

行動の長期的結果提示による癖の矯正効果の検討

菊川 真理子[†] 金井 秀明^{††}

本研究ではユーザが抱える癖を通知し、矯正する手法を提案・検討する。癖を矯正するためには、癖が発生した時にユーザが癖を認識し、矯正することが重要である。しかし、癖を認識するためにタスクを中断させてしまえば「タスクを遂行する」という本来の目的が果たせない。そのため、ユーザがタスクへの集中を維持しつつ、通知を認識して癖を矯正するシステムが必要である。本研究ではユーザが注視している対象に、癖をもたらす長期的結果を連想するような視覚効果を加えることで癖の矯正を試みる。本研究ではVDT (Visual Display Terminals) 作業をしている時の姿勢を矯正する。我々は姿勢が悪くなると視界がぼやけるシステムを2つ作成した。2つのシステムはそれぞれ短時間の使用と長時間の使用を想定し、異なる通知動作を持つ。短時間用のシステムでタスクへの影響を調査した結果、提案手法はタスクの遂行に影響を与えないことが判明した。長時間用のシステムで癖の矯正効果を調査した結果、提案手法は癖を矯正する動機を与えることが判明した。

Research on effects of breaking user's habits by showing a long-term result of user's action

MARIKO KIKUGAWA[†] and HIDEAKI KANAI^{††}

In this paper, we propose a method for breaking a user's habit in performing a task. To break bad habits, users have to recognize these when they occur. If users interrupt a task when recognizing a habit, their task concentration could be reduced. Therefore, we need a system that can maintain concentration and break habits. We propose a method that adds visual effects associated with bad habits to the effects observed by users. We targeted poor posture in a task with VDT. We implemented two system that produces a blur effect when users have poor posture. One has notification function for a short-time use, and the other has one for a long-time use. We estimated some effects on task performances with the former system. As a result, we observed that the system did not affect the performances. We estimated some effects on breaking of a user's habit with the latter system. As a result, we observed that the system motivates users to break their habits.

1. はじめに

スポーツやVDT作業などのタスク遂行時において、人間は様々な癖を持っている。癖を矯正するのは難しいが、一部の癖は矯正せずに放置しておくことで人体に悪影響を及ぼす。癖の多くは無意識に現れるので、本人が気づく事は難しい。そのため、癖の矯正には、第三者から癖の発生を指摘してもらうことが重要である。

タスク遂行中のユーザに対し、癖の発生を通知することで、通知内容に応じてユーザが癖を矯正する効果が期待できる。一方、その通知によってタスクへの集

中度が低下することがある。このようにタスク遂行中のユーザに対する通知が抱える課題は、ユーザに通知内容への対応を促す点と、タスクへの集中を維持させる点がある。従来のタスク中における通知に関する研究では、これらの課題のうちどちらか一方のみを解決する手法が提案されてきた¹⁾²⁾。しかし、どちらか一方のみの解決ではタスク遂行中に発生する癖の矯正は難しい。癖の矯正のみを達成した場合、タスクへの集中が妨げられる。タスクへの集中維持のみを達成した場合、癖が発生しても矯正せずにタスクを遂行してしまい、癖が強化されてしまう恐れがある。以上の理由により、タスク遂行中に発生する癖の矯正という目的を達成するためには、タスクへの集中を維持させる必要と、癖の発生と同時に通知を認識させて矯正を促す必要がある。この問題に対し、我々は癖の長期的な結果を疑似体験させるシステムを以前開発した³⁾。実装した機能の一部を用いて提案システムがタスクへの集

[†] 北陸先端科学技術大学院大学

Japan Advanced Institute of Science and Technology

^{††} 北陸先端科学技術大学院大学 ライフスタイルデザイン研究センター

Japan Advanced Institute of Science and Technology
Research Center for Innovative Lifestyle Design

中を維持するかを評価した。本論文ではシステムを評価した結果明らかになったことについて考察と展望を述べる。

2. 提案手法

人間は癖が出た時に長期的な結果よりも短期的な結果を意識する。短期的な結果が人間にとって好ましい結果で、長期的な結果が人間にとって害となる結果である場合、短期的な好ましい結果を意識して癖を繰り返し、結果的に長期的な結果である害を被ってしまう。癖を治すためには、短期的な結果よりも癖を矯正したいという動機を強調する必要がある⁴⁾。癖の発生時に長期的結果を再現すれば、本来ならば長期的にしか得られなかった結果を短期的に実感でき、姿勢を矯正するモチベーションへと繋がるのではないかと考える。

一方、癖の矯正方法には癖の原因を排除するという手法も存在する⁵⁾。悪癖の矯正手法として、原因を排除して癖が発生しないようにするか、長期的な結果を提示して矯正へのモチベーションを上げることで矯正させるかのどちらが適しているかを検証したい。本研究では、原因を排除するという手法と提案手法を比較する前段階として、結果を提示する手法はタスク遂行の障害にならないか、タスク集中時でも認識可能であるかを検証する。

癖の長期的結果提示による癖の通知手法を、VDT作業時における姿勢の通知に用いることで矯正効果を検討する。姿勢悪化の長期的結果である視力の悪化⁶⁾を、ディスプレイの表示内容をぼかして表現する。表示内容の可読性を落とさない程度にぼかすことで、通知が発生した時にもタスクを継続出来るようにする。ディスプレイの表示内容全体をぼかすことで、ユーザが作業しているウィンドウの表示内容もぼやける。注視対象に変化が生じることで、集中状態にあるユーザでも通知を認識すると考えられる⁷⁾。このように、行動の長期的結果を提示するという通知手法は、タスクを中断させずに通知を認識させることが可能であると考えられる。

提案するシステムの概要を図1に示す。ユーザの姿勢が変化するとシステムが感知し、現在どのような姿勢であるかという姿勢情報をディスプレイに反映させる。ユーザはディスプレイに現れた姿勢情報を見て、姿勢を矯正する。

3. 関連研究

タスク従事者に対し、タスクへの集中を維持させたまま振舞を矯正させることを目的とした研究では、危

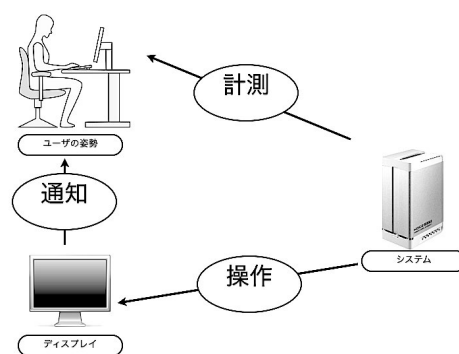


図1 システム概要図
Fig.1 System overview

険情報の提示による化学実験従事者の安全技術向上支援システムがある⁸⁾。この研究では通知に曖昧さをもたせることで作業者に通知内容について考慮させ、最終的に作業者がシステム無しでも安全な作業が行えるように導いている。本研究では、ユーザの癖によって生じる「目が悪くなる」という長期的な影響を疑似体験させることで、ユーザの行動を改善するように導いている。

4. 実装

本研究では短時間の使用を想定した「短時間タスク用通知システム」と長時間の使用を想定した「長時間タスク用通知システム」という2つの通知システムを実装した。2つの提案システムは共通して、ユーザとディスプレイの距離がある一定の距離より近くなったときに姿勢が悪くなったと判断し、そのことを通知する。2つのシステムは、ユーザとディスプレイの距離を検知する「距離検出部」と、距離検出処理とディスプレイ通知処理を連動させる「連動部」を共通して持つ。ユーザの姿勢状況を通知する「通知部」は2つのシステムで異なる動作をする。「短時間タスク用通知システム」の「通知部」はぼかし度合いの閾値が最初に設定した値から変化しない。「長時間タスク用通知部システム」の「通知部」はぼかし度合いの閾値がユーザの姿勢に応じて変化する。システムはMacOS上で動作する。「距離検知部分」はC++とKinect⁹⁾のライブラリであるOpenNIで、「通知部」はObjective-Cで、「連動部」はAppleScriptで実装した。

4.1 共通部分

4.1.1 距離検出部

Kinectに搭載されている距離センサーによってユーザとディスプレイ間の距離を計測する。Kinectをユーザから見てディスプレイより50cm後方に設置した40cmの高さの台の上に設置する。ユーザの些細な動

きに反応しないよう、ユーザとディスプレイ間の距離をいくつかの段階に分けて捉える。視力低下を防ぐためには、ディスプレイとユーザは 40cm 離れていなければならない¹⁰⁾。また、それ以上距離が離れている場合は背筋が伸びておらず、腰に負担を与えている恐れがある。ディスプレイとユーザの距離が 40cm の時を通知が発生しない距離とし、それより一定距離増減があるごとにグループを分ける。増減が多いグループほど、より画面がぼやけて見える。作業中にユーザとディスプレイ間の距離のグループが変化した場合、どのグループかという情報を添えて連動部を呼出す。

4.1.2 連動部

「距離検出部」で距離の変化が検知されると呼び出される。距離の情報を引数として受け取り、「通知部」を担当するアプリケーションを操作する。

4.2 通知部

4.2.1 短時間タスク用の通知動作

短時間タスク用通知システムは、ユーザが短時間でシステムを終了する事を想定している。単純にユーザとディスプレイ間の距離を通知する。ディスプレイと同じ大きさで、ガウシアンフィルタがかかったウィンドウを表示し、ディスプレイの表示内容をぼかす。ガウシアンフィルタは画像中の各座標において、周囲の画素を重みをつけつつ平均化することで作成される。平均化する画素の範囲を広くするとよりぼやけ、狭くするとはっきりと映るようになる。この範囲を「連動部」から操作できるようにし、ユーザとディスプレイ間の距離とぼやけ具合を関連づける(図2)。本稿では、平均化する画素の範囲の半径を「ぼかし半径」とする。最も通知が弱い時に設定されるぼかし半径を「ぼかしの基準値」とする。その値を基準に、ユーザとディスプレイの距離が近づくほどぼかし半径を広めていく。短時間タスク用通知システムではシステム起動前にぼかし基準値を設定し、システム終了まで基準値を変更しない。

4.2.2 長時間タスク用の通知動作

長時間タスク用通知システムでは、ユーザが長時間に渡ってシステムを使う事を想定している。ユーザとディスプレイ間の距離に加えて、システムが動いている間のユーザの姿勢の推移も含めて通知する。短時間タスク用通知システムの通知部と同じく、ディスプレイと同じ大きさで、ガウシアンフィルタがかかったウィンドウを表示する。長時間タスク用通知システムでは、ユーザの姿勢によってぼかしの基準値を変更する。システム起動前に設定したぼかし半径が狭いと、ユーザがぼかしを認識せず、姿勢通知を認識できない恐れが

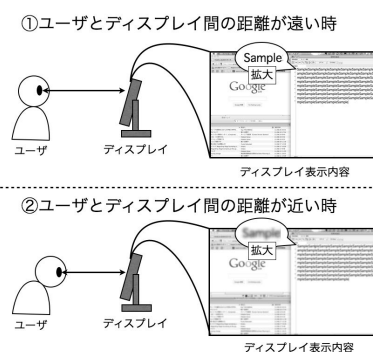


図2 ユーザとディスプレイ間の距離とディスプレイ表示内容の連動
Fig.2 Conjunction the distance between user and display and the display contents

ある。そのため、ユーザの姿勢が一定時間矯正されないようであれば、より強くぼやけるようにする。一方、ユーザの姿勢が一定時間矯正されたままであれば、ぼやけ具合を弱める。システムの動作中、一定時間ごとにユーザとディスプレイ間の距離を記録したログファイルを読み込む。一定時間のうち、ユーザとディスプレイの距離が適切である時間が50%以下であればぼかし基準値を0.1広めるよう設定ファイルを書き換える。ユーザとディスプレイの距離が適切である時間が50%以上であればぼかし基準値を0.1狭めるよう設定ファイルを書き換える。

5. 評価実験1

提案手法がタスク遂行を阻害しないかを評価した。本実験では、予め各被験者に対して実験システムのキャリブレーションを行う。その後、VDT作業としてタイピング課題を行う。被験者は、姿勢状態に応じてシステムからの姿勢矯正の通知を受けながらタイピングを行う。被験者には、通知手法の説明と通知条件を事前に説明した。実験は、被験者は10人(男性9人、女性1人、平均年齢23.1歳)で、実験の所要時間は平均1時間であった。

5.1 準備

どれくらいのぼやけ半径からディスプレイの表示内容がぼやけていると認識されるかは人によって異なる。そのため、事前に認識できたぼやけ半径を調査した。調査用のシステムでは、同じ画像に対し、ガウシアンフィルタをかけていない画像とかけた画像を表示する。被験者は2つの画像を見比べて、一方の画像がもう一方の画像よりもぼやけているように見えるかを答えていく。画像にかかっているガウシアンフィルタのぼかし半径を変更していき、画像がぼやけているように見ると回答された最小のぼやけ半径をその被験者のぼ

かし基準値とする。ほかし基準値測定後、タイピング練習を一度行う。

5.2 評価実験用 VDT 作業

実験は通知方法によってタスク遂行にどのような影響が出るかを目的としている。通知発生には姿勢の変更が必要だが、通常の作業では姿勢の変化は短時間では発生しない¹¹⁾。本実験では、被験者は姿勢変化を誘発する探索タスクや視標追跡タスクを行う¹²⁾。実験では、被験者は以下の3つのタスクを行う。タスク中に解答に不安な箇所がある場合には、解答の見直しを可能とした。

- (1) 数字の羅列を逆順で複写する
- (2) 数字の羅列の中から特定の数字をカウントする
- (3) 移動するテキストを複写する

5.3 通知手法

本実験では以下の4つの通知手法で姿勢変化を通知し、各手法時におけるタスク遂行への影響を比較する。

通知手法 A 通知無し

被験者の姿勢が変化しても何も通知しない。

通知手法 B モーダルウィンドウが出現する

最前面にウィンドウを表示する。

通知手法 C 周辺のウィンドウに表示する

ディスプレイ上部に現在の姿勢情報を表示する。

通知手法 D 提案手法

被験者の姿勢に応じて画面がぼやける。

被験者は3つのタスクを4つの通知条件で行う。計12回タスクを行い、一つ一つのタスクが短時間で終了することが予想されるので短時間タスク用通知システムを用いる。通知が発生する順番は被験者ごとにランダムで決定した。タスクへの集中が維持されているかを評価するためにタスクの正答率と遂行秒数を計測した。また、参考用データとして、実験中の操作のログと、各通知手法がタスク遂行の邪魔になったかというアンケートをとった。

6. 結果

5章で述べた評価実験の結果について述べる。提案手法では、通知によってタスク遂行に影響を与えないことを目標としている。タスクへの集中が維持されたかを判断するために、VDT作業の作業効率を計測した。タスク完了時間とタスクの正答率について比較する。

(1) 正答率による評価

タスク1と3において、各被験者がどのくらい正確に文字を打ったかを示す正答率を「((問題の字数)-(見落とした字数))/((問題の字数)+謝って入力した字数)」

表1 各通知方法におけるタスク平均遂行時間(秒)

Table 1 The average of seconds of completing tasks in each notification method.

タスク	通知手法 A	通知手法 B	通知手法 C	通知手法 D
タスク 1	229.7	337.2	261.7	275.2
タスク 2	105.3	89.12	105.6	81.54
タスク 3	123.9	132.8	136.3	114.6
合計	458.9	559.1	503.6	471.34

によって求めた。また、タスク2において各被験者が解答した数と正解数の差を求めた。これらの値の平均値を、通知手法ごとに求めた。タスク1とタスク3の正答率は全ての通知手法で正答率が95%を超えた。タスク2では数え間違いが最も多い時でも1文字程度に抑えられている。以上の結果より、正答率は全ての通知手法で高いと考えられる。このことから、被験者は解答に間違いが無いように真剣にタスクに取り組み、タスクに集中していたと考えられる。通知手法ごとの解答時間を比較して、タスクへの集中が維持されていたかを評価する。

(2) 解答時間による評価

各タスク遂行にかかった時間(秒数)の平均を通知手法ごとに表1に示す。通知手法A時におけるタスク遂行秒数と他の通知手法時における各タスク遂行秒数の間で、有意水準5%で有意差があった。通知が発生しない通知手法A時の秒数と比較して、タスク1の時は通知手法Bの秒数が多いという結果が出た。一方、タスク2とタスク3はどの通知手法も大幅に秒数が増加しなかった。

7. 考察

通知手法B時の通知発生回数を調査した結果、タスク2とタスク3ではほとんど通知が発生していないことが明らかになった。通知の発生と共にタスクを行っていたのはタスク1の時のみであると言える。タスク1ではタスク遂行秒数が大幅に増加している。操作のログを見ると通知が発生する度に平均10秒間タイピングを中断しており、タイピングの中断時間分タスク遂行秒数が増加しているのではないかと考えられる。以上から、通知手法Bは作業効率を低下させると考えられる。

提案手法である通知手法Dの遂行時間と通知手法Aの遂行時間を比較すると、タスク1遂行時では通知手法Dの遂行時間の方が長い。しかし、タスク1ではどのような通知が発生してもタスク遂行時間が伸びてしまうという結果が出た。タスク遂行中の操作のログを見た結果、通知手法Dでは通知が発生してもタ

イピングが中断されていない。そのため、提案手法ではタスクを中断せずに通知を与えているという結果が出た。また、実験終了後のアンケートでは82%の被験者から通知手法Dはタスク遂行の邪魔にならなかったという意見を得た。このことより、提案手法によってタスク遂行時間は増加してしまうが、どのような通知でも多かれ少なかれタスク遂行時間を増加してしまうものであり、その中でも提案手法はタスクを中断させず、邪魔では無いという印象を得られた手法であると考えられる。また、タスク2、タスク3においては通知手法Aの時と比較してタスク遂行時間が増加しておらず、このことから提案する通知手法はタスク遂行の邪魔にはならないと考えられる。

8. 評価実験2

今回の実験では提案手法がタスク遂行に影響を与えないことを確認できたが、癖を矯正するよう促す効果があるかは確認できていない。提案手法による癖の矯正効果を評価する。今回は予備実験として、実験中に姿勢が変化するか確認と、通知に対する印象を簡単に調査した。

8.1 評価実験用 VDT 作業

今回の評価実験では5分ごとにタスクが終了したため、姿勢の推移が十分に観測できたとは言い難い。また、被験者に課したタスクが姿勢悪化を誘発するための特殊なタスクとなっている。提案手法が人々が日々行なっているようなVDT作業でも有効であるかを確かめる必要がある。一般的なタスクの場合、姿勢の変化には一定の時間を必要とするため、姿勢の推移を観測するという目的も込めて長時間のタスクで評価実験を行う。長時間のタスクで実験を行うため、長時間タスク用通知システムを用い、ユーザの姿勢推移によってばかりの基準を変更する。

以上の条件を満たすタスクとして、百科事典サイトでの調査タスクを設定する。インターネットでの調べ物や、百科事典サイトを閲覧しての調べ物は日常的に行われている行為である。被験者はこちらが指定した項目を百科事典サイトで調べる。項目を読み終わったら関連項目を調べる。長時間における姿勢の推移を観測するため、一時間経過するまで関連項目から関連項目へとジャンプし、読み続ける。項目を調べる際、エディターに項目名を書き写す。調査した項目数を報告させることで、被験者がタスクに集中して取り組むと考える。

8.2 通知手法

提案手法はユーザの姿勢に応じてばかり半径を変更

している。これは姿勢悪化の長期的結果を提示するという手法の通知に加えて「ユーザの姿勢が今このくらい悪い」ということをフィードバックするという手法の通知であるとも考えられる。長期的結果提示という手法の有効性を考えるためには、フィードバックという手法による効果を分けて考える必要がある。フィードバックのみを与える通知手法と提案手法を比較することで、長期的結果提示のみの効果が得られるのではないかと考える。ディスプレイ上部に姿勢の情報を表示するという形で姿勢情報をフィードバックする通知手法と、提案手法を比較する。各通知手法で、4人ずつ実験を行う。提案手法である癖の長期的結果の提示によって、実際に癖を連想し、矯正するかを評価するため、被験者には「姿勢の悪化によって画面がぼやける」ことは伝えない。

8.3 評価指標

実験終了後アンケートを行い、通知を認識していたか、通知にどのような印象を受けたか等を調査する。両通知ともに、実験中に通知に気づいたかを尋ねる。気づいた場合は、どのような条件で通知が発生したかを尋ねる。姿勢の変化によって通知が発生することに気づいた者には、通知が発生しない姿勢を発見したかを尋ねた。また、全ての被験者に通知を消したいと思ったかを尋ねた。

9. 結果

60分間の実験中に姿勢の変化が見られた。姿勢の変化を文字情報によるフィードバックのみによって通知した場合、4人中2人の被験者が通知を認識した。通知を認識した2人共が、通知によって現在の自分の姿勢が認識できたと述べている。しかし、両者共に通知を消したいとは思わず、姿勢を矯正しようとしなかったと述べている。このことから、フィードバックのみでは現在の姿勢を認識させることができるが、矯正させるまでには至らないということが判明した。姿勢の変化を提案手法によって通知した場合、4人中4人の被験者が通知を認識した。4人中2人の被験者が通知条件に気が付き、そのうち1人が画面がぼやけない、適切な姿勢の条件を発見できた。このように、提案手法による姿勢通知では通知の発生は認識可能だが、現在の自分の姿勢が適切な姿勢からどのくらい離れているかを読み取ることは難しい。4人中4人が画面がぼやけているよりはっきり見えている方が好きで、ぼやけを除去する方法がわかればその方法を実行すると述べている。このことから、提案手法には姿勢を矯正したくなる効果はあるが、取るべき姿勢を伝えることが

できていないと考えられる。また、被験者の中に「眼鏡を外した時のような感覚を受けた」と感想を述べているものがあり、視力低下のイメージを与えることが出来ているのではないかと考えられる。

フィードバックによる通知は被験者が現在どのような姿勢で、どのような行動をとればよいかを伝達可能で、提案手法による通知は被験者に癖を矯正したいという動機を与えることが可能である。各々の通知単独では癖を矯正できないが、2つの通知を組み合わせることで癖を矯正可能ではないかと考える。

10. 今後の課題

通知によって姿勢がどのように変化しているかを、データによって判断する。予備実験と同じ実験を、より多く的人数で行う。被験者がタスク遂行中にどのように姿勢を変化させたかを、被験者とディスプレイ間の距離のログから評価する。ぼかしの基準の変更ログと併せて見ることで、ぼかしの基準が狭い時でも姿勢を矯正したのか、ぼかしの基準が広い時だけ姿勢を矯正したのかといった通知に対する被験者の反応を分析する。しかし、これらのログだけでは被験者が姿勢を矯正しない時に「通知を認識していないから姿勢を矯正しない」のか、「通知を認識していても無視しているから姿勢を矯正しないのか」判断できない。被験者が姿勢を矯正したのか、していないのかという情報以外にも通知を認識しているのか、していないのかという情報が必要である。通知を認識しているかを判別するため、被験者は通知の発生を認識したらその旨を発言するというルールを設ける。実験中は被験者の音声を録音し、通知を認識した状態と通知に反応して行動した状態とを区別する。

11. まとめ

人の癖を矯正する事を目的に、タスク集中の維持と癖矯正促進の両条件を満たす通知手法を提案した。PC作業時における姿勢変化に焦点をしばり、ディスプレイ上の表示に変化を与えることで姿勢矯正を促した。姿勢悪化の長期的結果である視力悪化をディスプレイ上で連想させることで姿勢の矯正に繋がるのではないかと仮定した。タスクへの影響を調査した結果、通知手法は作業効率に影響を与えないことが明らかになった。癖の矯正効果をアンケートによって調査した結果、癖を矯正したいという動機を与えることが可能であることが明らかになった。今後は、ユーザの行動を記録して癖の矯正が行われているかを定量的に評価する。

謝辞 本研究は北陸先端科学技術大学院大学ライフ

スタイルデザイン研究センターの支援を受けて実施された。特に示唆に富むコメントをいただいた西本教授に感謝する。

参考文献

- 1) 村上 遥, 他, 危険アウェアネスのための不快なインタフェースの実装, インタラクション 2009, pp.141-142, 2009.
- 2) Maglio P. Paul, et al., Tradeoffs in Displaying Peripheral Information, CHI '2000 ACM, pp.241-248, 2000
- 3) 菊川真理子, 金井秀明, タスクへの集中維持と癖の矯正促進を両立する上方通知手法の提案, グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2011 論文集, p.53-58, 2011
- 4) 杉山尚子, 行動分析学入門, 集英社, 2005
- 5) Harrison Chris, et al., Lean and Zoom: Proximity-Aware User Interface and Content Magnification, CHI 2008 Proceedings, pp.507-510, 2008
- 6) 高橋 ひとみ, 「箸の持ち方」「鉛筆の持ち方」と「姿勢」と「視力」の関連, 桃山学院大学総合研究所紀要, 30(2), pp.1-11, 2003.
- 7) Stafford Tom, Webb Matt, 夏目大, MIND HACKS, オライリー・ジャパン, pp.159-161, 2005.
- 8) 宗官 祥史, 稲川 暢浩, 品川 徳秀, 江木 啓訓, 藤波 香織, 危険情報の提示による化学実験の安全技術向上支援原理の基礎検討, 情報処理学会インタラクション 2010, 2010.
- 9) Microsoft, Kinect, <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>(参照-2011-8-24)
- 10) 厚生労働省, 新しい「VDT作業における労働衛生管理のためのガイドライン」の策定について, 2002
- 11) 小杉 勝己, 永池 俊也, 遠田 敦, 櫻村 奈美, 横田 善夫, 岡 正俊, 石川 弘二, 生原 悟, 林田 和人, 渡辺 仁史, 5001 VDT作業における着座姿勢の時系列変化に関する研究(建築計画), 研究報告集 II, 建築計画・都市計画・農村計画・建築経済・建築歴史・意匠(74) p. 1-4, 2004
- 12) 高橋 憲一, 鈴木 重男, 視標追跡動作時にみられる目と頭の協調運動理学療法学 14(1) p. 27-32, 1987