

応援・目標・意義を利用した単調作業の質向上 のためのインタフェース

川上賢太[†] 周遵清[†] 藤波香織[†]

本論文では、単調作業の例として郵便の仕分け作業を選び、作業の満足度が高く、正確度が高く、効率が良い作業を質の高い作業と定義する。知人からの応援・分かりやすい目標・作業意義の情報を提示することによって、作業の質向上を目指す。事前調査を行い情報の効果を確認した後に、情報提示システムを開発して仮想の仕分け環境上で評価実験を実施した。必要な精度の検討を行った後に、実際に仕分け作業を検出するインタフェースを製作して、評価実験を実施した。この結果、作業目標は作業量に応援情報は満足度に効果があること、製作したインタフェースが作業支援に十分な精度を持つことを明らかにした。

An Interface for Improving the Quality of Routine Work for Cheering, Goal, Significance

KENTA KAWAKAMI[†] ZUN QING ZHOU[†]
KAORI FUJINAMI[†]

In this paper, we propose an ambient information system that provides information to improve the quality of work. Here, the quality of work is defined by satisfaction, accuracy and efficiency. A postal sorting operation was selected as a routine work. The proposed system shows an operator the information of cheering, goal and significance of a task. After preliminary survey, we developed the system of showing information and conducted an experiment in a simulated environment, by which we tested the impact of the accuracy of operation sensing. Then, an evaluation with a version that handles an actual sorting task was conducted. As a result, we found that a “goal” was effective for efficiency and “cheering” was effective for satisfaction. The implementation of a sorting operation-sensing component was proved to have sufficient precision for supporting the operation.

[†]東京農工大学工学府情報工学専攻情報工学専修
Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

1. はじめに

古来より、マイスターといった制度に代表されるような職人によるモノ作りが盛んであった。職人は特定の技能を身につけて特別なものを生産していた。ところが、19世紀後半から20世紀にかけての欧米では、産業革命によって機械化が促進され、非熟練労働者を大量に雇って大規模生産を行う工場が登場した。しかしながら、これらの工場では同じ作業を繰り返し続けることで意欲が低下し、能率の低下や作業ミスを引き起こすようになっている。実際、単調作業を行う工場では、おしゃべりをする、わき見をするといった行動が観察されている[1]。

そこで、最初に考えられるのが単調作業を人手の代わりとして機械によって行う方法である。産業革命そのものも機械による大量生産を主眼としており、それからオートメーション化のような作業の省力化は数多くなされてきた。しかし、作業のオートメーション化には限界もあり、たとえば郵便の仕分け作業などは機械化された部分がありつつも手書き文字認識の限界から人手の作業が多く残っている。このため、人間が仕分け作業をするにあたり、意欲を高め能率の低下やエラーを防ぐ必要がある。

本研究では質の高い労働を、作業の満足度が高く、正確度が高く、効率の良い労働と定義し、単調作業を質の高い労働とすることを目的とする。特に、機械化の出来ない代表的な単調作業として郵便物の仕分け作業を選び、この作業を人が行うにあたって作業の支援を行うシステムを提案して、その有効性を実証する。システムから単調作業の質改善に効果的だと思われる情報を検討して、実際に単調作業の質を改善することが本研究の目的である。

本論文では2節で関連研究を分析してシステムの基礎を考え、3節では情報の提示内容の事前調査を行う。4節はシステム構成と情報の提示内容を具体的に紹介し、5節で理想環境下での情報の有効性の評価実験を行う。6節では仕分け作業検出インタフェースに必要な精度を調べ、7節では実際の仕分け作業検出インタフェースの設計と評価実験を行う。最後に、本論文の結論と今後の課題を8節にて示す。

2. 関連研究

現在までの労働や単調作業に関する研究について述べる。

2.1 生産性に対する考え方

産業革命以後工場における集団労働が浸透していくに従って、いかに労働者の生産性を高めるかといった努力が払われてきた。工場が乱立するに従って競争が激化したが、それに対応するため各社はいたずらに労働時間を延ばして奴隷のように働かせる工場が多く生まれた。しかし、それは労働者の意欲の低下につながり、生産性が逆に低くなるという結果となった[2]。そこで、労働者と対立せずの良い環境を用意した上で働いてもらうほうが効率的な生産ができるという考えが生まれてきた。それが科学

的管理法[3]である。これは、大量生産工場の出現によって現れた労働者について経営者と労働者が対立しないで効率的な生産方法を見つけ出す手法である。この考え方によって労働環境は改善したものの、これは組織を大きな機械装置、人間を歯車や部品として考えるものであり、人間的な情緒などは考慮されないという問題点があった。

その問題が明らかになったきっかけがホーソン研究[4]であり、これはウエスタンエレクトリック社のホーソン工場で行われた一連の現場実験のことである。照明・賃金・休憩といった異なる待遇のもとで継電器（リレー）の組立作業を行ってもらい生産量が変わるか調べた。その結果、照明が暗いなどといった条件の影響はほとんど見られず実験を行うごとに生産量が増えた。このことから、連帯感や忠誠心、気分の良さなど情緒的要素も生産に影響を与えることが分かった。

2.2 労働者の意欲に関する考え方

2.1 節の研究から、情緒的要素が作業者の生産性に大きな影響を与えていることが分かった。その上で、ロックは具体的に困難な目標であり、加えて人が拒否しない目標であれば、生産性は向上するという目標設定理論[5]を提唱した。また、モチベーションには内発的動機と外発的動機の二種類がある[6]とされている。内発的動機とは、好奇心や関心など自身の中から生まれてくる動機を指し、賞罰に依存しない動機である。一方外発的動機とは賞罰や義務など外部からの力によってもたされる動機であるが、単調作業はその労働の難易度故に賃金が上がりにくく、外発的動機がもたらされにくい。

2.3 コンピュータによる説得技術

コンピュータを説得のためのテクノロジーとして扱う研究をフォッグはカプトロジ（Computer As Persuasive Technologies）と名づけた[7]。コンピュータによる説得は以下のような特徴がある。辛抱強さを持つ、匿名を受け入れる、膨大なデータを保存し、アクセスする能力、あらゆる戦略、手段を使う能力、コンピュータソフトウェアの拡張性、どこにでも存在できるといったものである。これらの特徴は、膨大な作業量が発生する単調作業に適用しやすく人的コストもかからないため、単調作業の動機づけに非常に適していると考えられる。

3. 情報の提示内容の検討

システム化に際して使用する単調作業の質改善に効果的な情報を特定するため、表1に示されるような意欲に関する理論に基づいた六つの仮説を提示して、最も作業に効果的と考えられる情報を問うアンケート調査を行った。調査対象は20代の学生12人であり、最も効果のあると思うもの、2番目に効果のあると思う仮説を選択してもらった。また仮説ごとに、作業量・エラー数・満足度のそれぞれの項目に対して、予想される効果を5段階評価で回答してもらった。

表1 事前調査の仮説

Table 1 Hypotheses of information for improving quality of work

仮説 No.	内容	根拠
1	知人による仕事の認知	承認欲求[8]
2	社会的な作業意義の認知	自己実現欲求[8]
3	分かりやすい数値目標	目標設定理論[5]
4	作業における工夫や可能性	内発的動機[6]
5	作業怠慢へのペナルティ	外発的動機[6]
6	引き付けるビジュアルやサウンド	映画や音楽の存在

図1に最も効果のあると思うもの・2番目に効果のあると思うものの選択結果を、表2に仮説ごとの各項目への5段階評価の平均値結果を示す。なお、平均値は数値が高いほどその項目に効果があることを示す。

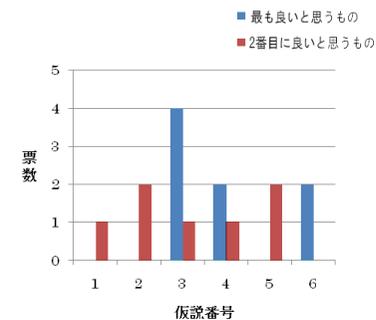


図1 仮説ごとの上位票数

Figure 1 Number of votes for each hypothesis

表2 仮説ごとの各項目への評価
Table 2 Evaluation of each attribute for each hypothesis

仮説 No.	作業量	正確さ	満足度
1	3.29	3.29	4.14
2	3.00	3.43	3.57
3	4.14	3.00	4.00
4	3.57	2.86	3.57
5	3.71	3.14	2.86
6	3.86	3.29	3.71

図1より最も効果のあると思う情報は仮説3の「分かりやすい作業目標」となった。これは作業するにあたって、分かりやすい効果である作業量の増加につながると回答者が考えたためと推測される。また表2より作業量・正確さ・満足度、それぞれへの効果を示すものとして、作業量について回答者がもっとも効果があると考えたものは仮説3の「分かりやすい作業目標」であり、正確さは仮説2の「社会的な作業意義の認知」、満足度は仮説1の「知人による仕事の認知」となった。

4. 作業支援システム ClassifyingBox

3 節から「分かりやすい作業目標」・「社会的な作業意義の認識」・「知人による仕事の認知」の提示が効果的であることが分かったので、これらの情報を提示する作業支援システム ClassifyingBox を開発した。

4.1 機能要件

上に挙げた三種の情報を提示するにあたり、作業目標には現在の作業達成度が欠かせないほか、人によって適切な目標を出すためにも仕分け作業の進行度を取得できる必要がある。作業意義には、郵便の仕分け作業の作業意義を喚起するような情報提示が必要となる。知人による仕事の認知には、同席していない人からも応援できるようにネットワークを介して応援を送信できる機能のほか、知人が仕事の状況を認知するために、作業の進行状況を共有する機能が必要であると考えられる。

4.2 システム設計

4.2.1 システム概要

要件から、仕分け作業検出機能を付けた仕分け棚と応援情報を受け取り、作業状況を管理するソフトウェア、情報を実際に提示するディスプレイが必要であることが分かる。更に、応援情報を送信するソフトウェアが必要である。よって、システム構成は図2のようになる。

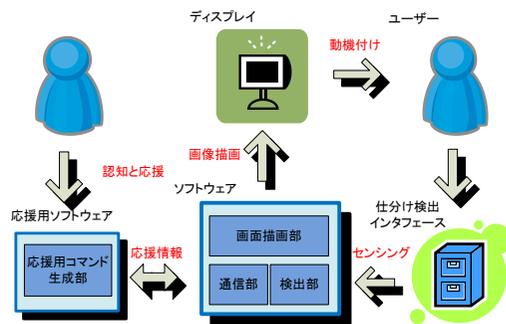


図2 システム構成図

Figure 2 The structure of ClassifyingBox

ユーザは仕分け棚に対して作業を行い、仕分け棚はその結果をセンシングする。コンピュータはセンシングした結果から適切な目標などを設定し、それと同時に応援ソフトウェアから応援メッセージを受け取る。そして、ディスプレイに三つの情報を提示する。

4.2.2 情報の提示内容

三つの情報についてここでは具体的な内容を記す。作業意義の内容については、郵便の本質は配達先の街の繁栄にあると考えた。そこで、図3左のように配達先の街を表現して、仕分けするたびに街が利益を受けて発展していく様を表現することとした。それぞれの区画は図3右のように、最初は畳のみだったものが犬小屋、一軒家、店、ビルと進化していく。より街らしく見せるため、建物のグラフィックは2種類を用意して、建物のビジュアルに多様性を持たせた。

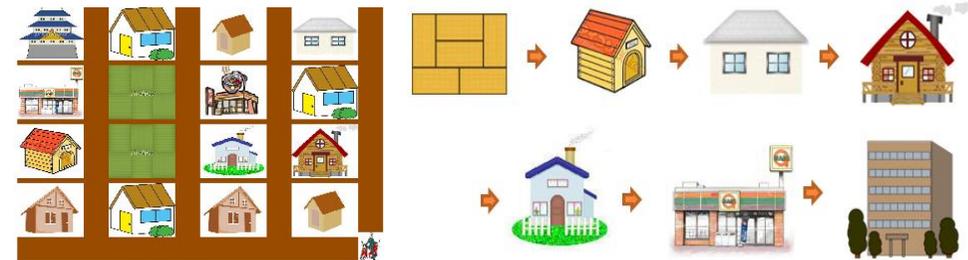


図3 街の発展例と建物の進化順

Figure 3 An example of evolution of a town

一方、分かりやすい作業目標として、図4に表示されるような内容を表示した。作業目標には長期的なものと同期的なものが考えられることから、1分間および10分間の目標を用意した。1分間の作業目標は直近1分間の作業量を受けて決定され、目標を達成すると祝福を表す音やイラストが提示される。10分間の作業目標は作業時間そのものを10分間としたため経験的に決定した。それぞれについて目標値と現在の達成状況が数字とグラフで表現されている。相対的な作業速度を表す指標としては、作業ランクを表示している。あらかじめ設定した基準を元に、作業者のランクが「仕分け見習い」や「仕分けマスター」といった形で表示される。更に、負のフィードバックとして、一定時間ごとに黒い魔物が街を襲うようにし、矢印の向きに街へ向かって進んでいく。仕分け作業を行うたびに魔物は所定位置へ戻る。作業者が仕分け作業をしないでいると画面全体が黄から赤へ変わり、最後には街が焼かれる火事のイラストが表示され、建物が焼け落ちる音と共に任意の区画の建物ランクが1ランクダウンする。

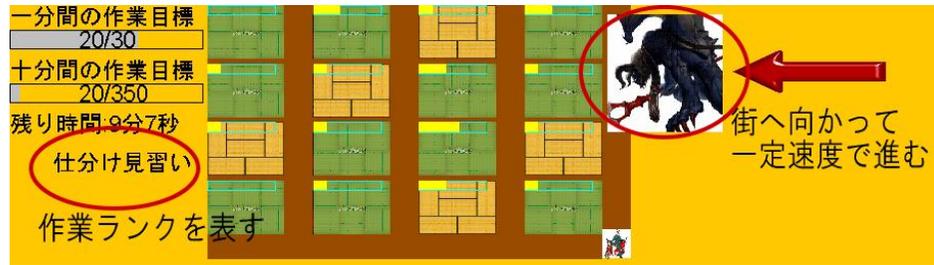


図4 作業目標の提示例

Figure 4 Example expressions of operational goals

また、知人からの応援については図5左のCheeringBoxと命名したアプリケーションから遠隔にて行う。左のCheeringBoxから名前と表情の設定を行い、鳴り物・激励・拍手・フリーメッセージのうち好きな応援コマンドを入力すると作業者の画面には図5右のような応援者の名前とイラストが提示され、コマンドに応じたサウンドが鳴る。また、応援者はウィンドウ下部に表示された作業状況を確認することで、「あと少しだよ！」といった作業状況に応じたメッセージを送ることができる。

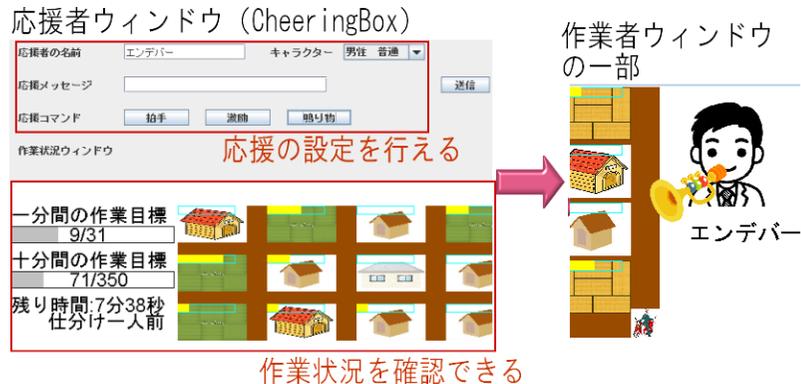


図5 応援者ウィンドウ (左) と応援 (右) の表示例

Figure 5 An example of CheeringBox (left) and presentation for a person being cheered (right)

5. 情報の有効性検証

5.1 仕分け状況センシングのシミュレーション環境

4.2節のように設計した情報の効果を検証するため、仮想環境上での郵便の仕分け作業環境を用意した。これはセンサを用いて実現される仕分け検出部入力精度に影響されない状態で、純粋な情報の効果を調べるためである。図6に示すように、大型タッチパネルディスプレイ (日立ソフト社 StarBoard) を使用して、仮想の柵とハガキを描画する。そして、住所が書かれているはがきをディスプレイ付属のペンで所定の場所にドラッグアンドドロップすることで仕分け作業をシミュレートする。



図6 仮想環境上での仕分け作業

Figure 6 Sorting task in a simulated environment

5.2 実験

5.2.1 実験方法

本システムを使用し、情報の提示効果を検証する実験を行う。比較のために情報提示無しであるパターンPを用意して、表3のように提示情報の組み合わせを決めた。

表3 パターンごとの情報提示内容

Table 3 Content provided information on each pattern

	作業意義	作業目標	応援機能
パターン P	OFF	OFF	OFF
パターン Q	ON	OFF	OFF
パターン R	ON	ON	OFF
パターン S	ON	ON	ON

取得する情報は、1) 作業量(仕分けしたハガキの数)、2) エラー数(間違っただけに入れたハガキの数)、3) QUIS[9]に基づく満足度調査、4) 日本語版 NASA-TLX 法[10]による作業負荷の4種類である。20代の学生6人を被験者とし、パターンP・Q・R・Sの順で行う群とその逆のパターンS・R・Q・Pの順で行う群に分けた。作業時間は各パターンにつき10分間で、事前に1分ほどの練習時間を設けた。なお、パターンSのみ知人関係にある人が応援者となり、別室から応援を行う。

5.2.2 実験結果と考察

パターン別の作業量とエラー数は図7のようになった。作業成績を提示したパターンRにおいて、作業量が最も高い結果となった。ただし、エラー数は画面に何も表示しない時が最も少なくなった。

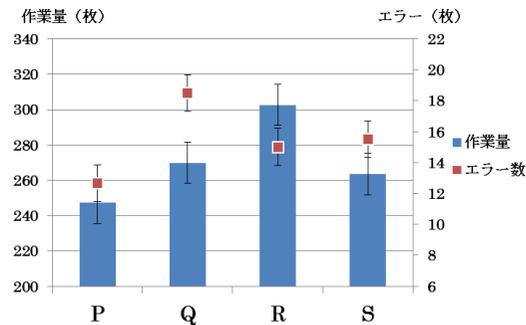


図7 パターン別の作業量とエラー数
 Figure 7 Performance and error for each pattern

被験者からは仕分けマスターの称号を取れて嬉しいといった意見や、魔王が恐ろしくて早く作業しようと考えたという意見を得ることができた。このことから作業目標を付加したことで作業量が増えたと考えられる。また、特徴として正のフィードバックに反応した人と負のフィードバックに反応した人に分かれ、両方について言及する人は少なく片方についてのみ反応する人が多く見られた。パターンQやパターンRは作業しながら目標や町を確認していることが多かったが、応援を付加したパターンSでは応援者の割り込みタイミングで応援サウンドが鳴って応援メッセージを見ることで、少し作業量が落ちていることが結果から分かる。

パターンPと比較すると他の3つのエラー数が増加したことから、エラー数は本システムを使用することでどのパターンでも上がったといえる。これは表示する情報に気を取られたことによると考えられる。作業意義の提示はエラー数の減少に特に効果

がなかったと考えられる。また、「作業目標を目指して頑張ることで焦って間違えてしまった」という意見もあった。

次に、パターン別の作業負荷と満足度の結果を図8に示す。満足度は全ての情報を表示させたパターンSの時に一番高くなった。一方、情報提示のないパターンPでは一番低くなった。被験者からも「何を指したらいいのかわからない」といった意見や「誰かに見てもらえなくなってつまらなくなった」という意見が得られた。反対に、作業負荷は情報提示のないパターンPで一番低くなった。これは情報を見るという作業の手間が1つ減ったためであると考えられる。

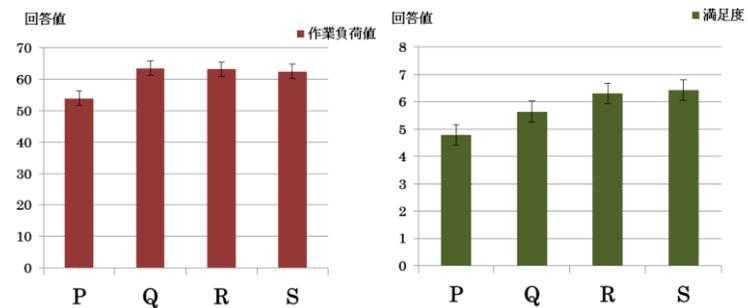


図8 パターン別の作業負荷と満足度 (左: XX, 右: YY)
 Figure 8 Workload and satisfaction for each pattern

5.3 情報の提示効果に関する実験のまとめ

作業目標・作業意義・知人からの応援情報を提示する郵便仕分け作業支援システム ClassifyingBox には以下のような長所と短所があることがわかった。

- 長所 1: 目標機能を付けることで単調作業の作業量を増やすことができた
- 長所 2: 目標、応援機能を付けることで単調作業の満足度を増やすことができた
- 短所 1: ただし、情報を付加することで作業負荷が増加した
- 短所 2: エラー率の低下には本システムは効果がなかった

このような長所があることから、情報の提示内容およびその方法に関して、全ての情報を付加したパターンSを採用する。

6. センシングに起因するエラーの影響検証

上述のような理想環境下での実験により、作業目標・応援の提示に効果があることがわかった。実際にセンサを用いて仕分け作業の状況を取得するにあたり、エラーの

影響を考慮する必要がある。本節では、仕分け作業の認識精度と作業の質の指標（作業量、満足度、作業負荷）の影響に関する調査を述べる。

6.1 誤差の種類

インタフェースの誤差率について検討する。本実験では郵便仕分け作業における、数量の誤差・仕分けタイミングの誤差・仕分け位置の誤差の3種に着目する。数量の誤差とは、仕分けできたハガキの数が異なるという問題で5枚仕分けしたのに3枚と結果が出てしまう数の誤差である。仕分けタイミングの誤差とは、仕分けして10秒後に検出結果が出るといったフィードバックの時間的な誤差である。仕分け位置の誤差とは、左上の棚にハガキを入れたのに右下の棚として検出結果が出るといった棚の位置違いによる誤差である。

センサを使用したインタフェースではこのどれもが起きうる誤差であるため、全て種類の誤差について適用して違いを見るようにする。常に正しい結果が出る誤差0%、2分の1が正しい結果である50%、常に間違った結果が出る誤差100%の3つについて違いを調査する。誤差を自由にコントロールできる環境が必要となるため、ClassifyingBox 仮想版を誤差が自由に変更できるよう拡張する。仮想環境を用いることで、故意に誤差を制御して誤差の効果のみを見ることができる。システムには、数量の誤差として誤差発生時には0,2,3枚の中からランダムに仕分け枚数出力を選択する、タイミングの誤差として誤差発生時には2秒~7秒の遅延を設ける、位置の誤差としては誤差発生時には、正しい棚と違う場所として判定させるといった機能を実装した。誤差は0%から100%の値が任意に選択できるようにする。

6.2 実験

6.2.1 実験方法

誤差設定機能を付加したClassifyingBoxで実験を行う。被験者の負担を減らすため、誤差0%の結果については前回の結果を流用するものとし、誤差100%と誤差50%についてのみ実験を行う。できるだけ実験の順序による差をなくすため、100%→50%の順序で行うAグループと50%→100%の順で行うBグループの二つに分けた。それぞれのグループについて20代の学生3人ずつ計6人で実験を行い、前回と同じように作業量・エラー数・QUISによる満足度・日本語版NASA-TLX法による作業負荷を調べた。

6.2.2 実験結果

誤差別の作業量、エラー数、満足度と作業負荷の関係を図9に示す。作業量については0%の時が一番高くなった。50%や100%の時にはシステムが設定した作業目標を信頼できないという意見が多く、この表示誤差によって作業目標の提示効果が薄れてしまったためと考えられる。エラー数については100%が一番高くなった。最初は情報を見ていたが情報を見なくなり最後には単なる騒音になってしまったという意見があり、このことから情報提示がエラー数の増加に結びついてしまったと考えられる。満足度の調査結果でも0%が一番高い結果となり、誤差が大きい場合には満足

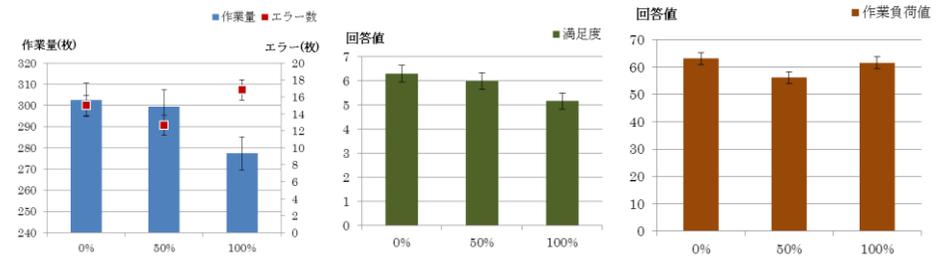


図9 パターン別の作業量およびエラー数(左), 満足度(中央)と作業負荷(右)

Figure 9 Performance and error for each pattern

度にも影響を与えていることが分かる。逆に、日本語版NASA-TLX法による作業負荷では0%が一番高くなっている。これは作業目標を正しく認識してそれに対して努力したために0%の時に一番作業負荷が高くなっていると考えられる。

これらのことから、誤差100%時のシステムのように仕分け検出インタフェースの結果を反映しないシステムでは効果が薄いことが分かる。これにより、仕分け検出部がなくては作業目標や結果が信頼されず、作業者のシステムには仕分け検出部を持ったインタフェースが必要であると裏付けられた。作業目標とは達成度と表裏一体の存在であり、被験者の状況を反映しなければ効果が薄いと考えられる。

次に仕分け検出部を持つインタフェースに求められる検出精度について考察する。誤差100%の実験では、ユーザからシステムの情報があてにならないと感じ、情報を見なくなったという意見が多かった。実験からシステムが効果を持つためにはユーザにシステムを信頼してもらう必要があることがインタビューより分かった。すなわち、誤差100%では1人、50%では3人、0%では全員といった具合に誤差が小さくなるにつれてシステムを信頼している人が増えていることが分かった。このことから、情報提示の効果を上げるためには、誤差を少なくする必要があることを確認した。

6.3 必要精度の検討に関する実験のまとめ

誤差変更機能を付加して誤差を故意に操作した実験の結果以下のことが分かった。

- 誤差100%の完全にランダムなシステムは効果が薄く、仕分け検出部を持つ物理インタフェースが必要である
- 一定以上の誤差があるとシステムが信用されず、情報提示の効果がなくなってしまふ
- その具体的な誤差は人によって異なり、誤差が少なければ少ないほど信用してもらえる人数は増える

7. 実際の仕分け作業への適用

これまでの実験から選択した情報の効果とある程度の精度を持った仕分け状況検出インタフェースの必要性が確認できたため、実物のハガキを使用した作業に適用する。そこで、実際の仕分け作業を検出するインタフェースを開発した。

7.1 インタフェースの実装

仕分け量を検出センサとしては、赤外線反射センサを用いることとした。このセンサによって、ハガキによって生じる反射距離の差を調べる。ただし、センサで確実に動作を検知するには、センサの下をハガキが通るようにしなければならない。その条件を考慮して、ハガキが収納できてハガキの横幅の1.5倍程度の幅を持ち、いくつも重ねることができるCDラックケースを加工して使用した。1.5倍の幅であることで、確実にケース中央部をハガキが通過するようにした。なお、赤外線反射センサには10cm先の物体の有無を検出可能なPhidgets IR Reflective Sensorを使用した。ラックケースの高さは10cm以下であるために、実際には書類棚の上部にセンサを取り付けて検出空間を確保した(図10左)。これにより、図10左写真で示すように、ハガキが通った時のみ赤外線反射センサの距離が10cm以下になるように仕分け箱を設置することで、センサでハガキの通過が判別可能となった。これと同じものを横4列縦4列に並べて、物理インタフェースとして、PhidgetInterfaceKitを介してコンピュータに接続した。また、この上には図10右写真で示すように、仕分け棚と同じ幅を持つワイドディスプレイを設置して情報を提示する。



図10 赤外線反射センサの設置場所(左)と物理インタフェースの全景(右)
 Figure 10 Placement of IR reflective sensor (left) and panorama of the interface

7.2 実験

7.2.1 実験方法

このようなインタフェースを搭載したシステムを用いてシステムによる支援効果を確認する実験を行う。すなわち、システムを使用したときとしないときとで前述の4つの指標を比較する。ただし、経験による差を極力小さくするためシステム無しから有りの順で行うAグループとシステム有りから無しの順で行うBグループに分けた。また、今回は物理インタフェースで経験による差がより大きく出ることが見込まれたため、事前に5分間の練習時間を設けた。AグループとBグループについて20代の学生3名ずつ計6名が実験を行い、作業量・エラー数・QUISによる満足度・日本語版NASA-TLX法による作業負荷を調べた。作業量は、実験後に仕分けできたハガキを数える方法とシステムによる集計の二種類を行った。エラー数は後にハガキを数える際に間違っただけをカウントすることによって調べた。

7.2.2 実験結果と考察

システム有無の場合別の平均作業量、エラー数、満足度と作業負荷の平均値を図10に示す。結果はシステム無しが186.7枚であり、システム有りが186.0枚とほぼ同じという結果になった。一方、エラー数はシステム無しが2.2枚、システム有りが0.8枚と開きがあった。

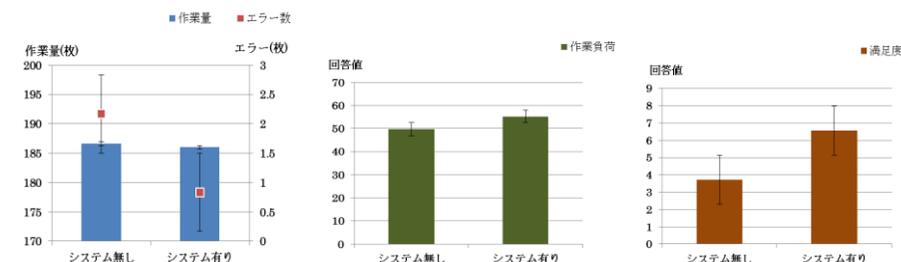


図10 パターン別の作業量、エラー数、作業負荷と満足度
 Figure 10 Performance ,Error ,Workload, Satisfaction on each pattern

作業量を作業員別に見ると、3名の作業量が上がり、別の3名の作業量は下がった。被験者の観察より、作業量の低下は応援を見るたびに作業を一時中断して見ていた、システムから音が鳴り視点移動をしていたといった理由だと考えられる。一方で、被験者のインタビューより、作業量の増加は目標を目指して努力したからであると判明した。つまり、応援機能は作業量の低下に作用し、目標機能は作業量の増加に寄与していると考えられる。エラー数については、特定の人に偏って存在し、エラー数がいずれのパターンも0である人は6人中2人いた。一方で、システム無しで7枚、シス

テム有りで4枚のエラーをした被験者がおり、このエラー数の差は被験者個人のミスによるところが大きい。よって、システムの影響ではないと考えられるが、仮想版の時よりもエラーが大幅に少なくなり、使いやすいインタフェースになったと考えられる。

作業負荷に関しては、システム無しの場合には49.7となり、システム有りの場合には55.2となった。このようにシステムを用いる場合に作業負荷が高くなった。特に、日本語版NASA-TLX法の検査項目のうち「タイムプレッシャー」と「努力」が大きくなり、時間的切迫感と作業成績の維持のために出す必要のある懸命さについて被験者がより強く感じていることが分かる。仮想版の時よりも作業負荷はおおむね小さくなった。これは仮想版と比べて、仕分けミスが起きにくいインタフェースであったからだと考えられる。満足度の平均については、システム無しの場合には3.72となり、システム有りの場合には6.56となり、システムを利用することで満点との平均値である5.0よりも大きな値となった。システムからの賑やかな情報のおかげで退屈しなかった、誰かが見てくれていると思っただけで頑張れたといった被験者のインタビューも得られ、システムによって作業の満足度が高まっていることが分かる。

次にスコアデータの記録ミスが発生した被験者D以外の仕分け枚数とセンサの枚数、それから仕分け枚数とセンサ枚数の差を仕分け枚数で割って算出した誤差率を表4に示す。

表4 被験者ごとの仕分け枚数とセンサ枚数

Table 4 Result of Measured and Result of a System on each subject

被験者 No	仕分け枚数(枚)	センサ枚数(枚)	誤差率(%)
A	186	135	27.4
B	218	252	15.6
C	115	141	22.6
E	203	169	16.7
F	230	229	0.4
平均	190.4	185.2	16.5

この表から、誤差率は平均16.5%に止まり、個人差はあるもののこのインタフェースはある程度の精度があることが分かる。被験者からも査定には使われて欲しくは無いが、目標を表すものなら十分といった意見やインタフェースの反応には何も違和感がなかったといった意見を得ることが出来た。6.2節で述べた実験では、誤差0%で1人、誤差50%で3人、誤差100%で全員の信頼を得られたことを考慮すると、今回の誤差率は16.5%であり、必要な目標精度を達成できたと考えている。

8. まとめと今後の課題

本論文では、作業意義・作業目標・知人からの応援情報提示を行い、仕分け作業を検出するインタフェースを持つシステムClassifyingBoxを提案した。システムの情報を画面上での仮想環境上での郵便の仕分け作業に適用したところ、作業量が増加し、満足度が向上した。また、実際に作業量を取得するインタフェースは、平均誤差が16.5%程度の作業量取得ができ、視点移動が多くなり作業量は増加しなかったものの、満足度を向上させることができた。

今後、より現実の環境に近い状態での実験実施や情報確認のための負荷が少ない情報提示方法の開発を行っていく必要がある。また、工場の組立作業や倉庫のピッキング作業など他の単調作業への応用についても検討していきたい。

謝辞 本研究は科学技術振興調整費「若手研究者の自立的な研究環境整備促進事業」の支援を受けた。

参考文献

- 1 工藤市兵衛, 鈴木達夫, 松広尚佳, 単調作業について, Bulletin of Aichi Institute of Technology Vol.8, pp.89-97, 1973
- 2 田尾雅夫, 組織行動の社会心理学, 北大路書房, 2007
- 3 Frederick Winslow Taylor, The Principles of Scientific Management, Akasha Classics, 2008
- 4 Elton Mayo, Hawthorne and the Western Electric Company, The Social Problems of an Industrial Civilisation, Routledge, 1949.
- 5 Edwin A. Locke, Gary P. Latham, Goal Setting: A Motivational Technique That Works!, Organizational Dynamics, Autumn 1979
- 6 エドワード・L. デシ (著), リチャード フラスト (著), 桜井 茂男 (翻訳), 人を伸ばすカー内発と自律のすすめ, 新曜社, 1999
- 7 B.J. Fogg 著, 高良理・安藤知華共訳, 実験心理学が教える人を動かすテクノロジー, 日経 BP社, 2005
- 8 Maslow, A. H., Motivation and Personality, Haper & Row, 1954
- 9 Harper, B. D. & Norman, K. L., Improving User Satisfaction: The Questionnaire for User Interaction Satisfaction Version 5.5., In Proceedings of the 1st Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference, pp. 224-228, 1993
- 10 芳賀 繁, メンタルワークロードの理論と測定, 日本出版サービス, 2001