットボトルの飲み物を飲む	ペットボトル	開ける	ペットボトル	口に運ぶ
施錠したドアを開放する	鍵	開錠する	ドアノブ	回す
タバコを吸う	タバコの箱	開ける	ライター	着火する

#### ● 並行性

本稿では、人が一つ以上のタスクを遂行する上で、複数の操作を並行して実行可能な構造的特性を並行性と定義する。並行性には、同一のタスクにおける操作の並行性と複数のタスクにおける操作の並行性が存在する。これらをそれぞれ、タスク内並行性、タスク間並行性と呼ぶ。以降では、タスク内並行性とタスク間並行性を個別に説明する。

–タスク内並行性

タスク内並行性は図2に示すとおり、複数の操作を同時に実行することが可能な構造的特性を持つ。タスク内並行性の例として、「PCで作業をする」というタスクを挙げる。このタスクを遂行する操作として「キーボードをタイプする」、「マウスをクリックする」という操作が存在する。例えば、タスク内並行性としてマウスをクリックしながら、キーボードをタイプするという操作を並行して実行することが考えられる。

本調査結果から得られたタスク内並行性を操作の構造的特性とするタスクを表5に示す。この結果から、実行する複数の操作の順序が特定されていないタスクがタスク内並行性という構造的特性を持つことがわかる。

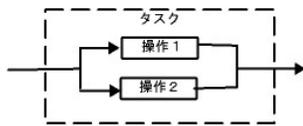


図2 タスク内並行性  
Fig. 2 Attribute of Parallelism in a Task

表5 タスク内並行性を操作の構造的特性とするタスク

Table 5 Tasks have Attribute of Parallelism in Task

タスク	物体1	操作1	物体2	操作2
PCで作業をする	キーボード	タイプする	マウス	クリックする
冊子に記述する	冊子	めくる	ボールペン	書く
シャープペンで記述する	シャープペン	書く	シャープペン	ボタンを押す

–タスク間並行性

タスク間並行性は図3に示すとおり、異なるタスクにおける複数の操作を同時に実行することが可能な構造的特性を持つ。タスク間並行性の例として、「食事をする」、「雑誌を読む」という2つのタスクを挙げる。これらのタスク間では「割り箸で食べ物を口に運ぶ」、「雑誌をめくる」という操作を並行して実行することが考えられる。

本調査結果から得られたタスク間並行性を操作の構造的特性とするタスクを表6に示す。この結果から「見る」「食べる」や「右手でボタンを押す」「左手でボタンを押す」のように、操作を実行する際の身体器官が物理的に干渉しにくい場合、タスクにおいてタスク間並行性という構造的特性を持つことがわかる。

● 交換性

本稿では、人があるタスクを遂行する上で、実行される操作が別の操作と入れ替わってもタスクの遂行が可能であるという構造的特性を交換性と定義する。

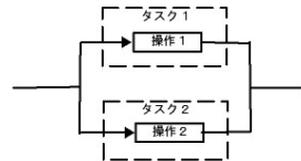


図3 タスク間並行性  
Fig. 3 Attribute of Parallelism between Tasks

表6 タスク間並行性を操作の構造的特性とするタスク

Table 6 Tasks have Attribute of Parallelism between Tasks

タスク	物体	操作
テレビを見る	TVのリモコン	ボタンを押す
食事をする	箸	口に運ぶ
音楽を聞く	CDプレイヤーのリモコン	ボタンを押す
冊子を読む	冊子	めくる
携帯電話でメールを打つ	携帯電話	ボタンを押す
エレベータで移動する	エレベータ	ボタンを押す

交換性は図4に示すとおり、タスクを遂行する操作順序のある時点で操作を交換してもタスクが遂行可能な構造を持つ。交換性の例として、「食事をする」というタスクを挙げる。このタスクでは「割り箸で食べ物を口に運ぶ」、「スプーンで食べ物を口に運ぶ」という操作のいずれを実行してもタスクを遂行することが可能である。

本調査結果から得られた交換性を操作の構造的特性とするタスクを表7に示す。この結果から、ユーザが実行することでタスクが遂行可能な操作が複数存在するタスクにおいて交換性という構造的特性を持つことがわかる。

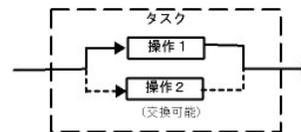


図4 交換性  
Fig. 4 Attribute of Commutativity

表7 交換性を操作の構造的特性とするタスク

Table 7 Tasks have Attribute of Commutativity

タスク	物体1	操作1	物体2	操作2
食事をする	箸	口に運ぶ	スプーン	口に運ぶ
紙などを裁断する	はさみ	切る	カッターナイフ	切る
タバコに火をつける	ライター	着火する	マッチ	着火する

● 周期性

本稿では、人があるタスクを遂行する上で、一つ以上の操作を組とする操作群が繰り返し実行されるといった構造的特性を周期性と定義する。周期性は図5に示すとおり、タスクを遂行する操作群を複数回実

行することでタスクが遂行可能な構造を持つ。周期性の例として、「書類の束をコピーする」というタスクを挙げる。このタスクでは「コピー機の読み取り部を開ける」、「コピー機の読み取り部を閉じる」、「コピー機のボタンを押す」という連続した操作を、コピーが必要な回数分実行する必要がある。「書類の束をコピーする」タスクは、「一枚の書類をコピーする」という細かなタスクの繰り返しとして捕らえることができる。このように、細かなタスクを繰り返して遂行することでより大きなタスクを遂行できるタスクが、周期性という構造的特性を持つことがわかる。

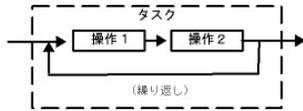


図5 周期性  
Fig. 5 Attribute of Periodicity

● 欠落性

本稿では、人があるタスクを遂行する上で、状況によりある操作が欠落してもタスクの遂行が可能であるという構造的特性を欠落性と定義する。欠落性は図6に示すとおり、本来ユーザが実行する必要のある操作を、他者が事前に実行することでタスクが遂行可能な構造を持つ。欠落性の例として、「エレベータで移動する」というタスクを挙げる。このタスクでは「エレベータのボタンを押す」、「目的階のボタンを押す」という操作と「エレベータに乗り込む」、「エレベータから降りる」という行動が存在する。このタスクでは、同行者がエレベータのボタンを押したとき、タスクを実行する人はエレベータのボタンを押すことなく、タスクを遂行することが可能である。

本調査結果から得られた欠落性を操作の構造的特性とするタスクを表8にあらわす。この結果から、他者と共有する環境を変化させる操作が含まれるタスクが欠落性という構造的特性を持つことがわかる。

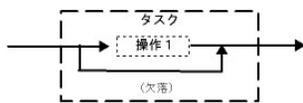


図6 欠落性  
Fig. 6 Attribute of Lack

3. おわりに

本研究では日常生活で人が遂行するタスクと操作の関連性の調査を行った。それにより、以下のことがわ

表8 欠落性を操作の構造的特性とするタスク

Table 8 Tasks have Attribute of Lack

タスク	物体	操作
エレベータで移動する	エレベータ	ボタンを押す
ドアを通過する	ドア	開ける
照明を点灯する	照明	スイッチを押す

かった。

- 人間が頻繁に行う操作の種類や個人差の存在
- 人間がタスクを遂行する上で必要となる操作の構造  
今後の課題としては以下のものが挙げられる。
- タスク構造の自動構築

本研究ではタスクを推定するために、操作の時系列情報とタスクの関連性を定義した。しかし、タスクの構造には個人差が存在するために、ユーザごとにタスクの構造を定義する必要がある。これをユーザが手入力することは、ユーザに強いられる労力から見て現実的ではない。そのため、ユーザがタスクを遂行している区間を入力するだけで自動的にそのタスクの構造を構築する機構が必要となる。

- 確率モデルによるタスクの推定精度の上昇  
操作の欠落性により、システムによるタスクの推定精度が減少する。またユーザが実際に操作を実行しても、操作認識を行うシステムの精度が低い場合、タスクの推定が困難になる。それらを防ぐ方法として、確率的モデルを使用して、ユーザの現在の状況からユーザが遂行しているタスクを推定することが考えられる。

ユーザが遂行中のタスクを推定するために使用できる情報としては、ユーザが以前に実行した操作や遂行したタスクが挙げられる。

謝辞

本研究は、科学技術振興事業団 (JST) の戦略的基礎研究推進事業 (CREST)「高度メディア社会の生活情報技術」プログラムによる。

参考文献

- [1] M. Lamming, and M. Flynn: Forget-me-not: Intimate Computing in Support of Human Memory, *Proc. FRIEND21: International Symposium on Next Generation Human Interface*, pp.125-128, 1994.
- [2] B. J. Rhodes: The wearable remembrance agent: a system for augmented memory, *Proc. the First International Symposium on Wearable Computers (ISWC'97)*, pp.123-128, 1997.
- [3] 木内, 河村, 河野, 木戸出: 記憶活動支援のためのデータグローブを用いた手指動作の単位動作マッチングによる物体操作の弁別, 情報処理学会 第 111 会ヒューマンインタフェース学会論文集, 2004.
- [4] 上岡, 河村, 河野, 木戸出: ウェアラブル物探し支援システム"Im Here!"の試作, 情報処理学会 第 65 回全国大会予稿集, Vol.5, pp.179-182, 2003