

# 瞬目回数による余裕推定手法の適用可能性の評価

## Evaluation of the applicability of estimating the degree of composure by blink

原田 恵\*<sup>1</sup>  
Kei Harada

竹内 亨\*<sup>1</sup>  
Susumu Takeuchi

松尾 真人\*<sup>1</sup>  
Masato Matsuo

\*<sup>1</sup> NTT 未来ねつと研究所  
NTT Network Innovation Laboratories

To deliver information to customers at a proper timing in a daily life, it is important to understand the degree of their composure. It would be possible to estimate by users' physiological measures, subjective measures and performance. Our past study showed that the composure has strong correlation with the blink, but this result was produced with only one action condition. To apply the result for estimating the degree of composure, it is required to test with all action conditions that are performed in a daily life. Therefore, in this paper, the action conditions are classified into four groups based on the Multiple Resource Theory, and two experiments are performed to complement the previous result. The evaluation results show that the degree of composure has correlation with the blink with both experiments, so that a user's blink can be applied to estimate the degree of the user's composure.

### 1. はじめに

現代の情報氾濫社会において、ユーザは情報を受動的に受け取ることが多くなった。各ユーザにとって最適な情報を予測する技術はライフログを用いたものなど数多くあるが、最適な情報提示のタイミングを予測する技術はまだ少ない[上田 08]。ユーザの情報処理能力に注目し、情報を受け取りやすいタイミングを察知することで、情報伝達効果が高まると考えられる。そこで、日常生活でユーザの余裕を推定して情報提示のチャンスを捉えるために、余裕の推定方法を考える。

日常で感じる余裕としては、精神的余裕・肉体的余裕・時間的余裕などが考えられるが、本研究では精神的余裕に着目する。精神的余裕は質的余裕(例:ドラマが盛り上がってきており余裕がない)と量的余裕(例:同時に行う余裕がある)とに分類できると考えられる。本研究は情報提示という、「情報処理タスクを追加すること」について扱う。タスクの追加は精神的余裕の量的変化に関わるため、本研究で扱う余裕の種類は精神的余裕の量的余裕とする(図 1)。

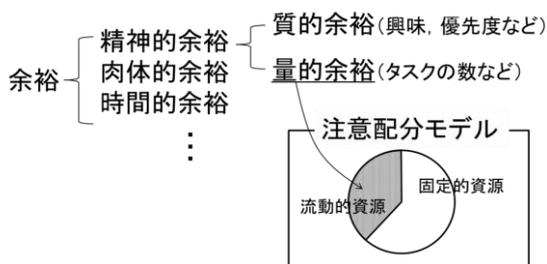


図 1. 余裕の種類と注意配分モデル

量的余裕に関するモデルとして、注意配分モデルが認知神経科学の分野で提唱されている[Karman 73]。注意配分モデルでは、注意(attention)は有限な資源であり、注意資源を様々な対象に配分して情報処理を行うとされている。このモデルによると、注意資源には特定の対象に固定的に配分されるものと、流動的に配分先が変わるものがある。本研究で扱う余裕は、後者の「流動的に配分先が変わる注意資源」に相当する(図 1)。

注意や余裕はそれ自体を定量的に表すことは難しいが、生

理指標・行動指標・心理指標に置き換えて測定できると言われている[Pega 12]。生理指標は脳活動や手のひらの汗など、生体信号の総称である。行動指標は反応時間など行動の結果のことで、心理指標は心理状態をアンケートなどで測った結果のことである。これら 3 つの指標には相関関係がある組み合わせもある。心理指標と生理指標に相関があった一つの例として、特定の行動セット実行時において、余裕を測った視覚的評価スケール(VAS)と瞬目回数に我々は負の相関関係を見つけた[原田 15]。このような傾向が日常生活での多様な行動においても見られるのであれば、瞬目回数から余裕が推定できる可能性があるが、日常行動は多様であるため、どの程度適用できるかが明らかでなかった。

そこで、本研究では日常生活における情報提示に関する行動を分類し、分類された行動同士の組み合わせによって行動セットを定義する。そして、先の研究で使用していない行動セットにおいても瞬目回数と余裕の相関があるかを検証し、瞬目回数による余裕推定手法が適用できるかを明らかにする。

### 2. 行動セットの定義と適用評価の対象

#### 2.1 行動の分類基準と行動セットの定義

本研究ではユーザが何らかの行動を行っているときに情報提示という行動を重ねて割り込ませることを想定している。割り込みによって注意資源の再配分が起き、配分の結果によって余裕の感じ方が変わる。先の注意配分モデルは割り込みについてうまく表し切れておらず、注意配分モデルを発展させた多重資源モデルが適している[Wickens 81]。ここからは、多重資源モデルに基づいて注意資源を細分化し、「ユーザがもとから行っていた行動」と「割り込んだ行動」が使う注意資源の種類ごとに行動セットを定義する。

##### (1) 多重資源モデルによる行動の分類基準

量的余裕に関するモデルとして注意配分モデルが提唱されているが、このモデルでは注意資源の配分対象となる行動との関係性は言及されていない。注意配分モデルを発展させて、行動の性質によって注意資源は複数のプールに分けられていると提唱しているのが多重資源モデル(図 2)である[Wickens 81]。

連絡先: 原田恵, NTT 未来ねつと研究所, 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町 3-9-11, 0422-59-3876, harada.kei@lab.ntt.co.jp

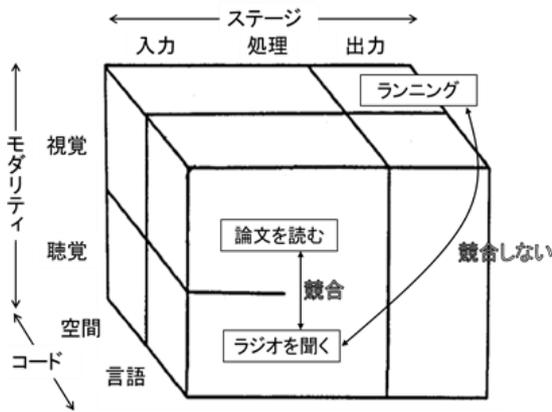


図 2. 多重資源モデル

多重資源モデルでは、行動はモダリティ・コード・ステージという 3 つの性質で分類できるとされている。モダリティとは使用する五感のことで、多重資源モデルでは視覚と聴覚のみに分けられている。コードとは処理する情報の性質のことで、矢印のような空間的情報と「右」のような言語的情報に分けられている。ステージとは情報処理過程の段階のことで、入力・処理・出力に分けられているが、入力と処理、処理中の視覚と聴覚のプールには仕切りがなく、同一の注意資源を消費することとなる。注意資源もこの分類に従って複数のプールに分けられるとされている。そして、同じ種類の行動を併行して行う、すなわち同じプールの注意資源を競合して消費する場合は、パフォーマンスが低下すると言われている。

例えば、論文を読んでいる時にラジオでニュースを聞いた場合、ニュースの内容を覚えることは困難である。これは、論文を読むこと(モダリティ:視覚, コード:言語, ステージ:入力・処理)とラジオを聞くこと(モダリティ:聴覚, コード:言語, ステージ:入力・処理)は、図 2 を見ると、コの字型のようなプールにある同じ注意資源を消費しているからである。対して、ランニング中にラジオでニュースを聞いた場合は、ニュースの内容は頭に残る場合が多い。これは、ランニング(モダリティ:限定なし, コード:空間, ステージ:出力)とラジオを聞くこと(モダリティ:聴覚, コード:言語, ステージ:入力・処理)が消費している注意資源のプールが異なるからである。

本研究で扱うのは情報提示であり、ヒトにとっては情報認知行動であるため、多重資源モデルにおけるモダリティのみを行動の分類基準として適用することが妥当だと考えられる。情報認知行動は情報の入力なので、ステージは入力に限られ、情報は大半が言語で伝えられるため、コードは言語に限られる一方、情報は目からも耳からも入力できるためモダリティは限定されず、視覚か聴覚かという分類は残るためである。

## (2) 行動セットの定義

本研究ではユーザがもともと行っていた行動と割り込んだ行動のそれぞれについて、モダリティを分類基準として分類し、以下の 4 種類の行動セットを定義する。

- A. ユーザがもともと行っていた行動:視覚, 割り込んだ行動:視覚
- B. ユーザがもともと行っていた行動:視覚, 割り込んだ行動:聴覚
- C. ユーザがもともと行っていた行動:聴覚, 割り込んだ行動:視覚
- D. ユーザがもともと行っていた行動:聴覚, 割り込んだ行動:聴覚

## 2.2 適用評価の対象

行動セットの分類における C(ユーザがもともと行っていた行動:聴覚, 割り込んだ行動:視覚)については瞬目回数から余裕が推定できると既に示されている[原田 15]。また、ユーザがもともと行っていた行動と割り込んだ行動のモダリティが両方とも聴覚の場合である D は、聴覚のプール内の注意資源がもともと少なく、複数の情報を同時に処理することには向いていないとされ、割り込みが起こったら注意資源は 2 つの行動のうちどちらかが独占することが両耳分離実験によって示されている[Cherry 53]。したがって、D は他の 3 つと異なり競合が起こらず、ユーザがもともと行っていた行動に対して情報を重ねて提示することができないため、本研究の対象外であり、適用評価の対象からも除外する。

以上から、本研究では行動セット A および B について瞬目回数と余裕の相関を検証することで、瞬目回数による余裕推定手法の適用可能性を評価する。

## 3. 適用可能性の検証

本研究では、行動セット A(ユーザがもともと行っていた行動:視覚, 割り込んだ行動:視覚)と B(ユーザがもともと行っていた行動:視覚, 割り込んだ行動:聴覚)において被験者実験を行った。瞬目回数の他に余裕を推定できる生理指標がないかを確認するため、心拍間隔も同時に測定した。

### 3.1 方法

ユーザがもともと行っていた行動として暗算課題を、割り込んだ行動として早押し課題を設定し、両課題を同時に行うことを課した。

暗算課題は、パソコンの画面上に提示された加法の数式を順に解き、口頭で解答するという課題であった(図 3)。数式の難易度は 4 段階に設定した。最も易しい Lv.1 は繰り上がりのない  $1 桁 + 1 桁$ , Lv.2 は繰り上がりが少ない  $2 桁 + 2 桁$ , Lv.3 は繰り上がりがある  $2 桁 + 2 桁$ , 最も難しい Lv.4 は繰り上がりがある  $3 桁 + 3 桁$  とした。早押し課題は、ランダムな間隔で提示される視覚刺激か聴覚刺激に対してキーを押して反応するという課題であった。視覚刺激としては画面中央に半透明で提示される赤い丸を使用した。聴覚刺激としてはパソコンから出る 0.3 秒の長さの 440Hz の音を使用した。

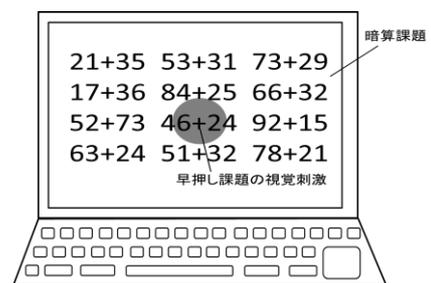


図 3. 実験課題イメージ

両課題を 4 分間同時に行うことを 1 セットとし、実験参加者一人につき 8 セット実施した。セット内における数式の難易度と刺激のモダリティは統一し、4 段階の難易度を視覚・聴覚刺激につきそれぞれ 1 回ずつ実施した。

セット間では余裕を測る視覚的評価スケール(VAS)に回答してもらった。「早押し課題を行う余裕はありましたか?」という問いに対し、「全くなかった」を 0cm とし、余裕があった分だけ遠くに

10cm の線分上にバツ印をつけてもらい、その線分の長さを余裕とした。

### 3.2 実験環境

実験参加者は視覚・聴覚に問題がない社員 13 名(女性 2 名)であった。実験場所は NTT 武蔵野研究開発センター内の会議室(非シールドルーム)であった。

課題提示・動画記録はノート PC で行った。動画は瞬目回数の測定や、暗算の解答記録のためのみに用いた。心拍間隔の測定装置としてウェアラブル電極 C3fit IN-pulse、心電データ転送装置として hitoe トランスミッタ、心電データ受信・保存装置として Android 端末(Xperia Z2)を用いた。

### 3.3 結果

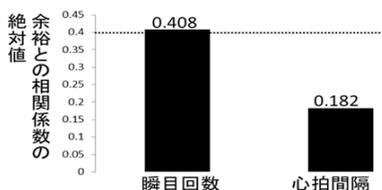
瞬目回数や心拍間隔といった生理指標は個人差が大きく、ある実験参加者の最大値が他の実験参加者の最小値にも満たないという場合があった。このような交差構造が見られる場合、実験参加者全てのデータをまとめて相関係数を求めると誤りが生じる。そのため本実験では、実験参加者ごとに各生理指標と余裕の相関係数を求めた後、全実験参加者分の相関係数の平均を求めた。この平均相関係数を、各生理指標と余裕の間に関係があるかを判断する指標として用いた。

#### (1) 早押し課題が視覚刺激の場合(行動セット A)

各実験参加者内で算出した相関係数の有意性を t 検定(両側)によって調べた。その結果、瞬目回数と余裕に関しては 13 人中 4 人、心拍間隔と余裕に関しては 3 人において 90%信頼区間における相関係数の有意性が示された。

瞬目回数と余裕の平均相関係数は-0.408 であった。心拍間隔と余裕の平均相関係数は 0.182 であった(図 4A)。

A. 早押し課題が視覚刺激の場合



B. 早押し課題が聴覚刺激の場合

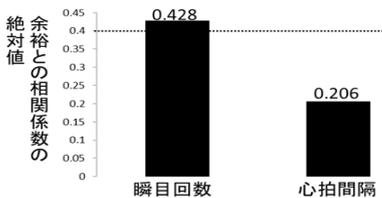


図 4. 各生理指標と余裕との相関係数の絶対値

#### (2) 早押し課題が聴覚刺激の場合(行動セット B)

各実験参加者の相関係数の 90%信頼区間における有意性は、瞬目回数と余裕に関しては 13 人中 4 人、心拍間隔と余裕に関しては 1 人において示された。

瞬目回数と余裕の平均相関係数は-0.428 であった。心拍間隔と余裕の平均相関係数は-0.206 であった(図 4B)。

## 4. 考察

一般に相関係数の絶対値が 0.4 を超えると「比較的強い相関がある」とされる[小塩 11]。この基準に則ると、A(ユーザがもとか

ら行っていた行動:視覚, 割り込んだ行動:視覚)においても、B(ユーザがもとから行っていた行動:視覚, 割り込んだ行動:聴覚)においても、瞬目回数と余裕は比較的強い相関があったといえる。そのため、瞬目回数から余裕を推定することは妥当である。先に行った実験の結果[原田 15]も併せると、4 種類の行動セットのうち、3 種類において瞬目回数から余裕を推定することの妥当性が確認された。残り 1 種類は競合が起きず本研究の適用評価の対象から外れるため、本研究が対象とする行動セットでは全てにおいて瞬目回数から余裕を推定できるといえる。

## 5. おわりに

本研究では日常生活でユーザの余裕を推定して情報提示のチャンスを捉えることを目標とし、余裕の推定には瞬目回数を使用できるという知見の補完に取り組んだ。多重資源モデルを参考に 4 種類の行動セットを定義し、そのうち 2 種類の行動セットでも余裕の推定には瞬目回数を使用できるかについて被験者実験を通して確かめた。

実験の結果、2 種類の行動セットともに瞬目回数と余裕は相関が充分高く、余裕の推定には瞬目回数を使用できることが示された。今後は、回帰式によって余裕を推定するか、瞬目回数に閾値を設けて余裕を有/なしの二値で推定するかといったように、実用化に向けての考察と検証を進めていく。

## 参考文献

- [Wickens 81]Wickens C. D.: Processing Resources in Attention, Dual Task Performance, and Workload Assessment, *Illinois Univ. at Urbana Engineering-psychology reseach laboratory*, EPL-81-3/ONR-81-3, 52p (1981)
- [上田 08]上田光浩, 石田彩, 倉本到, 渋谷雄, 辻野嘉宏: 計算機作業環境におけるユーザのインタラクションに応じた周辺情報の提示タイミング, *電子情報通信学会論文誌, J91-A(2)*, 260-269 (2008)
- [Karneman 73] Kahneman D.: Attention and Effort, Engle Wood Cliffs (1973)
- [小塩 11]小塩真司: SPSS と Amos による心理・調査データ解析 因子分析・共分散構造分析まで, 東京図書 (2011)
- [Cherry 53]Cherry E. C.: Some Experiments on the Recognition of Speech, with One and with Two Ears, *the journal of the acoustical society of America*, 25(5), 975-979 (1953)
- [原田 15] 原田恵, 竹内亨, 松尾真人: 情報の受け入れやすさの改善に向けた刺激受容性の提案と生理指標による推定, *情報処理学会 (2015)*
- [Pega 12] Pega, Z. et al.: Characterization of Memory Load in an Arithmetic Task using Non-Liner Analysis of EEG Signals, *34<sup>th</sup> Annual International Conference of IEEE EMBS*, 3519-3522 (2012)