

## ユーザ適応型インタフェースのための 動的熟練度判定方法の一般性の検討

1U-8

中村喜宏 加藤康之 満永豊  
NTTアクセス網研究所

### 1. はじめに

ユーザの熟練度に適応して変化するユーザインタフェース (UI) の実現は、ユーザの精神的ストレスを軽減する上で重要であり、その基本技術として、ユーザの熟練度を動的に把握する技術の確立が急がれている。一方、従来の熟練度判定の指標とされてきた作業完了時間や、総工程数、および、誤り数は本質的に非定型の課題に対応できない、作業中に実時間的な判定ができない、誤りの質に影響されるため正確性、客観性に欠けるという問題点を抱えていた。このような中で、ユーザの思考時間と関連のある操作と操作の合間の時間間隔に着目し、統計的手法を用いて動的にユーザの熟練度を判定しようとする方法<sup>[1]</sup>は、ユーザの認知活動をマクロに捉えることができ、時間間隔という単一の次元フィルタリングできるために、定量化しやすいという特徴を有している。本稿では、この方法を全く異なるアプリケーションに適用することによって、アプリケーションに依存しない熟練度判定のための普遍的尺度の抽出方法について述べる。

### 2. 実験方法

実験は、前回の作図ソフト Adobe Illustrator (以下 A.I.) を用いた実験のときと同じ方式をとり、比較のため同じ5名を被験者とした。

#### 2.1 イベントデータ収集方式

イベントデータの収集は、NeXTワークステーションのプレゼンテーション用クラスNXJornaler<sup>[2]</sup>の機能を応用し、ソフトウェア的にイベントのタイプ、位置、時間、フラグ、キーなどの全てのイベント情報を収集するツールを作成し行った。着目すべき点は、ユーザの操作のための思考時間と関連のある、マウスクリックまたはキーボード入力操作から次のマウスクリックまたはキーボード操作までの時間の分布である。そして、この操作と操作の合間の時間の度数分布の分散を熟練指数と定義する。

#### 2.2 実験課題

実験課題としてさきに用いた作図ソフト A.I. と全く異なる NeXTワークステーション上の表計算ソフト

Lotus Improv (以下 L.I.) を採用した。そのチュートリアルの中から新規のワークシートを作成し、データを流し込み、さらに、そのビューを2つ作成し、グラフに表示する課題を採用した。

#### 2.3 実験条件

実験は初心者に対して初めに表計算ソフト L.I. の基本操作と実験課題についての説明などのインストラクションを行い、続いて被験者自身で繰り返し作業を行ってもらった形式をとった。実験時の指示としてできるだけ独力で作業を行うようにし、どうしても操作方法がわからないときだけインストラクタに質問していいとした。また短期記憶の影響をなくするために実験は1日1回とし操作と操作の合間の時間の分布の経日変化を記録した。

### 3. 結果と考察

図1に表計算ソフト L.I. を用いる実験でのインストラクション後1回目の操作と操作の合間の時間の分布を示す。この時の作業完了時間は33分46秒、総工程数は223回であった。この分布は作図ソフト A.I. を用いる実験での分布とよく似ている。すなわち、1回目の分布はいろいろな要因による分布の山が重なり合って形成されているように見え、ばらつきが大きい。これは1回目の時は操作法がよく分からないためと、操作の影響が予想できないため試行錯誤の回数も少なくなるために、思考時間が長くなる傾向があるためと考えられる。図2に実験8回目の度数分布を示す。この時の作業完了時間は12分12秒、総工程数は185回であった。この分布も作図ソフト

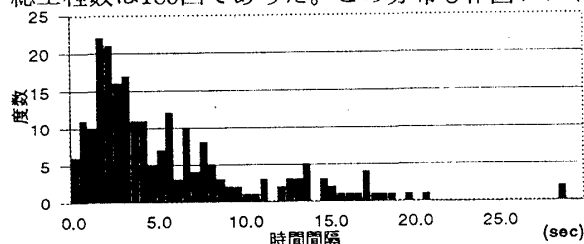


図1 初心者の度数分布

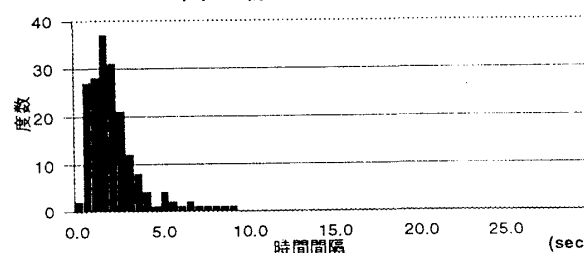


図2 熟練者の度数分布

AIの分布とよく似ている。すなわち、熟練者の分布は $\psi$ 分布<sup>[3]</sup>に近い形を示している。これはほとんど誤りや迷いのない時の分布である。作図ソフトAIの場合と同様に、1回目と熟練段階で特徴的な以下の相違点が見られた。1回目の分布は指数関数的な分布であり分散が大きい。熟練段階の分布は $\psi$ 分布に近い分布を示し分散が小さいことである。以上より、表計算ソフトL.I.の分布からも、操作と操作の合間の時間の分布のばらつきが熟練度の指標となることが確認された。

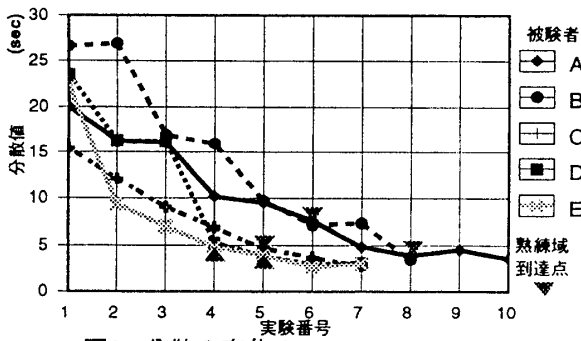


図3 分散の変化 (Adobe Illustrator)

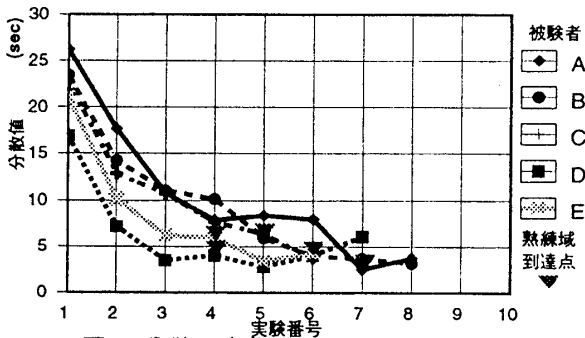


図4 分散の変化 (Lotus Improv)

図3と図4に、AIとL.I.の実験での、本手法の熟練指数である操作と操作の合間の時間間隔の分布の分散の実験毎の変化を示す。データは両方とも同じ5名のユーザのものである。前回のときと同様に、全てのユーザにおいて実験毎に分散が減少していることが分かる。この値は第三者から見た感覚的なユーザの熟練度と非常によく一致している。グラフ上の三角形のマークは第三者から見て自らの力でゴールまでの方策が分かり誤りもケアレスミス範囲になった熟練者の域に到達した時点を示している。AIの時と同様に、熟練するまでの実験回数には個人差があるものの、実験回数を重ねる度にほぼ一定の値に収束することがわかる。この収束値を定量的に把握するために、次式の指数関数を用いて熟練指数曲線を近似する。

$$Y = a_0 e^{b_0 x^3} + C_0 \quad (式)$$

図より、対象とするソフトが異なっても、操作と操

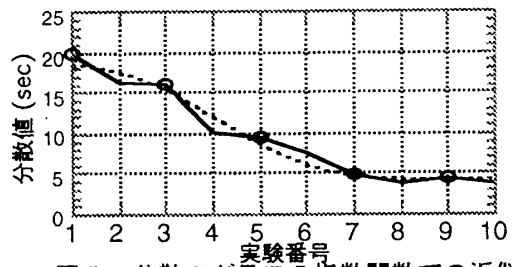


図5 分散のグラフの指数関数での近似

被験者	A	B	C	D	E	平均(秒)
A.I.	4.21	5.52	3.46	2.77	4.17	4.03
L.I.	5.99	4.24	6.38	4.08	4.85	5.11

表 5名の被験者の近似曲線の漸近値の比較

作の合間の時間の分布の分散の収束値は、ほぼ4～5秒になることが明らかとなった。すなわち、本評価方法を用いれば、操作と操作の合間の時間の分散値が4～5秒に近づいた時点でユーザが熟練したことを検出可能であり、適応型UIの有力なツールとなり得る可能性がある。また前回と同様に、初心者のときの分散には個人差が見られる。その主な原因として以下の3点が考えられる。第1にインストラクションの時に獲得した知識量に差がある。第2にシステムの操作系への慣れに差がある。第3に知識の運用能力(経験量などによる)に差があるという3点である。ユーザ熟練度判定は予め実験により判定の目的に合わせて決定した規定値と熟練指数を比較することにより行う。

#### 4. まとめ

操作法が全く異なる2つのアプリケーションについて、熟練指数である分散のグラフを指数関数で近似し、その指数関数の漸近値を比較することにより、熟練者の分散はアプリケーションによらず一定の値に漸近していくことを示した。このことは、本手法がアプリケーションの違いなどに依存しない一般性をもったものである可能性を示すものであり、今後さらに検討していく予定である。本手法の実用化に際しては、この2つの実験とは違い、例えば、ドローで自由に絵を描く場合のような創作活動を伴う作業や、外部の状況に応じた判断を必要とする作業を含むような場合には、この部分のイベントを削除し、それ以外の部分のイベントで判定を行うなどの工夫をする必要があると考えられる。すなわち、操作のためのユーザの思考時間を反映するようにイベントを選択することにより熟練度を正確に判定できる可能性があり、今後検討していく予定である。

#### 【参考文献】

- [1]中村他, ユーザ適応型インタフェースのための動的ユーザ熟練度判定方法の検討, 1994, 信学春季大会, A-348
- [2]NeXT Step Concept, #N6007B, NeXT Computer Inc.
- [3]木村泉他, ワープロ利用者の思考時間に関する統計的モデルの精密化, 情報処理学会研究会報告(日本語文書処理研究会), 14-4, 1987