# HandyScope：引き出しジェスチャを用いたテーブルトップ用遠隔地操作手法

栗原 拓郎　三田 裕策　大西 主紗　志築 文太郎　田中 二郎*

**概要．** 大型のマルチタッチテーブルトップでは，ユーザはその大きさのため遠隔地に手が届かず，操作が困難である場合がある．そのような場合，ユーザはその領域に手が届く位置まで移動することを求められる．そこで我々は遠隔地操作手法である HandyScope を示す．HandyScope では，ユーザは手元から遠隔地を操作することができる．また，ユーザは手元と遠隔地の間にてオブジェクトを移動させることができる．加えて，HandyScope の起動，操作には引き出しジェスチャを用いることにより，ユーザは従来のマルチタッチ操作と競合することなく素速くポインティングを行うことができる．我々は HandyScope の性能を測るために従来のタッチ操作と比較実験を行い，遠隔地を選択する場合 HandyScope は有用であること及び，オブジェクトまでの距離が遠くなると HandyScope がより有用な手法であることを確認した．

## 1　はじめに

大型のマルチタッチテーブルトップを使用する際，ユーザはテーブルトップの周りに立ち，その位置からタッチ操作を行う．このタッチ操作を行う範囲について，ユーザは自身の位置から 34cm 以内の位置においてその 90%を行っていると Toney らは述べており [11]，それ以上遠くに位置する手の届かない領域（遠隔地）に対してタッチ操作を行うことは困難である．

そこで我々は遠隔地操作手法である HandyScope を示す．HandyScope では，ユーザは 2 個の円形のウィジェットを用いて遠隔地を操作することができる．2 個のウィジェットとは，遠隔地へ送り操作範囲を決定するサークル（scope）と手元において操作するためのサークル（handler）である．scope 内の領域は handler にも表示され，ユーザは handler に表示された領域を操作することにより遠隔地を操作することができる．また，ウィジェットを経由することにより，ユーザは手元と遠隔地の間にてオブジェクトを移動させることができる．加えて，本手法では Control-Display（CD）比を動的に変更できるため，ユーザは素速く目標領域まで scope を移動させること（ポインティング）ができる．

本手法では吉川らの提案する，両手を用いた引き出しジェスチャ[13] を本手法の起動及び scope の位置を決定するために使用する．引き出しジェスチャでは，ユーザは別のデバイスを使用せずに、タッチ操作のみにて使用することができる。また，引き出しジェスチャは従来のマルチタッチ操作と競合しないため，複数ユーザが同時に使用できる．テーブルトップでは複数ユーザが同時に作業することも多く，本手法はその際にも有用である．

## 2　関連研究

テーブルトップ環境における遠隔地ポインティング手法については多くの研究がなされている．Parker らは，スタイラスの先端の影を用いてポインティングを行う手法を示した [9]．また Banerjee らは片手の指を指す動作によってポインティングを行う手法を示した [2]．これらの研究は，ポインティング手法を実現するために追加のデバイスが必要となる．一方，我々の手法は追加のデバイスを用いる必要がない．また，マルチタッチテーブルトップ環境における仮想マウスを提案した研究もある [4, 8]．これらの研究では手の接触形状を認識するマルチタッチテーブルトップが必要である．一方，我々の手法では手の接触形状を認識する必要がないため，複数のタッチ点を検出可能なマルチタッチテーブルトップのみにより実現できる．

また，両手を用いたポインティング手法の研究も行われている．I-Grabber[1] はマルチタッチインタラクションにより操作するウィジェットである．両手を用いたポインティングを採用している点において我々の手法と同様であるが，我々の手法では CD 比を動的に変更でき，かつポインティング開始からポインティング先の決定までを一連のジェスチャにて行うことができる．そのため，ユーザは素速く正確にポインティングを行うことができる．所らは 2 つの加速度センサを用いた両手によるポインティング手法を示した [10]．また，Malik らは画像処理を用いた両手によるポインティング手法を示した [7]．こ

Copyright is held by the author(s).

* Takuro Kuribara and Yusaku Mita, 筑波大学大学院システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻, Kazusa Onishi, 筑波大学 情報学群 情報科学類, Buntarou Shizuki and Jiro Tanaka, 筑波大学 システム情報系.

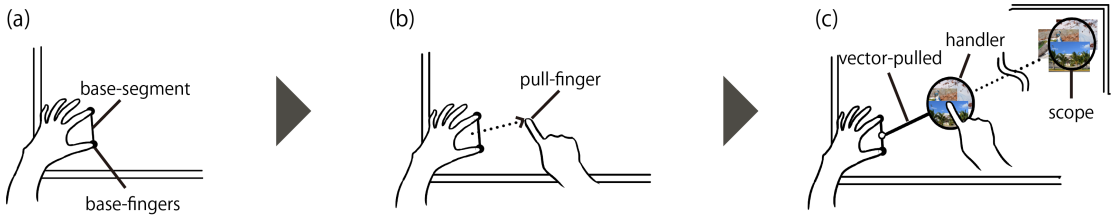


**図 1. HandyScope の起動及び操作方法．a）2 本の指を置く，b）1 本の指にて 2 本の指の間を横切ることにより起動，c）HandyScope の操作**

れらの研究と異なり，我々の手法ではテーブルトップを対象に，タッチを用いた両手によるポインティングを行う．そのため他のデバイスを必要としない．

## 3 HandyScope

本節では，HandyScope の操作手法及び，HandyScope を用いたオブジェクトの操作手法について述べる．

### 3.1 起動及び操作方法

HandyScope の起動及び操作方法を図 1 に示す．ユーザは最初に非利き手の 2 本の指（base-fingers）をテーブルトップ上に置く（図 1a）．次に，利き手の 1 本の指（pull-finger）により base-fingers の間（base-segment）を横切る操作を行う（図 1b）と，handler が pull-finger を中心とした位置に表示される．同時に，base-segment の中心点と pull-finger の間（vector-pulled）の半直線上に scope が表示される．ユーザが vector-pulled を変更すると，その変更に応じて scope の位置が変更される．図 1c に HandyScope を用いた操作の様子を示す．HandyScope は base-fingers をテーブルトップから離すことにより終了される．

### 3.2 scope の位置の決定

base-segment が生成されてから i フレーム後における scope の位置 $P_i$ は以下の式により決定される．ここで $S_0$，$S_i$ は図 2 に示すように base-segment の長さであり，$S_0$ は base-segment が生成された時の長さ，$S_i$ は base-segment が生成されてから i フレーム後の長さである．また，$G_i$ は base-segment の中心であり，$V_i$ は $G_i$ から pull-finger までの vector-pulled である．また，$\alpha$ は定数であり，$k_i$ は CD 比を表す．base-segment を拡大すると CD 比を表す $k_i$ が大きくなり，逆もまた同様である．すなわち，利き手もしくは非利き手を移動させることにより $V$ を変化させると，その変位である $\Delta V_i$ に基づき，scope の位置が変化する．

$$
\begin{aligned}
P_i &= G_0 + \sum_{j}^{i} k_j \Delta V_j, \\
\Delta V_i &= V_i - V_{i-1}, \\
k_i &= \alpha \times \frac{|S_i|}{|S_0|}. \qquad (1)
\end{aligned}
$$

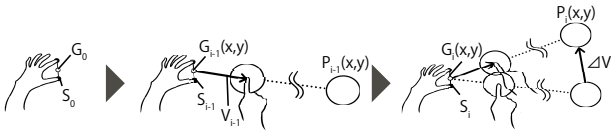


**図 2. サークルの位置**

### 3.3 CD 比の動的な変更

CD 比は base-segment の長さにより変更される．図 3 に CD 比と base-segment の長さの関係を示す．ユーザは CD 比の変更を行いながらポインティングを行うことができるため，大きな CD 比による大まかな操作と小さな CD 比による細かい操作を動的に切り替えて操作することができる．例えば，図 4 に示すように大きな CD 比により素早く scope を移動させ，小さな CD 比により微調整を行うことができる．

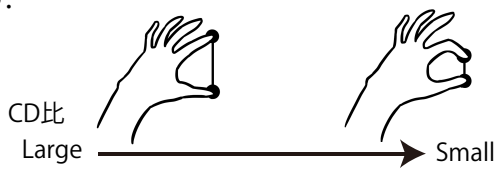


**図 3. CD 比と base-segment の長さの関係**

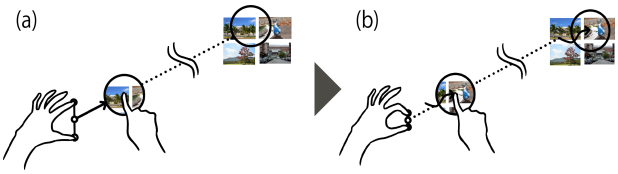


**図 4. CD 比の動的な変更による scope の操作．a）大まかな移動によるポインティング先の決定．b）細かな移動による精密なポインティング先の決定**

### 3.4 サークルを経由した遠隔地の操作

図 5 に示すように，handler 内には scope 内の領域が表示されている．また，handler 内での操作は全て scope 内に適用される．図 5a に遠隔地のオブジェクトを拡大縮小している様子を，図 5b にオブジェクトを回転している様子を示す．遠隔地に対する操作を全て handler 上にて行うことができるため，ユーザは自身が遠隔地に移動して操作することや，遠隔地のオブジェクトを手元に移動させることなく，遠隔地のオブジェクトを操作することができる．

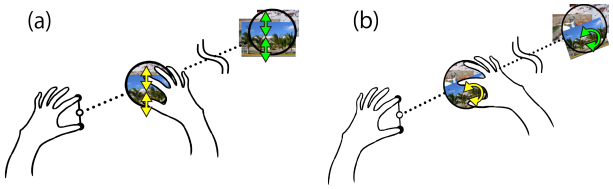


**図 5．遠隔地のオブジェクトの操作．a）オブジェクトの拡大縮小，b）オブジェクトの回転**

### 3.5 サークル間のオブジェクトの移動

handler 内のオブジェクトをタッチしてサークル外までドラッグ操作を行うと，遠隔地のオブジェクトが手元に移動する．実際に移動している様子を図 6a に示す．同様に，図 6b に示すように手元にあるオブジェクトを handler 内にドラッグすることにより遠隔地にオブジェクトを移動させることができる．これにより，遠隔地と手元の間においてオブジェクトの移動を素早く行うことができる．

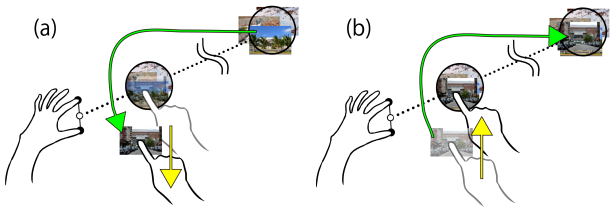


**図 6．サークル間のオブジェクトの移動．a）遠隔地から手元にオブジェクトを移動，b）手元から遠隔地にオブジェクトを移動．**

### 3.6 サークルの再移動

HandyScope の起動時は pull-finger を中心としてサークルが表示されるが，一度 pull-finger をテーブルトップから離すと，handler 内に対する操作は scope 内に対する操作として扱われる．そのため，図 7 に示すように再度サークルを移動させる場合には handler の中央ではなく，枠をドラッグする．これにより，scope の位置を移動させることができる．

### 3.7 サークルの大きさの変更

handler の枠をピンチ操作することにより．サークルの大きさを変更することができる．図 8 にサークルの大きさを変更している様子を示す．これにより，遠隔地の大きなオブジェクトを操作したい時や小さな範囲のみを操作したい時に対応することができる．

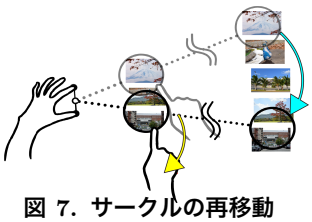

**図 7．サークルの再移動**

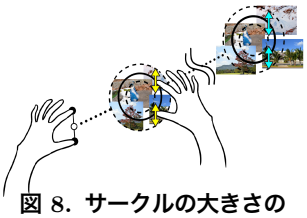

**図 8．サークルの大きさの変更**

### 3.8 HandyScope のメリット

HandyScope では，ユーザは非利き手の 2 本の指により CD 比を変更し，この 2 本の指の中心点と利き手の指の間の相対位置によりポインティング先を決定する．ポインティング先には scope を，手元には handler を表示し，ユーザはこのサークルを介して遠隔地に対するインタラクションを行う．これにより Frisbee[6] 及び Dynamic Portals[12] と同様に遠隔地を手元から操作することが可能になる．また，Frisbee では任意の位置から起動できず，Dynamic Portals では操作対象としたい遠隔地の指定に他者の協力を必要とするが，HandyScope では，ユーザは自身の操作のみにて任意の位置から起動し，動的な CD 比を用いて操作対象としたい遠隔地を素速く決定することができる．

## 4 実験

HandyScope の性能を調査するために，比較実験を行った．比較実験では HandyScope（HandyScope 条件）及び従来の直接タッチ（タッチ条件）の性能をテーブルトップ上の典型的な操作である選択，回転，拡大縮小の 3 種類のタスクにおいて比較した．

### 4.1 被験者及び実験環境

被験者は HandyScope を使用したことの無い 10 名（20 歳から 24 歳の大学生及び大学院生）であり，右利き 9 名，左利き 1 名であった．実験環境を図 9 に示す．実験に用いたテーブルトップは，画面サイズが 147cm × 80cm の 60 インチディスプレイ（パイオニア社, PDP-607CMX[1]）に PQLab 社のマルチタッチフレーム（PQ Lab，Multi-Touch $G^3$ [2]）を装着することによりマルチタッチ機能を付したものである．なお，テーブルトップに関する幾つかの研究 [3, 5, 14] において，テーブルトップの高さを 91cm から 105cm としていたため，本実験ではテーブルトップの高さをその範囲内である 93cm とした．また，初期の CD 比にてテーブルトップの端までポインティング可能となるように式 1 における $\alpha$ を 12 とした．

### 4.2 実験手順

被験者には，選択タスク，回転タスク，拡大縮小タスクをこの順に課した．タスクは，テーブルトップ上でのポインティング手法を提案した研究 [2] に倣ったタスクである．各タスク前には，本番と同じタスクを本番の 1/4 の量だけ練習タスクとして課した．各タスクを行う際には，操作条件間の順序効果の打ち消しを狙い，被験者を HandyScope 条件を先

[1] http://pioneer.jp/biz/karte/PDP-607CMX.html
[2] http://multi-touch-screen.com/product_g3.html

に行う者とタッチ条件を先に行う者の 2 組に分けた．被験者には全てのタスクを終了した後にアンケートに回答して貰った．なお，被験者 1 人あたりの実験時間が約 1 時間半となったので，拘束時間に対する謝礼を渡した．

### 4.3 選択タスク

被験者には様々な位置に表示されるオブジェクトを選択して貰った．

まず，被験者は各試行の開始前にテーブルトップの短辺の中心（すなわち図 9 中の被験者の足元の床に，黒色のビニールテープにて示されている場所）に立つ．この状態から，テーブルトップ上のいずれかの提示位置に表示されるオブジェクトを選択する．なお，試行の開始前に開始点及びオブジェクトは表示されている．

テーブルトップ上に表示される開始点及びオブジェクトの提示位置を図 10 に示す．

HandyScope 条件では，被験者は開始点上において HandyScope を起動させることにより試行を開始する．次にオブジェクトに scope を合わせ，オブジェクトをタップする．オブジェクトがタップされると 1 回の試行が終了し，フィードバックとしてビープ音が発生する．タッチ条件では，被験者は開始点をタップすることにより試行を開始する．次に表示されたオブジェクトに手が届く位置まで移動して，オブジェクトをタップする．

図 9．実験環境

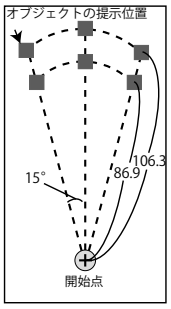


図 10．開始点及び提示位置

本実験における独立変数は，開始点からオブジェクトまでの距離（86.9，106.3cm），開始点からオブジェクトまでの角度（−15，0，15 度），オブジェクトの大きさ（3.9，5.8，7.7cm），操作条件（HandyScope，直接タッチ）である．被験者は各独立変数の組み合わせにおいて試行を 3 回ずつ，合計 108 試行（$2 \times 3 \times 3 \times 2 \times 3$）を行った．また，操作条件以外の試行の順序はランダムであった．

#### 実験結果

両操作条件における 1 試行の所要時間を図 11 の左 2 つのグラフに示す．HandyScope 条件では所要時間は 1715ms，タッチ条件では 1943ms であった．被験者毎の所要時間において対応のある t 検定を行った結果，HandyScope 条件における操作が有意に速かった（$t(9) = 2.72, p = .011 < .05$）．

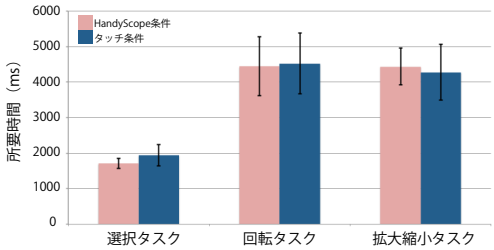


図 11．各タスク毎の 1 試行の所要時間

### 4.4 回転タスク

被験者には様々な提示位置に様々な角度にて表示されるオブジェクトを回転させて，目標（ドック）に合わせて貰った．ドックの表示位置をオブジェクトと同位置，表示角度をオブジェクトと異なる角度とした．開始点及び提示位置，試行の開始方法は選択タスクと同じである．

HandyScope 条件では，被験者は HandyScope を使用してオブジェクトを回転させてドックに合わせる．オブジェクトとドックの角度が等しく（誤差 ±5 度以内）なるとオブジェクトの縁が赤色になる．この状態において操作を終了すると 1 回の試行が終了し，フィードバックとしてビープ音が鳴る．タッチ条件では，表示されたオブジェクトに手が届く位置まで移動して操作を行う．

本実験における独立変数は，開始点からドックまでの距離（86.9，106.3cm），開始点からドックまでの角度（−15，0，15 度），ドックの大きさ（5.8，7.7cm），回転角度（−45，45 度），操作条件（HandyScope，直接タッチ）である．被験者は各独立変数の組み合わせにおいて試行を 2 回ずつ，合計 92 試行（$2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2$）を行った．また，操作条件以外の試行の順序はランダムであった．

#### 実験結果

両操作条件における 1 試行の所要時間を図 11 の中央 2 つのグラフに示す．HandyScope 条件では所要時間は 4444ms，タッチ操作では所要時間は 4520ms であった．被験者毎の所要時間において対応のある t 検定を行った結果，操作手法による所要時間に有意差はなかった（$t(9) = .267, p = .397 > .05$）．

### 4.5 拡大縮小タスク

被験者には提示位置に表示されるオブジェクトを拡大縮小させて，ドックに合わせて貰った．ドックはオブジェクトと同位置に異なる大きさで表示される．開始点及び提示位置，試行の開始方法は選択タスクと同じである．

HandyScope 条件では，被験者は HandyScope を使用してオブジェクトを拡大縮小してドックに合わ

せる．オブジェクトとドックの大きさが等しく（誤差 ± 4.8mm 未満）なるとオブジェクトの縁が赤色になる．この状態において操作を終了すると 1 回の試行が終了し，フィードバックとしてビープ音が鳴る．タッチ条件では，表示されたオブジェクトに手が届く位置まで移動して操作を行う．

本実験における独立変数は，開始点からドックまでの距離（86.9，106.3cm），開始点からドックまでの角度（−15，0，15 度），ドックの大きさ（5.8，7.7cm），ドックに対するオブジェクトの拡大・縮小（1.5 倍，0.67 倍），操作条件（HandyScope，直接タッチ）である．被験者は各独立変数の組み合わせにおいて試行を 2 回ずつ，合計 92 試行（$2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2$）を行った．また，操作条件以外の試行の順序はランダムであった．

### 実験結果

両操作条件における 1 試行の所要時間を図 11 の右 2 つのグラフに示す．HandyScope 条件では所要時間は 4438ms，タッチ条件では所要時間は 4278ms であった．被験者毎の所要時間において対応のある t 検定を行った結果，操作条件間における所要時間に有意差はなかった（$t(9) = -.935, p = .187 > .05$）．

## 4.6 実験結果の考察

上述のように，選択タスクにおいては HandyScope を使用した操作が有意に速く，回転及び拡大縮小タスクにおいては有意差が現れなかった．この結果より遠隔地を選択する場合，HandyScope は有用であると言える．

一方，回転及び拡大縮小タスクにおいて操作条件間に有意差が見られなかった原因として，HandyScope の再起動に時間がかかることが挙げられる．実験において，被験者がオブジェクトをドックに合わせたつもりで HandyScope を終了したが，実際には合っていないため試行が終了せず，再度 HandyScope を起動してポインティングを行う様子が見られた．直接タッチ操作ではユーザがオブジェクト付近に移動して入力を行うため，再度入力を行う際に時間がかからないが，HandyScope は一度終了してしまうとポインティングを再び行う必要がある．これにより，HandyScope による回転及び拡大縮小タスクに時間がかかったと考える．

また，HandyScope は遠隔地を操作することを想定して設計されているため，より遠くの位置に対する操作では大きな差が出ることが予想される．HandyScope が遠距離の操作に対して有用な手法であることを確認するため，それぞれのタスクにおけるオブジェクトまでの距離毎の所要時間を用いて，操作条件における距離による特性を調べた．この結果を図 12 に示す．また，各タスクの各距離において，操作条件による有意差を確かめるため，対応のある t 検定を行った．選択タスクにおいて，オブジェクトまでの距離が 106.3cm の試行（$t(9) = 3.13, p = .006 < .01$）は，距離が 86.9cm の試行（$t(9) = 2.16, p = .029 < .05$）と比較して，操作条件間における所要時間の差がより大きかった．回転タスクにおいて，オブジェクトまでの距離が 106.3cm の試行（$t(9) = .772, p = .230 > .05$）と距離が 86.9cm の試行（$t(9) = -.357, p = .364 > .05$）は共に操作条件による有意性が現れなかったが，所要時間は距離が 106.3cm の試行では HandyScope 条件の方が速く，距離が 86.9cm の試行ではタッチ条件のほうが速かった．拡大縮小タスクにおいて，オブジェクトまでの距離が 3.9cm の試行（$t(9) = -1.48, p = .086 > .05$）と距離が 106.3cm の試行（$t(9) = -.321, p = .378 > .05$）は共に操作条件による有意性が現れなかった．これらの結果から，オブジェクトまでの距離が遠くなると HandyScope が有用な手法であることが確認できた．

本実験のタッチ操作において，遠隔地のオブジェクトを操作する際，ユーザはテーブルトップの外周に沿って 2，3 歩の移動を行っていた．オブジェクトまでの距離が遠くなると歩数が増えるため，操作条件間の有意差がより大きくなると考える．

また，本実験では HandyScope の初期の CD 比を，テーブルトップの端までポインティング可能となるように設定したため，CD 比の変更を行う被験者はほぼ見られなかった．このため，CD 比の動的な変更について評価を得るためには，改めて詳細な調査を行う必要がある．

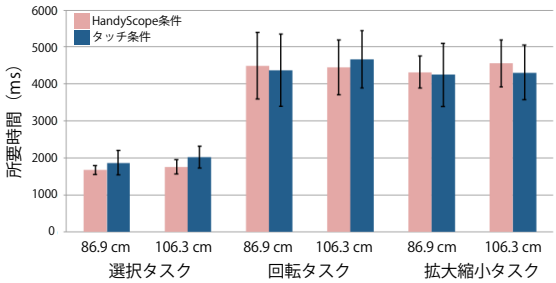


**図 12. 各距離毎の 1 試行の所要時間**

## 4.7 アンケート結果とその考察

それぞれのタスクにおける，HandyScope とタッチ操作のどちらの手法が好みであったかのアンケート結果を図 13 に示す．

選択タスクにおいては全ての被験者が HandyScope が好みであると答えた．また，拡大縮小タスクにおいては 8 人の被験者が HandyScope が好みであると答えた．この内全ての被験者がその理由として，タッチ操作ではオブジェクトに手が届く位置まで移動する必要があるが，HandyScope はその場にて操作を行うことができるためと答えた．

回転タスクにおいては好みが別れた．2 名の被験者は回転操作に両手を用いることができるため，タッ

チ操作のほうが好みであると答えた．また，別の 2 名の被験者は base-fingers を常にテーブルトップ上に接触させることが大変であったと答えた．別の被験者 1 名は試行の失敗時における HandyScope の再起動は手間であると答えた．

拡大縮小タスクにおいてタッチ操作が好みと答えた被験者 2 名は，その理由として常に base-fingers をテーブルトップ上に接触させることが大変であったと答えた．

そのため，今後は base-fingers をタッチパネル上から離しても遠隔地の操作を続けられるように，サークルを固定させる機能を実装する．

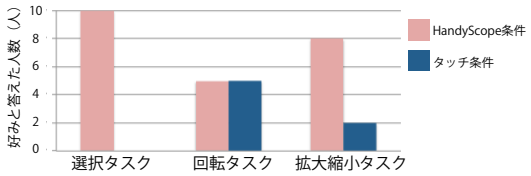


**図 13．手法の好みのアンケート結果**

## 5　議論：引き出し方向

引き出しジェスチャは図 14 に示すように 2 種類の引き出し方向が考えられる．そこでどちらの引き出し方向が HandyScope に適しているかを調べるために，4.3 節に挙げた選択タスクを著者らが行った．その結果，図 14b の引き出し方向による操作が図 14a の引き出し方向による操作よりも所要時間が短くなった．所要時間に違いが生じた理由として，図 14a の引き出し方向では handler と scope 間の視線の移動距離が大きくなり，ポインティングが困難になることが考えられる．このため，HandyScope の引き出し方向を図 14b の方向に決定した．今後は被験者実験を行い，この妥当性を評価する予定である．

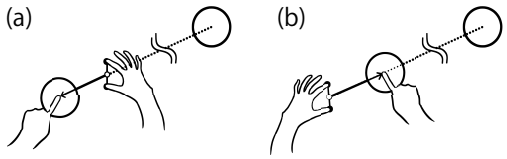


**図 14．引き出し方向**

## 6　まとめ

我々は新たな遠隔地操作手法として HandyScope を示した．HandyScope を用いることにより，ユーザは 2 種類の円形のウィジェットを用いて遠隔地を素早くポインティングできる．ポインティング後は，遠隔地の直接操作や遠隔地と手元間におけるオブジェクトの移動が可能である．

評価実験の結果，遠隔地を選択する場合 HandyScope は有用であること及び，オブジェクトまでの距離が遠くなると HandyScope が有用な手法となることが確認できた．アンケートからは HandyScope がユーザに好まれることを確認した．今後は，base-fingers をテーブルトップから離しても遠隔地の操作を続けられるように，サークルを固定させる機能を実装する．また，CD 比を動的に変更できることの詳細な評価や，オブジェクトの移動について評価を行う．さらに，複数のディスプレイを連携させた際の本手法の有用性についても調査していきたい．

## 参考文献

[1] M. Abednego, J.-H. Lee, W. Moon, and J.-H. Park. I-Grabber: expanding physical reach in a large-display tabletop environment through the use of a virtual grabber. ITS ’09, pp. 61–64.

[2] A. Banerjee, J. Burstyn, A. Girouard, and R. Vertegaal. Pointable: an in-air pointing technique to manipulate out-of-reach targets on tabletops. ITS ’11, pp. 11–20.

[3] N. Banovic, F. C. Y. Li, D. Dearman, K. Yatani, and K. N. Truong. Design of unimanual multi-finger pie menu interaction. ITS ’11, pp. 120–129.

[4] T. Bartindale, C. Harrison, P. Olivier, and S. E. Hudson. SurfaceMouse: supplementing multi-touch interaction with a virtual mouse. TEI ’11, pp. 293–296.

[5] G. Furumi, D. Sakamoto, and T. Igarashi. SnapRail: a tabletop user interface widget for addressing occlusion by physical objects. ITS ’12, pp. 193–196.

[6] A. Khan, G. Fitzmaurice, D. Almeida, N. Burtnyk, and G. Kurtenbach. A remote control interface for large displays. UIST ’04, pp. 127–136.

[7] S. Malik, A. Ranjan, and R. Balakrishnan. Interacting with large displays from a distance with vision-tracked multi-finger gestural input. UIST ’05, pp. 43–52.

[8] J. Matejka, T. Grossman, J. Lo, and G. Fitzmaurice. The design and evaluation of multi-finger mouse emulation techniques. CHI ’09, pp. 1073–1082.

[9] J. K. Parker, R. L. Mandryk, and K. M. Inkpen. TractorBeam: seamless integration of local and remote pointing for tabletop displays. GI ’05, pp. 33–40.

[10] Y. Tokoro, T. Terada, and M. Tsukamoto. A pointing method using two accelerometers for wearable computing. SAC ’09, pp. 136–141.

[11] A. Toney and B. H. Thomas. Applying reach in direct manipulation user interfaces. OZCHI ’06, pp. 393–396.

[12] S. Voelker, M. Weiss, C. Wacharamanotham, and J. Borchers. Dynamic portals: a lightweight metaphor for fast object transfer on interactive surfaces. ITS ’11, pp. 158–161.

[13] T. Yoshikawa, B. Shizuki, and J. Tanaka. HandyWidgets: local widgets pulled-out from hands. ITS ’12, pp. 197–200.

[14] H. Zhang, X.-D. Yang, B. Ens, H.-N. Liang, P. Boulanger, and P. Irani. See me, see you: a lightweight method for discriminating user touches on tabletop displays. CHI ’12, pp. 2327–2336.