

コンピュータモニタの機能操作時の意図推定方法 A method of inferring user's intention while operating functions of computer monitor

寺嶋 知織†
Chiori Terashima

伊藤 育世†,‡
Ikuyo Ito

1. はじめに

昨今、機能の多さに起因した操作の分かり難さを改善するために、様々な製品においてユーザビリティに関する取り組みが行われている¹⁾。このようなアプローチの多くは、人間の認知的側面を考慮したものや操作に関する学習効果を期待したものであり、操作したい機能が自明な場合には有効であると言える。一方、機器に関する操作者の知識が少なく、操作すべき機能が分からない場合にはこのようなアプローチだけでは十分とは言えず、どの機能进行操作すべきかを示すような何らかの支援を提供することが必要であると考えられる。このような支援を操作者に負担なく提供する方法として、機器が操作者の意図を推定し、その意図に応じて操作すべき機能に誘導するインターフェースが有効なのではないかと考えた。本報告では、コンピュータモニタを例として、ベイズの定理を利用した操作者の意図推定方法とその有効性、およびページネットワークを利用した推定精度の改善について述べる。

2. ベイズの定理を用いた操作意図の推定

式(1)で与えられるベイズの定理は、確率推論において過去の事象の発生頻度を利用して未来の出来事の発生頻度や発生した事象の不確実な原因を推測するために利用されている。製品の各機能は操作者の意図に起因して選択、操作される。操作意図はインターフェースにとっては未知であるが、操作された機能は観察することができる。そこで、操作された機能(D_j)を発生した事象、操作意図(H_i)をインターフェースにとっては不確実な原因と捉え、ベイズの定理を利用して操作者の意図を推定できるのではないかと考えた²⁾。

$$P(H_i | D_j) = \frac{P(D_j | H_i)P(H_i)}{P(D_j)} \quad (1)$$

本研究では $P(H_i)$, $P(D_j | H_i)$ の値を次の通りとして、式(1)のベイズの定理に適用した。操作意図の推定は、各操作意図に関する事後確率の値 $P(H_i | D_j)$ を操作毎に求めて任意の閾値を超えた場合に、操作者の意図が事後確率を最大化する H_i であるとして行った。本研究では便宜上、コンピュータモニタを操作する目的が3つであると仮定してすすめた。

- $P(H_i)$: 操作意図を表1に示す3つに限定し、初期状態では全て等しく発生すると仮定する。操作者により操作が継続して行われた場合は、事前確率 $P(H_i)$ の値を前操作時に求めた各操作

意図の事後確率の値に更新する。

- $P(D_j | H_i)$: 事前に20名の協力者を得て表1の各操作意図 H_i を課題として与え、任意の機能 D_j が操作されるか否かにより求めた。得られた値は予期尤度推定法を用いて補正を行った。

表1 操作者の操作意図

| 操作意図 | 内容 |
|--------|--|
| 操作意図 1 | 2台のコンピュータからそれぞれ入力したビデオ信号を一画面にピクチャーインピクチャー表示する。 |
| 操作意図 2 | 手元に置かれた写真と画面に表示された写真の画像の見た目の色合いが同じになるよう調整する。 |
| 操作意図 3 | テキスト編集にふさわしい状態に画面の見た目を調整する。 |

3. 実験

前項で提案した推定方法の有効性を検証するための実験を行った。

6名の実験協力者(P1~P6)に2週間おきに3回、コンピュータモニタの調整に関する同一の課題2つ(表2)を与え、図1に示す操作インターフェースを用いて課題を遂行してもらった。この際、操作した機能の履歴(操作ログ)を収集し、分析に使用した。課題遂行時には制限を設けず、実験協力者自身が課題を達成できたと報告した時点で終了とした。なお、本実験に先立って、インターフェースのメニュー構造に慣れてもらうために、インターフェースを操作する機会を設けた。

表2 実験課題

| 課題 | 内容 |
|------|-------------|
| 課題 1 | 表1の操作意図1の実施 |
| 課題 2 | 表1の操作意図2の実施 |



図1 操作インターフェース

† 株式会社ナナオ
EIZO NANO CORPORATION

‡ 中京大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Computer and Cognitive Sciences,
Chukyo University

4. 結果と考察

4.1 推定精度

実験で得られた実験協力者の操作ログより、正しく操作意図を推定できた実験回数を総実験回数(3回)で割ったものとして推定精度を算出した(図2および図3)。なお、今回の実験では操作意図を推定する際の事後確率の閾値を70%とした。課題1では全ての試行において正しく意図を推定することができた。一方、課題2では実験協力者によっては正しく意図を推定できないことがあり、全体の平均で80%台の推定精度となった。課題2で正しく推定できなかった場合は、全て操作意図3であると誤って推定されていた。この原因として、操作意図2と操作意図3が共に色の調整で類似性が高く、操作意図2では必要となるが操作意図3の実現には必要とならない色の詳細な調整が行われていなかったことが考えられた。

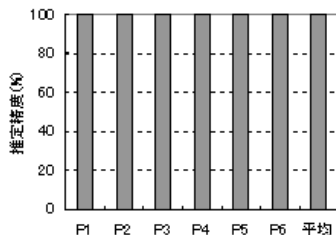


図2 意図の推定精度 (課題1)

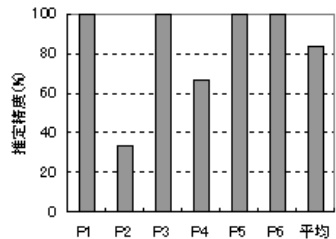


図3 意図の推定精度 (課題2)

4.2 意図推定までの手数

意図を正しく推定するまでに操作された手数を図4および図5に示す。課題1では意図を正しく推定するまでの手数は、多い場合でも17手であったのに対し、課題2では60手以上を必要としている場合が複数見られ、最も多い場合で120手以上であった。課題2では操作意図2と操作意図3が類似しているために、操作の手数の少ない段階では操作意図2の実現でのみ必要な色の詳細な調整がされず、操作意図3と推定されたためと考えられた。

5. ペイジアンネットワークを用いた推定の改善

実験結果よりベイズ推定を利用した操作者の意図推定では、類似した操作意図がある場合に正しく操作意図を推定することができない場合があった。これを改善し推定精度を向上させる方法として、ペイジアンネットワークを用いた推論を利用できるのではないかと考えた。

ペイジアンネットワークは、因果的な構造を有向グラフとして表し、各要素の定量的な関係を条件付確率で表した確率モデルであり、確率推論では不確実な事象の起こりやすさを予測するために利用されている。

コンピュータモニタ操作をペイジアンネットワークでモデル化すると図6のように表すことができる。操作され

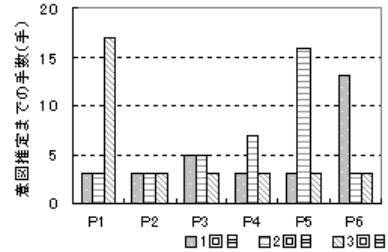


図4 意図推定までの手数 (課題1)

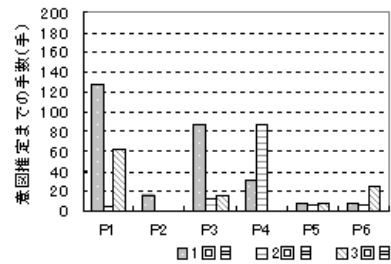


図5 意図推定までの手数 (課題2)

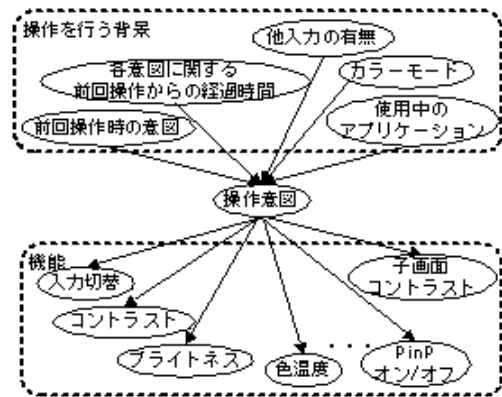


図6 コンピュータモニタ操作時のモデル

た機能だけではなく、操作意図と関連があると考えられる事象の情報も利用することができるため、より正しく意図を推定できるのではないかと考えた。操作を行う背景の要素のカラーモードに実験から得られた条件付確率の値を与えてシミュレーションを行った結果、操作意図の推定精度を改善できる可能性があることを確認できた。

6. まとめ

操作者の意図をベイズの定理を用いて推定するという方法について、ほぼ正しく推定できることが分かった。推定精度が低い場合には、誤って推定した操作意図の方に近い操作を実際にしていることが原因と考えられた。これについては、ペイジアンネットワークを利用して、操作した機能だけではなく、その他の要因も考慮することで改善できないかを検討した。今回は机上検討に留まったが、今後、有効性を検証し実用に向けた精度の向上を目指したい。

参考文献

- 1) 山岡俊樹, 鈴木一重, 藤原義久: 構造化ユーザインタフェースの設計と評価-わかりやすい操作画面をつくるための32項目-, 共立出版株式会社 (2000)
- 2) 伊藤育世: 表示装置及びこれを備えた画像表示装置並びにメニュー表示方法, 特開 2006-313454 (2006)