

# 確率的作業持続モデルを用いた PC 作業者の割り込み非許容時間の予測

白鳥 翔太<sup>†</sup> 藤本 雄一郎<sup>‡</sup> 藤田 欣也<sup>‡</sup>  
東京農工大学<sup>†</sup> 東京農工大学院<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

職場における他者への話しかけは業務の遂行に必要である一方、話しかけられた側の作業を中断させるため、作業効率を低下させる懸念がある<sup>[1]</sup>。そのため、話しかけによる割り込みを行う際は、相手の作業の邪魔にならないタイミングを見極めることが望まれる。

この適切な割り込みタイミングを知るため、作業者の状態に応じた割り込み拒否度を推定する多くの研究がなされてきた。しかし、従来研究の多くは作業者の今現在の割り込み拒否度を推定することに主眼を置いており、拒否度が高い場合にいつまで待てば割り込みが可能になるか予測するものはなかった。そこで本研究では、オフィスでの中心業務である PC 作業の情報を利用して割り込みが可能になるまでの時間を予測できる可能性について実験的に検討した。

## 2. 割り込み非許容時間

作業者が割り込み可能になるまでの時間を予測するため、まず PC 作業者の作業時の割り込み拒否度を推定する必要がある。割り込み拒否度の推定法は心拍数などの生理指標や画像情報を使用した手法も提案されているが、本研究では計測のためのセンサを必要としない、田中らが提案した PC 作業指標に基づいた割り込み拒否度推定法<sup>[2]</sup>を使用した。

採用した手法は、PC 作業情報に基づいてユーザが作業を阻害されたくない主観的な程度を「低、中、高」の 3 段階で、0.5s 周期で推定するものである。「低」は数分間にわたって PC 操作が非常に少ない状態に相当し、ある程度の PC 操作が検知されている間は「中」以上と推定される。そこで本研究では「低」になるまでの時間の自動予測を目標に、システムの推定値が「中」以上に上がってから「低」に低下するまでの時間を「割り込み非許容時間」と定義し、分析を行った。

## 3. 割り込み非許容時間の分析

前述の割り込み拒否度推定システムを用いて、東京農工大学情報工学科の研究室の学生 2 名と教員 2 名のデータを、それぞれ 3 か月間収集した。対象データは、前節の定義に基づいて 3 分以上作業していると判断された計 2134 個である。

割り込み非許容時間に影響する要因として、本研究では、作業種と作業者の集中度を想定し、作業種を反映すると考えられる使用アプリケーション種とキーマウス率、作業者の集中度を反映すると考えられる PC 操作率とアプリ切り替え頻度の 4 指標と割り込み非許容時間との関係を分析した。図 1 に PC 操作率と割り込み非許容時間の散布図を示す。作業ごとの分散は大きいですが、PC 操作率が高くなるにしたがって、割り込み非許容時間が長いサンプルが増える傾向が観察される。すなわち、PC 操作率が高いと、作業が長く持続する割合が高くなるように見える。

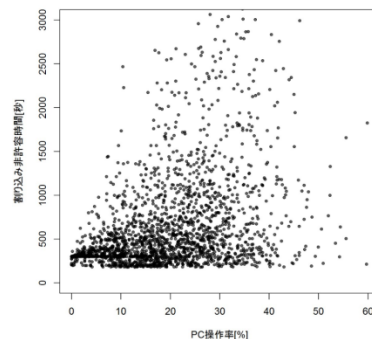


図 1 PC 操作率と割り込み非許容時間の関係

## 4. 作業持続モデル

### 4.1 作業持続モデルの概要

本研究では、ばらつきのある作業の持続確率を表現するために、作業ごとに 1 分間あたりの作業が持続する確率（以後持続確率と表記）を仮定し、べき乗の形で時間経過とともに累積持続確率が漸減する作業モデルを定義した。さらに、指標値によって作業持続確率が変化するモデルとすることで、作業種や集中度による持続確率のばらつきを表現した。指標値ごとの作業持続確率は、後述のように実験データから求めた。

さらに、大規模システムでは構成する各サブシステムの非故障率の積算によって全体の稼働

Prediction of Uninterruptible Duration of Office Worker by using Probabilistic Work Continuance Model

<sup>†</sup>Shota Shiratori, Tokyo University of Agriculture and Technology

<sup>‡</sup>Yuichiro Fujimoto, Kinya Fujita, Graduate School of Tokyo University of Agriculture and Technology

率を算出することを参考に、指標値ごとの持続確率を正規化して乗算することで、当該作業に対する統合持続確率を算出した。これにより、各作業に対して一意な持続確率が決定される。

持続確率が決定されれば、累積確率に対して閾値を設定することで、持続時間の予測が可能になる。

#### 4.2 持続確率変化関数 $q(x)$

指標値 $x$ に応じて変化する持続確率 $q_x$ を表現する関数 $q(x)$ を以下の手順で求めた。

- (1) 指標値によってデータを  $n$  区間に分割
- (2) 区間ごとに、各時刻の作業の持続割合 $p(t)$ を算出し、以下の関数でフィッティングすることで、その区間の持続確率 $q_n$ を算出  

$$p(t) = q^{(t+b)}$$
 ( $q$ : 持続確率,  $t$ : 時間,  $b$ : 定数)
- (3) 得られた  $n$  個の持続確率に対して持続確率変化関数 $q(x)$ をフィッティング。

図 2 に、PC 操作率を例として、持続確率変化関数 $q(x)$ を得るまでの流れを示す。

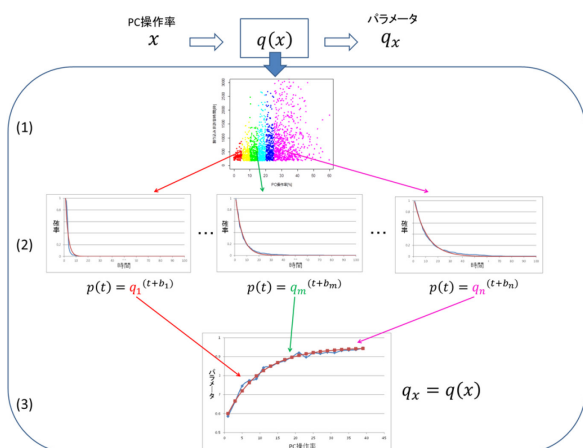


図 2 持続確率変化関数 $q(x)$ の算出

#### 4.3 統合持続確率

以下のように、指標ごとに得られた 4 つの持続確率 $q_{app}$ ,  $q_{keymouse}$ ,  $q_{pc}$ ,  $q_{as}$ を正規化して乗算することで、統合持続確率を算出した。

$$q_{all} = q_{ave} \times \frac{q_{app}}{q_{ave}} \times \frac{q_{keymouse}}{q_{ave}} \times \frac{q_{pc}}{q_{ave}} \times \frac{q_{as}}{q_{ave}}$$

$q_{ave}$ は分析データ全体から算出された平均持続確率 $q$ を示す。平均値で正規化した持続確率とすることで、指標値ごとの相対的な「作業の持続しやすさ」が表現される。

#### 5. 作業持続時間の予測評価

提案したモデルによる割り込み非許容時間の予測可能性を検証するために、分析対象としたデータに対して予測を行った。予測持続時間は、作業持続確率が 50%に低下する時間とした。図 3 に、予測結果のヒストグラムを示す。予測時間

は実際の作業持続時間と同様の分布を示し、作業持続時間の統計的な傾向が再現されたことが確認できる。個々の作業に関しては約 65%のデータで予測誤差が 5 分以下であり、ある程度の精度で割り込み非許容時間が予測できる可能性が示唆された。

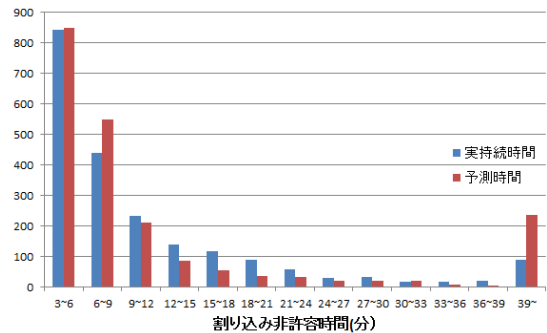


図 3 予測結果ヒストグラム

#### 6. 考察

確率的な作業持続モデルを用いることで、割り込み非許容時間を予測できる可能性が示唆された。しかし、予測誤差 20 分以上のデータが約 13%存在し、特に実際の作業時間よりも長く予測した例が目立った。この原因として、会議などのスケジュールや他者からの話しかけなど、作業以外の要因による作業の中断が考えられる。作業者のスケジュールと連携した予測法の検討や、外的要因によって作業が中断したと予想されるデータを除外した場合の検討が今後の課題である。

#### 7. まとめ

本研究では、割り込みが可能になるまでの時間を予測するための確率的作業持続モデルを提案し、その可能性を実験的に確認した。今後の課題は、分析対象以外のデータセットによる検証と、予測誤差が大きなデータの分析による精度改善である。

#### 謝辞

本研究の一部は、情報通信研究機構委託研究、文部科学省科学研究費補助金、文部科学省特別経費「持続可能社会にむけた知的情報空間技術の創出」によるものである。ここに記して感謝する。

#### 参考文献

- [1] B. P. Bailey et al. The Effects of Interruptions on Task Performance, Annoyance and Anxiety in the User Interface; Proceedings of INTERACT, Vol 1, pp.593-601(2001).
- [2] 田中ら. 業務従事者を対象とした PC 作業時の割り込み拒否度推定法の検討; 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.1, pp.126-137(2012).