

# ズーム情報を利用した適応型遠隔カメラ制御法

郷 健太郎<sup>†</sup> 伊藤 雅広<sup>††</sup> 今宮 淳美<sup>†</sup>

本論文では、ズーム情報を利用してパン・チルト量を変化させるという適応型のネットワークカメラ制御手法を提案する。本手法では、ズームインしているときに、入力装置の変位量に対するカメラのパン・チルト量を小さくすることで、ズームイン時のカメラの動かしすぎを防ぐ。本手法をプロトタイプシステムとして実装し、評価実験を行った。その結果、ジョイスティックを入力装置として選んだ場合には、文字検索タスクにおいて有意に探索時間を減少させることが分かった。一方で、キーボードを入力装置として選んだ場合には、その効果が失われることが明らかになった。これらの分析結果から、本手法がすばやく正確な制御が困難な入力装置に対して有効であることを示した。

## An Adaptive Camera Control Method Using Zooming Information

KENTARO GO,<sup>†</sup> MASAHIRO ITO<sup>††</sup> and ATSUMI IMAMIYA<sup>†</sup>

The paper proposes an adaptive control method of network camera. The method makes control-display ratio variable depending on zooming. When it zooms in on a particular object, it makes the panning speed slower. Thus, its user can avoid panning the camera too much. We implemented the method into a prototype system and conducted experiments. As a result, when we use joystick as its input device, it decreases time of visual searching task significantly. It is useful for input devices, which do not provide high accuracy and speed of pointing.

### 1. はじめに

インターネット上のネットワークカメラは、現在よく利用されるシステムの1つである。Web ページの一部に、定期的に取り込んだ写真を載せる場合も増えている。一般には「インターネット・ライブ・カメラ」という名前で呼ばれている。このようなシステムの一部は、ネットワーク上の第三者に対して制御権を与え、利用者は、単純な命令を与えることで、カメラを制御することができる。たとえば、パリのエッフェル塔広場の現在の状況、特に自分が見たい部分の映像を、東京に居ながら見る事が可能である。

典型的なネットワークカメラは、クライアント・サーバ形式で実現されている。ここでは、利用者はクライアントのディスプレイに表示されたオブジェクト(矢印ボタン)をマウスでクリックし、ネットワーク接続されたカメラ制御用サーバにカメラ制御用コマンドを送る。サーバが取得したコマンドはカメラに送られ、

カメラからのフィードバック映像が、サーバからクライアントへ送られることになる。このようなシステムでは、クライアントでの制御用コマンド入力に、従来型の入力装置であるマウス(あるいはキーボード)が利用されている。

一方、今後マルチメディアコミュニケーションシステムが発展していけば、従来型のキーボードやマウスの枠組みを超えた、多様な入力装置の利用が予想される<sup>1),2)</sup>。現在では、頭部位置<sup>3)</sup>や視線<sup>4)</sup>などの入力手法が検討されつつあるが、このようなモジュールを利用した入力装置では、指先によるものほどのすばやさや正確さとを兼ね備えたコマンド入力は達成されておらず<sup>5),6)</sup>有効なカメラ制御手法が見当たらないのが現状である。

本論文では、すばやく正確にコマンド入力できない状況を仮定し、そこで有効となるカメラ制御手法について議論する。具体的には、カメラのズーム情報を取得し、その値によってパン・チルト量を変更する、適応型の制御手法を提案する。そして、その手法を実装したシステムに対して評価を行う。

以下、本論文の構成は次のとおりである。2章で適応型カメラ制御手法に、3章で評価実験について述べ

<sup>†</sup> 山梨大学工学部

Faculty of Engineering, Yamanashi University

<sup>††</sup> 山梨大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Yamanashi University

る．4章で議論を行い，最後に5章で本論文の結論と課題を述べる．

## 2. ズーム情報を利用したカメラ制御

### 2.1 カメラ制御における問題点

ネットワークに接続された遠隔カメラの代表的な問題点は，(1) 遅延の存在と (2) 制御手法の単純さという2点に集約される．(1) については，任意の対話型システムに本質的に存在する遅延<sup>7)</sup>と，ネットワーク接続に起因する遅延に分類される．

ネットワーク接続に起因する遅延に関しては，京都工芸繊維大学のグループが詳細な調査を行っている<sup>8)~10)</sup>．文献 10) では，マウスポタン押下時間 200 [ms] 以下の操作を「パルス操作」と名づけ，遅延時間が増大した場合にパルス操作回数が増えることを明らかにしている．

一方，(2) の制御手法の単純さについては，簡易遠隔制御装置（いわゆるリモコン）の範囲を出ていない．典型的なカメラでは，リモコンに設置されたボタンを押すことで制御コマンドを指定する．そのため，リモコンを模擬したインタフェース要素をモニタ画面上に配置し，マウス操作によって，それらの要素を選択するシステムが多く作られている<sup>13)</sup>．

このカメラ制御手法の利点として，実装が容易であるという点があげられる．また，リモコンの操作になれているユーザに対しては，外観が直感的で理解しやすい．しかし，入力装置を主にマウスとキーボードに制限しており，自由度の高いその他の入力装置に対して親和性が低い．

しかもズームによって画角が変化した場合でも，パン・チルトの量は一定である．したがって，カメラ操作に慣れるまでは，ズームインしたときにカメラを動かすすぎてしまい，見たい場所の映像をうまく表示することが難しい．

この問題は，手持ちカメラと遠隔カメラとを比較すると分かりやすい．手持ちカメラであれば，ズームアウト時とズームイン時でパン・チルト量を柔軟に変化させ，ズームイン時には少し小さめにカメラを動かすということを我々は経験的に知っている．しかも，仮に目標物を見失ったとしても，手持ちカメラの場合はカメラの映像表示領域から目を離せば，目標物の場所と周辺情報を肉眼で確認することができる．一方，リモートカメラの場合には，カメラから送られてくる画像以外の情報は基本的に利用できない．したがって，より柔軟なカメラ制御法が要求される．

上記の問題に着目し，以下ではカメラのズーム量

に対しパン・チルト量を変化させる手法を議論する．ズームイン時とズームアウト時で，入力装置の変位量に対するカメラのパン・チルト量を小さくすることで，ズームイン時のカメラの動かしすぎを防ぐことができると考えられる．

### 2.2 ズーム量によるパン・チルト 変位補正

ズーム量に応じてパン・チルトの変位量を補正する考え方をシステムとして実装するために，ディスプレイに表示される物体の見かけ上の移動速度を，入力操作に対して一定に保つ方法をとる．この手法を実現するため，カメラの画角の変化量に対してパン・チルト速度の変化量を擬似的に一定にする．これを本論文では，ズーム情報を利用した適用型カメラ制御法と定義する．

本手法の具体的な実現方法と，各乗数の決定基準は以下のとおりである．なおここでは，ニスカカラー CCD カメラ NC-2 (パン角 140 [deg]，チルト角 40 [deg]，焦点距離  $f$  5.8 ~ 58 [mm]) を対象に補正量を決定した．

NC-2 の最もズームインした状態での水平画角は 4.6 [deg] であり，最もズームアウトした状態での水平画角は 45.5 [deg] である．したがってカメラを制御する場合に，カメラ操作者がこのズーム領域全体を利用できることを基本方針とした．

まず，最もズームインした状態で NC-2 を制御する場合を想定して，ここでのパン速度を 5.0 [deg/sec] とする．これは，文献 9) で調査している最低のパン速度 (5.4 [deg/sec]) を基準にし，NC-2 で制御可能な単位パン速度 (1.0 [deg/sec]) 以下の値を四捨五入することで決定した．

カメラを動かした場合に，ディスプレイに表示されている物体の見かけ上の移動速度を一定にするために，画角の変化量とカメラのパン速度の変化量との比を一定にする．したがって，最もズームアウトした状態での水平画角 45.5 [deg] に対応するパン速度  $y_{max}$  は 5.0 [deg/sec]:4.6 [deg] =  $y_{max}$ :45.5 [deg] で求められる．すなわち  $y_{max} = 49.5$  [deg/sec] となる．

しかしこの値は，NC-2 の最高チルト速度 30.0 [deg/sec] を超えてしまう．そのため上限を  $y'_{max} = 30.0$  [deg/sec] に定め，画角  $x$  とパン速度  $y$  との関係を次式のように得る (図 1 参照)．

$$y = 0.61x + 2.19 \quad (1)$$

この関係が成り立つようにカメラを制御すれば，ディスプレイに表示された物体の移動速度がカメラ操作者から擬似的に一定に見え，結果として，ズームアウトした場合とズームインした場合とで同様の操作感が得られると予想できる．その結果，ズームイン時にカメラ

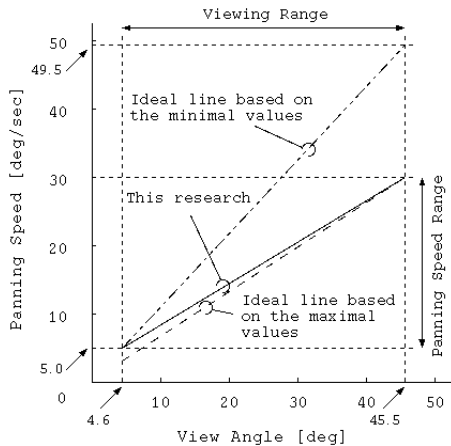


図1 画角とパン速度との関係

Fig. 1 Relationship between view angle and panning speed.

ラが動きすぎるといことがなくなると期待できる。

なお代替案として、NC-2 の最高チルト速度 30.0 [deg/sec] を最大画角 45.5 [deg] に割り当て、これを基準に画角対パン速度比を決定する手法が考えられる。しかしこの場合には、最小画角に対する計算値が、最低チルト速度 5.0 [deg/sec] を下回ってしまい、カメラ操作者がこのズーム領域全体を利用できるようにするという基本方針に反してしまう。したがって、この案を採用せずに、式 (1) を使用した。

### 3. 評価実験

前章で述べた制御手法をプロトタイプシステムとして実装し、評価実験を実施した。実験はジョイスティックを用いた場合とキーボードを用いた場合とに分けて行った。入力装置にジョイスティックを選択した理由は、キーボードを用いた指による入力に比べて、手首を利用するために、速さと正確さが制限されるからである<sup>5),6)</sup>。しかも、ジョイスティックはゲーム機器の入力装置としても多用されており、手首を利用する入力装置として代表的である。

以下では、はじめに入力装置としてジョイスティックを用いた実験(実験1)について述べ、次にキーボードを用いた実験(実験2)について述べる。

#### 3.1 実験1: ジョイスティックを利用した場合

ジョイスティックを入力装置として文字(アルファベット)探索タスクを実施する。本論文で提案したカメラ制御手法(ズーム量に応じてパン量を補正する方法:以下「補正あり」と略記する)による完了時間が、通常のカメラ制御手法(任意の領域でパン速度 30 [deg/sec] 一定:以下「補正なし」と略記する)に

よるものより早いことを示す。

この目的のために、カメラ制御手法(補正あり、補正なし)と目標アルファベットの有無(あり、なし)とを要因とした被験者内2要因計画を実施した。

練習効果の影響を緩和するために、カメラ制御手法と目標アルファベットの有無に関して、順序を「ABC..., BAC..., ACB...」のようにカウンターバランスした。

#### 3.1.1 被験者

被験者は8名(男性7名、女性1名)で、18~23歳の大学生および大学院生である。全員正常視力を有しており、右利きであった。また、全員1日あたり2時間以上コンピュータを利用しているが、普段はほとんどジョイスティックを利用していなかった。実験には全員ボランティアで参加し、報酬は支払われなかった。

#### 3.1.2 実験装置と実験条件

本実験に利用した実験装置は以下のとおりである。  
遠隔カメラ ニスカカラー CCD カメラ NC-2。パン角 140 [deg], チルト角 40 [deg], 焦点距離 f5.8~58 [mm]。PC にシリアル接続されており、映像はS端子出力を通して直接映像表示用ディスプレイに送られる。

コンピュータ Gateway2000 G6-300。Pentium II 300 Mhz, 130 MB RAM, Microsoft Windows2000 Professional。カメラ制御プログラムが導入されている。

目標提示用ディスプレイ Gateway2000 21 インチモニタ Vivitron 1100。目標アルファベット対を表示する。  
映像表示用ディスプレイ ソニー 21 インチトリートロンモニタ KV-21ST12。カメラから得られた映像を表示する。

ジョイスティック Microsoft SideWinder Joystick 1.0。カメラ制御に利用する。コンピュータにUSB接続されている。

タイマ設定用キーボード IBM-PC 互換機用標準日本語 109 キーボード。スペースバーが開始と終了とのトグルとなっており、この間タイマが動作する。

なお、カメラ制御プログラムは Microsoft Visual Basic 6.0 で記述されている。

#### 3.1.3 タスク

今回の実験で被験者に与えたタスクは、事前に提示された目標アルファベット対の有無を、壁に貼られたアルファベット群に対して、可能な限り素早く正確に答えることである。

実験システムと被験者の位置関係を図2に示す。被験者はアルファベット群とカメラを背にして座り(図3(a)), 被験者の正面に設置されたディスプレイ

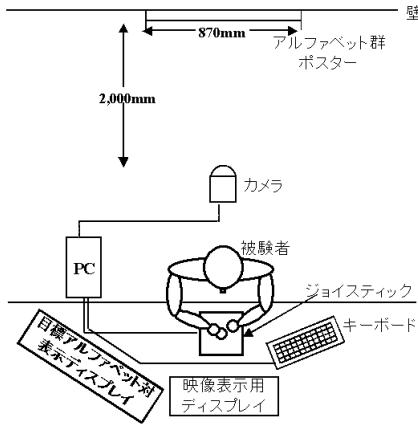


図2 実験装置と被験者

Fig.2 Experimental setting and a subject.



(a) 被験者の前方から見た実験状況

(a) Front view



(b) 被験者の後方から見た実験状況

(b) Rear view

図3 ジョイスティック実験の状況

Fig.3 Experimental setting on joystick use.

に表示されるカメラ映像を見ながら，ジョイスティックまたはキーボードを利用してカメラ制御を行う(図3(b)).

アルファベット群として，文献11)で与えられている，区別しにくい斜系アルファベット (AKMNVWXYZ) を利用する．

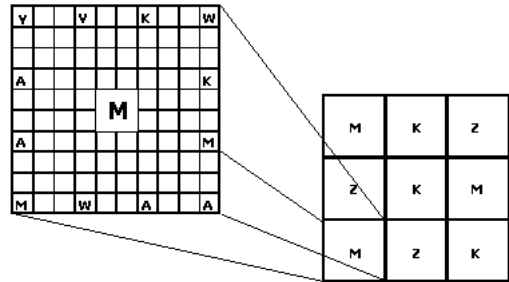


図4 アルファベット群の例

Fig.4 Example of a letter set.

図4にアルファベット群を表示するポスターの概略を示す．ポスターは一辺870 [mm]の正方形であり，これを9つの大格子(一辺290 [mm])に区切る．さらに各大格子を100の小格子(一辺29 [mm])に区切る．

斜系アルファベットから3つを無作為に選択し，大アルファベットとする．大アルファベットから1つを無作為に選択し，これを目標アルファベット対の1つ(大)とする．斜系アルファベットから目標アルファベットを除いたものから1つを無作為に選択し，これを目標アルファベット対のもう1つ(小)とする．目標アルファベットを除いた斜系アルファベットを小アルファベットとする．

大格子の中央に位置する小格子4つを結合して正方形をつくり，この中央に40ポイントの大アルファベットを，それぞれの出現頻度が同じになるように無作為に配置する．また，大格子の周辺部に位置する小格子の中央に10ポイントの小アルファベットを無作為に配置する．そして一カ所だけ目標アルファベットと置き換える．

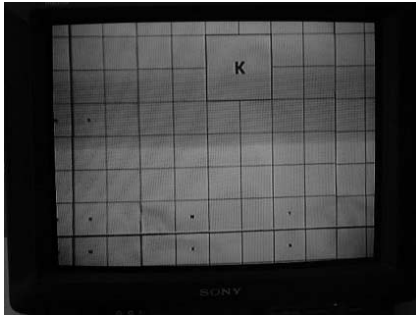
以上のポスターを，目標アルファベット対ありの場合について2枚作成し，目標アルファベットと置き換えていないもの(つまり目標なしの場合)について2枚作成する．

以上のようにして作成されたポスターは，カメラから2,000 [mm]離れた壁面に，床から600 [mm]の高さで掲示される．そして，ポスターの中心の高さにカメラの高さが設置される．

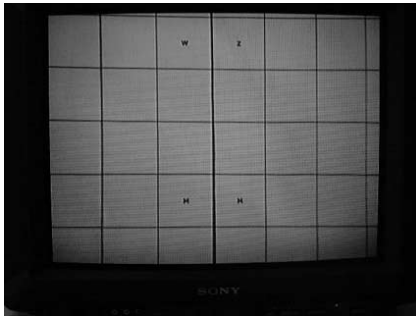
このように実験装置を配置した結果，表示ディスプレイの大きさに関連して，ズーム距離が次のような領域に区分された．

領域(1) 大アルファベットを区別できない(カメラが最もズームアウトした状態)．

領域(2) 大アルファベットを区別できるが，小アルファベットを区別できない(ここでは図5のように見える)．



(a) 大アルファベットが判別できるまでズームインした状態  
(a) Zooming in on a larger letter



(b) 一部の小アルファベットが判別できるまでズームインした状態  
(b) Zooming in on smaller letters

図5 映像表示用ディスプレイから見たアルファベット群ポスター  
Fig.5 Views of a letter-set poster from the display monitor.

領域(3) 小アルファベットを区別できるが、大アルファベットと小アルファベットとを同時にモニタに表示できない。

ここで予想される被験者の検索行動は、次のとおりである。すなわちパンとズームを繰り返し、検索作業を行うことになる。

- (1) 領域(1)を開始位置とし、領域(2)までズームインする。
- (2) 領域(2)内でパンとチルトを繰り返し、目標の大アルファベットを検索する。発見できなければ検索を終了する。発見できれば次のステップにうつる。
- (3) 次に領域(3)までズームインする。
- (4) 領域(3)内でパンとチルトを繰り返し、目標の小アルファベットを検索する。
- (5) 発見できれば検索を終了する。できなければ、領域(2)までズームアウトとし、ステップ(2)にもどる。

なお、目標アルファベット対は目標提示用ディスプレイに表示される(図3(b)の右側のディスプレイ)。

たとえば、KWと表示された場合には、左側のKが大きい方のアルファベットを、右側のWが小さい方のアルファベットを意味する。

### 3.1.4 手順

実験を開始する前に、コンピュータの使用経験、キーボード(特にテンキー)の利用状況、視力に関する事前アンケートを実施した。その後、実験の目的と手順に関して説明を行った。

実験の流れは以下のとおりである。なお、あらかじめ被験者には、提示された目標アルファベット対を記憶し、記憶したと判断した時点で検索作業を開始するように指示した。また、検索作業中には記憶した目標アルファベット対を連続して口ずさみ、アルファベット対表示用ディスプレイを見ないように、注意を促した。

- (1) アルファベット対表示用ディスプレイに目標アルファベット対を提示する。
- (2) カメラを最大にズームアウトした状態で、アルファベット群表示用ディスプレイに映像を表示する。
- (3) 被験者は、与えられた目標アルファベット対を記憶し、記憶したと判断した時点で、キーボードのスペースバーを押し、カメラ制御による検索作業を開始する。
- (4) 被験者は、目標アルファベット対を発見した時点でスペースバーを押し、検索作業を終了する。または、目標アルファベット対が存在しないことに気づいた時点でスペースバーを押し、検索作業を終了する。

以上の作業を、目標アルファベット対がアルファベット群中に存在する場合としない場合とで、合計2回行う。これらの2回を1セットとし、パン量補正ありシステムと補正なしシステムとで1セットずつ、合計2セット実施した。被験者が実験システムの操作感に慣れるために、各セットの前には5分~10分間の練習時間を設け、また本番と同じスタイルで一度上記の作業を通して実施した。

なお、1回の検索作業に対する制限時間は3分間であり、制限時間内に検索作業が終了しない場合には、作業を打ち切った。

以上2セットの作業に対する所要時間は、練習時間を除いて20~30分であった。

実験者は、被験者の作業を斜め後方から観察し、同時に別の位置から固定カメラで被験者の作業を録画した。

すべての作業の終了後、非形式的な半構造化インタビュー形式で、システムの操作感に関するデブリーフィ

ングを実施した。ここでは主に、操作の容易性、システムの好み、探索戦略に焦点をおいて質問を行い、内省データを取得した。

### 3.2 実験2：キーボードを利用した場合

実験1と実験2との違いは、被験者と実験装置の2点である。

**被験者** 実験1と実験2とは被験者の重複はない。実験2では、被験者は8名で、18～28歳の男子大学生および男子大学院生である。全員正常視力を有しており、右利きであった。また、全員1日あたり2時間以上コンピュータを利用しているが、普段はほとんどテンキーを利用していなかった。実験には全員ボランティアで参加し、報酬は支払われなかった。

**実験装置** 実験1ではジョイスティックとキーボードを併用していたが、実験2ではキーボードだけを利用した。キーボードのテンキーにパン・チルト操作を割り当て（パン：4キーと6キー、チルト：8キーと2キー）、シフトキーとコントロールキーにそれぞれズームインとズームアウトを割り当てた。

タスクと実験手順については、実験1と同様に制御した。

## 4. 実験結果および考察

アルファベット対検索作業の完了時間の平均値を、図6と図7に示す。図6がジョイスティックで操作した場合、図7がキーボードで操作した場合の実験結果である。なお、ジョイスティック操作では、2人の被験者が文字ありの場合に「なし」と判断していたが、これらを除いて分散分析を行った。

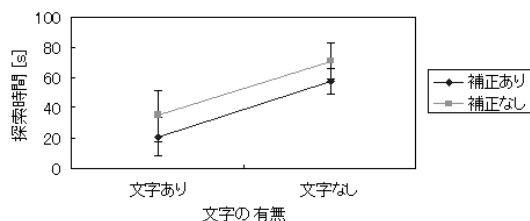
ジョイスティック操作の場合、カメラ制御手法と目標文字の有無とに交互作用はみられなかった。

ジョイスティックによる操作では、補正ありの場合と補正なしの場合とで、検索作業完了時間に有意な差があった ( $F(1, 12) = 10.01, p < 0.01$ )。すなわち、補正ありの場合の検索作業完了時間の方が、補正なしの場合に比べて短かった。また、文字ありの場合と文字なしの場合とで、検索作業完了時間に高度に有意な差があった ( $F(1, 12) = 96.83, p < 0.001$ )。

カメラ制御手法に対する被験者の好みをあげると、ジョイスティックによる操作では、被験者8名全員が補正ありシステムの使用感を好んでいた。

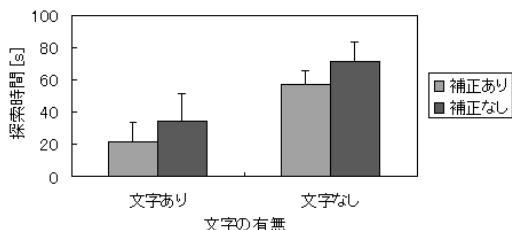
一方キーボード操作の場合、カメラ制御手法と目標文字の有無とに交互作用がみられた。キーボードによる操作では、補正ありと補正なしの場合で、検索作業完了時間に有意差がないという傾向がみられた。

しかし、カメラ制御手法に対する被験者の好みをみ



(a) 補正の有無と文字の有無との交互作用

(a) Control method and target presence interaction plot



(b) 平均探索時間と標準偏差

(b) Mean completion time with standard error bars

図6 ジョイスティック操作におけるアルファベット対検索時間

Fig. 6 Search time with joystick.

ると、キーボードによる操作では、被験者8名中5名が補正ありシステムの使用感を好み、1名がどちらともいえないと判断し、2名が補正なしシステムの使用感を好んだ。

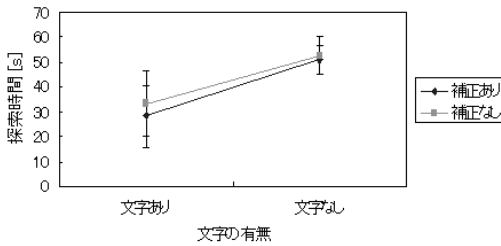
## 5. 議 論

実験結果から、本論文で提案した遠隔カメラ制御手法が、ジョイスティック操作の場合に有効であることが明らかになった。一方でキーボード操作の場合には、被験者が利用を好む傾向にあるが、検索作業完了時間に対する明確な短縮効果はなかった。

後者の理由として、入力装置の機能的特徴に依存していると考えられる。

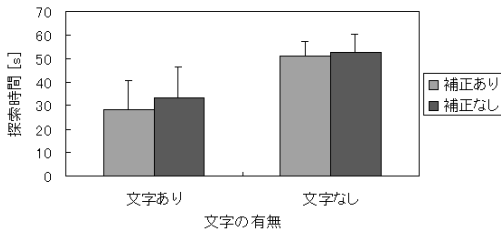
キーボードによるカメラ操作では、指先でキーを押下している間カメラが動作する。つまり、短時間キーを押せば少しだけ動かすことが可能である。指先でキーを短時間押下する動作は比較的容易にできる。このような短時間押下（タップ）する操作を、高田らは「パルス操作」と名づけている<sup>8)</sup>。彼らは、遅延をとまなうカメラ制御に関する調査・分析の過程でこの現象を見出したが、同様の現象が「動きすぎる」状況下でも確認された。

キーボード操作で被験者は、補正なしシステムを使うときにパルス操作に相当する短いパン操作を繰り返し、検索作業を行っていた。これに対し、同じ被験



(a) 補正の有無と文字の有無との交互作用

(a) Control method and target presence interaction plot



(b) 平均探索時間と標準偏差

(b) Mean completion time with standard error bars

図7 キーボード操作におけるアルファベット対検索時間  
Fig. 7 Search time with keyboard.

者でも、補正ありシステムを使うときには、比較的大きな操作を行うことで、パン操作を行っていた。すなわち、被験者のカメラ操作手法を発見的に変化させていた。

ところが、ジョイスティックによる操作では、指先で押下するキーと比べてパルス操作が容易ではない。通常ジョイスティックは手のひら全体で包むように握り締めるため、手首の回転操作が要求され、指先のタップより大きな制動距離が必要とされる。その結果、パルス操作を発見することが困難だったと思われる。実際に、文献5)、6)では、指の動きが中心となる操作よりも手首の動きが中心となる操作の方が、ポインティング作業に時間がかかることが報告されている。

以上の議論から、本論文で提案したカメラ制御手法は、パルス操作が困難な状況下において有効であるといえる。

## 6. おわりに

遠隔カメラ操作法は、マルチメディアコミュニケーションシステムを構築するうえでの基本技術である。

多様なマルチメディアコミュニケーションが行われるようになれば、今後は、キーボード・マウスなどの従来型の入力装置だけではなく、多様な入力装置を利用したコミュニケーションの機会が増えると予想される。

本論文で提案した、ズーム量に応じたパン量の補正

手法は、指先ほど素早い入力ができないような状況下で遠隔カメラを制御する場合に、効果を発揮する。このような状況には、たとえば頭部・身体位置による情報提示<sup>3),12)</sup>があげられる。

今回の実験では、遅延の効果は、すべて一定という意味で制御変数であった。今後は実際のネットワークへの応用を検討し、伝送遅延を独立変数とした場合に本論文で示した結果と同様の結果が得られるかどうかについて、実験、分析を実施する予定である。

謝辞 日ごろから有益な示唆をいただいている東北大学電気通信研究所白鳥則郎教授、菅沼拓夫博士に感謝する。また、システム開発に協力してくれた山梨大学大学院工学研究科小俣昌樹氏に感謝する。

本研究の一部は、通信・放送機構および東北大学電気通信研究所共同プロジェクトから支援を受けている。

## 参考文献

- 1) 田村 博(編): ヒューマンインタフェース, オーム社 (1990).
- 2) 今宮淳美, 伊藤 洋: 高速情報ネットワーク上でのコラボレーションのためのマルチモーダルインタラクションと遠隔評価仮想環境, 山梨大学工学部研究報告, Vol.50, pp.23-40 (1999).
- 3) Hix, D., Templeman, J.N. and Jacob, R.J.K.: Pre-Screen Projection: From Concept to Testing of a New Interaction Technique, *Proc. CHI'95 Conference*, pp.226-233 (1995).
- 4) 大野健彦: 視線を用いた高速なメニュー選択作業, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.2, pp.602-612 (1999).
- 5) Card, S.K., Mackinlay, J.D. and Robertson, G.G.: A Morphological Analysis of the Design Space of Input Devices, *ACM Trans. Information Systems*, Vol.9, No.2, pp.99-122 (1991).
- 6) Langolf, G.D., Chaffin, D.B. and Foulke, J.A.: An Investigation of Fitts' Law using a Wide Range of Movement Amplitudes, *Journal of Motor Behavior*, Vol.8, pp.113-128 (1976).
- 7) MacKenzie, I.S. and Ware, C.: Lag as a Determinant of Human Performance in Interactive Systems, *INTERCHI '93: Conf. Proc. Human Factors in Computing Systems*, pp.488-493 (1993).
- 8) 高田勝己, 堀内勉弥, 田村 博, 渋谷 雄: 遠隔カメラ操作における遅延時間の影響について, 信学技報, HCS98-7, pp.41-46 (1998).
- 9) 乾 雅彦, 高田勝己, 渋谷 雄, 辻野嘉宏: 遠隔カメラ操作における遅延時間とパン速度の影響, ヒューマンインタフェースシンポジウム2000, pp.133-136 (2000).
- 10) 村田和義, 高田勝己, 堀内勉弥, 田村 博, 渋谷

雄：遠隔カメラ操作におけるビジュアルフィードバックの利用限界について，第14回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集，pp.737-742 (1998).

- 11) Robertson, G., Czerwinski, M. and van Dantzich, M.: Immersion in Desktop Virtual Reality, *UIST 97: Proc. 10th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp.11-19 (1997).
- 12) 伊藤雅広，大前博敬，郷健太郎，今宮淳美：頭部の位置による遠隔ネットワークカメラ制御，情報処理学会第62回（平成13年前期）全国大会講演論文集，2U-06 (2001).
- 13) 河合智明，坂内祐一，田村秀行：遠隔操作可能なカメラを用いた能動的な状況把握システム，情報処理学会論文誌，Vol.38, No.4, pp.883-890 (1997).

(平成13年6月4日受付)

(平成13年11月14日採録)



郷 健太郎 (正会員)

昭和43年生。平成6年東北大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。博士(情報科学)。同年東北大学電気通信研究所助手。バージニア工科大学 Center for Human-

Computer Interaction 研究員を経て平成11年より山梨大学工学部助手。形式仕様記述，ユーザインタフェース，シナリオに基づく設計法に関する研究に従事。ACM, IEEE-CS, 電子情報通信学会，ヒューマンインタフェース学会各会員。



伊藤 雅広 (学生会員)

昭和52年生。平成12年山梨大学工学部電子情報工学科卒業。現在，同大学院工学研究科博士前期課程在学中。ユーザインタフェースの研究に従事。



今宮 淳美 (正会員)

昭和20年生。昭和48年東北大学大学院博士課程修了。工学博士。現在，山梨大学工学部教授。視覚，触覚，動作等人間に自然なモーダルによる人間とコンピュータおよびネットワーク上の知覚インタラクション(対話通信)の構築・評価/ヒューマンファクタの研究をしている。これまで，知的ユーザインタフェースのアーキテクチャ(G-system)の提案，オブジェクト指向のユーザインタフェース管理システム(GUIDMAS, PACT等)およびUndoモデルとインタフェースツール，対話型CGユーザの作業行動(心的および物理的回転操作のヒューマンファクタ)等の研究に従事。