

スマートデバイスを用いた ものの大きさを把握する方法の検討

遠藤平^{†1} 松佳奈^{†2} 小松孝徳^{†1} 小林稔^{†1}

概要: 画像を通じて感じる対象物の大きさの印象を、実際に対象物を見たときの大きさの印象に近づける画像表示方法の実現に取り組んでいる。本報告では特に、タブレット端末などの小画面を使用するために、対象物全体を実物大で表示できない場合にも使用可能な方法を実現するために、スマートデバイスのディスプレイを覗き窓のようにして、表示されたものの大きさを把握する手法を提案する。本報告ではその提案手法を紹介するとともに、平面的な物体に対して手法を実現するシステムを作成し、提案手法を評価するための評価実験を行った。

キーワード: 大きさの印象、画像メディア、ピープホールメタファー

Consideration on how to grasp the size of things using smart devices

TAIRA ENDO^{†1} KANA MATSU^{†2}
TAKANORI KOMATSU^{†1} MINORU KOBAYASHI^{†1}

Abstract: We are working on realizing an image display method of bringing the impression of the size of the object feeling by looking at the image closer to the impression of the actual size when looking at the object. In this report, in particular, using a small screen such as a tablet terminal, in order to realize a usable method even in the case where the entire object cannot be displayed in full scale, we propose a method for grasping the size of things in images to look at the display of the smart device like a window. In this report, we introduce the proposed method, create a system to realize the method for the planar object, and conduct an evaluation experiment to evaluate the proposed method.

Keywords: Impression of the size, Image media, Peephole metaphor

1. はじめに

スマートフォンやタブレットなどのスマートデバイスを用いて、ネットショッピングで家具などのサイズが重要な商品を開覧して大きさを把握しようとするときに、その写真だけから大きさを理解することは難しく、実際に商品が手元に来たときに思っていたサイズと違い困ってしまうことがある。

数値情報を掲載したり、人や硬貨などの誰もが大きさを判断できるものと並べて撮影した写真を表記したりすることによって、見ている人の大きさの認識を補助する方法がある。しかしこれらの方法では、実物を見たときに感じた大きさの印象を、写真を見ただけの人に伝えることができるとは限らない。本研究は、写真を見たときに対象物の大きさを「確かにその大きさである」と感じることができるような表示方法を追求することを目的とする。大きさの伝達には実物大表示が有効と考えられるが、本研究では、たとえ実物大の表示でなくても多くの人が高い確信を持って実

物大だと感じる画像表示ができれば、その画像が対象物の大きさを伝達する画像として有効であるので、そのような画像表示方法を追求する。

本稿では特に、多くの人が日常的に使用するスマートフォンやタブレットなどのスマートデバイスの小さい画面を使う場合でも写真を見るだけで対象物の実際の大きさを感じることができる手法の実現に向けた取り組みを報告する。

本稿では対象物として平面的な物体を扱い、タブレットの画面サイズよりも大きな物体に対して、タブレットを動かすことで確信を持ってその大きさを実物大だと感じる画像表示方法を提案し、評価した。

2. 関連研究

大きさの認識については、これまでも様々な分野で研究がされてきた。ここでは、画像表示方法の研究と、本システムで使用する画像表示方法であるピープホールインターフェースの研究について紹介する。

^{†1} 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科
Department of Frontier Media Science, School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University

^{†2} 明治大学大学院先端数理科学研究科先端メディアサイエンス専攻
Program in Frontier Media Science, Graduate School of Advanced Mathematical Sciences, Meiji University

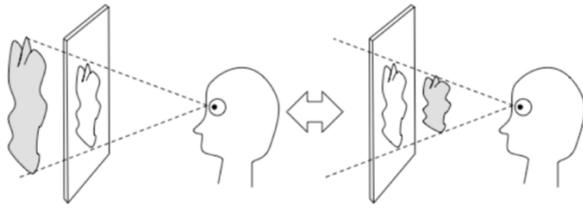


図1 表示物の画面に対する位置の理解で大きさの理解は変わる。

Figure 1 Understanding the dimensions is dependent to the understanding the position of the object relative to the screen.

2.1 画像表示方法

画像によって大きさの印象を伝えることを目的に、著者らは画像から受ける対象物の大きさに関する個人差を吸収する仕組み[1]、立体表示および体の一部の重量表示による方法[2]などの実現に取り組んだ。また画像に写る対象物までの距離の感覚と受ける大きさの印象との関係についての議論を行ってきた[3]。

写真に写る対象物を見たとき、人の対象物の大きさの理解の仕方には、いろいろな可能性が考えられる。例えば、写真の表面に物体があると考えれば、写真に実物大で表示された画像の大きさであると理解する。写真の表面より奥に物体があると考えれば、写真の表面で実物大に表示された対象物は実際よりも大きく感じてしまう(図1左)。つまり、写真の表面では、実物大よりも小さく表示しなければ大きさを正しく表現することができない。また、写真の表面より手前に物体があると考えれば、実物大に表示された対象物は実際よりも小さく感じられる(図1右)。

このように、画像に写る対象物の大きさをどのように感じるかは、観察者が画像に写る対象物との距離をどのように感じるかに依存する[1]。[2]では、距離の感じ方のズレを、画像の表示形態と観察者固有の傾向の組み合わせにより決まる定数として記録し、画像を観察するときはその定数に合わせて表示サイズを変更することを試みた。この方法は大きさの伝達にある程度役に立ったが、大きさに対する回答のばらつきが大きいものがあり、大きさの印象の曖昧さが大きかった。[3]では、ステレオ表示を用いることで表示対象までの距離を明確に表現し、大きさの印象をより明確に伝えることを可能とした。加えて観察者自身の身体の一部を対象物の画像にスケールを合わせて重量表示することで、自分の身体との比較で大きさを把握しやすくした。

大きさを実感できる写真表示として、森川らは、人間の持つ大きさの恒常性の特性を用いて写真を直感的に閲覧できる方式を提案した[4]。ユーザが用意した写真を比較したい写真の中に等縮尺にして追加表示し、さらに前後の動きに呼応して表示サイズを変化させることで実空間で物を見るように写真を閲覧できる環境を提案し、その効果を検証している。これによって、見慣れた画像との比較を行

うことを通して画像の中の対象のサイズを知ることができる。

また、ディスプレイを通じた表示ではインタラクティブな表現を取り入れることができる。西らは、Webオークションでの商品説明における画像に関して、商品を周囲から簡易的に撮影した画像群から、ターンテーブルで回転させながら撮影したかのような画像群へと変換させる研究を行った[5]。

これらの手法には、装置が大きくなり観察範囲が限られることや、大きさの印象の曖昧さが大きいことなどの問題が存在した。また、対象物の大きさを表す画像の選択や、画像に写る対象物の大きさを選択させる等の方法により大きさを選ばせることは行ってきたが、その大きさの選択を正しいと感じる強さについては調査してこなかった。確信を持って一つの大きさを選択した回答も、どれが正しいかわからずに選択した回答も同じように扱ってきた。

そこで著者らは、画像に含まれる背景情報と対象物を観察する環境の背景を同じにする方法を試み、表示方法の違いによる大きさの印象の違いや、その印象に対する確信の強さを調査してきた[6]。条件や実験参加者によって大きさの判断に対する確信の強さが変化することは観察できたが、確信を持って大きさを感じることができる表示方法の発見には至らなかった。

続いて著者らは、しかけ絵本で使用される図絵が、表示された大きさをそのまま感じさせる方法として有効であると感じたことをきっかけとして、料理の画像を、厚みをもたせて表示する方法を試みた[7]。平面で表示する方法と、厚みをもたせて表示する方法で比較を行い、大きさの印象の違いと、その印象に対する確信の強さについて調査した。この調査から、確信を持って大きさを判断するという面では、画像を平面で表示するより厚みをもたせて表示する方が効果があるということが示された。しかし、画像の倍率によって平面画像でも良い結果を示すものがあり、提案手法が有効であるという明確な結論には至らなかった。

著者らは次に、対象物を斜め45度の角度から撮影した背景を含めた画像の上に、真上から撮影した画像の対象物のみを切り抜いた物を重ね合わせ、下にある背景を含めた画像を湾曲させて表示する方法を提案した[8]。実験では、斜めから撮影した皿を含めた料理の画像、提案手法の3種類を比較した。この実験の結果から、画像を重ね合わせて湾曲させた画像表示である提案手法が、確信を持って大きさを判断することに効果をもたらすということが示された。

2.2 ピープホールインターフェース

デバイスを覗き窓のようにして使うことでインタラクティブなシステムを構築しようとするピープホールインターフェースの研究はこれまでも行われてきた。Yeeらは、ディスプレイを物理的に移動させ、その画面を通して大き

な領域の中の一部を見ることができる Peephole Display を開発した[9][10]. このシステムでは, デバイスからモータに伸びた糸の巻き取られる長さから距離を取得している.

また, 佐藤らの研究では, スマートデバイスを通して現在の街並みを見ることで, その画面上に過去の街並みを投影している[11]. このシステムでは景色というスケールおよび情報量の大きいものを提示するため, 画面の動き方については精度よりも処理速度やデバイス自由度を優先している. そのため, 加速度センサやジャイロセンサを利用してデバイスの位置や角度の情報を取得している.

どちらの研究も, 画面よりも大きいサイズの作業領域が必要なアプリケーションを直感的に操作することができるというピープホールインターフェースの特徴を生かした研究である. 著者らはこのインターフェースを画像表示に使用することを考え, それを実現するシステムを開発した.

3. 提案システム

本研究のアプローチとして著者らは, ピープホールインターフェースを通して対象物の画像を観察することを提案する. この手法を選んだ理由は, 比較的大きなサイズのものでもモバイル端末の小さな画面で表示が可能であることと, 視覚だけではなく手や体を動かす際の自己受容感覚も合わせて, より確信を持った大きさの判断ができるのではないかと考えたからである.

この方法により, 画像観察者が確信を持って大きさを判断できることを期待する. システムで使うスマートデバイスには, Microsoft 社製の Surface 3 のタブレット部分を使用した.

3.1 ピープホールディスプレイ

タブレットのサイズよりも大きな画像を表示すると, 画面に写るのは写真の一部になる. これを 2.3 で紹介したピープホールインターフェースを取り入れたピープホールディスプレイで表示する. 画面を上下左右に動かすと, それに合わせて表示されている画像も同じように動くため, あたかもそこに対象物があるかのように感じることができる. ピープホールディスプレイのイメージ図を図 2 に示す.

図 2 では, スマートフォンで T シャツを表示している様子を表している. 図 2 では T シャツの左下部が写っているが, そこからスマートフォンを動かすと, それに合わせて T シャツの見える部分も移動する.

3.2 画像の動きの制御

画像の動きの制御には光学式マウスを使用した. 市販のマウスを分解してコードを取り除き, USB 端子を用いてタブレットに直接装着できるようにした. この装置をつけた状態でタブレットを机に沿って動かすと, マウスポインタの

位置が変化する. 本システムでは, このマウスによるポインタの変位量を画像の動きの制御に使用した. 装置の写真を図 3 に示す.

4. 評価実験

3章で示した提案システムが, 画像からものの実物大の大きさを判断することにどれほどの効果をもたらすかを調査するため, 評価実験を行った.

4.1 対象物

本実験では, まな板型に切断した MDF 素材を対象物とした. まな板は, 単純な形であり, かつタブレットと同サイズか少し大きいサイズであることから, 対象物のサンプルとして用いた. 真上から見たときの横の長さが 300mm, 縦の長さが 200mm, 厚みが 2.5mm のものを基準の大きさ (100%)として, 80%, 90%, 100%, 110%, 120%の 5つの大きさと相似形の対象物を作成し実験に用いた. 図 4 に 100%の対象物を示す.



図 2 ピープホールディスプレイのイメージ図
Figure 2 Image of peephole interface



図 3 タブレットの動きを読み取る装置
Figure 3 Apparatus that reads tablet motion



図4 対象物の一例 (100%)

Figure 4 An example of objects (100%)

4.2 画像

実験に用いる画像は、4.1 の対象物のうち 90%, 100%, 110% のものを白い机の上に置いて真上から水平に撮影したものである。タブレット画面にそれぞれ実物大の大きさで表示されるように、画像の比率を調整した。また、実際にタブレットを動かした量と画面内の画像が動く量が等しくなるように、画像の移動の変化量を調整した。

タブレットの画面サイズは横の長さが 255mm、縦の長さが 170mm であるため、90% の対象物の画像でもタブレットの画面サイズより大きくなる。そのため、90%, 100%, 110% いずれの写真もタブレットに写るのは対象物の一部分になる。図 5 に 100% の対象物をタブレットの画面上に表示したものを示す。

4.3 実験手順

実験には、21-24 歳の 20 名の学生が参加した。実験に用いた対象物は 5 通りで、画像は 3 通りであるため、これらの対象物と写真による組み合わせ 15 組をそれぞれ 2 回ずつ、計 30 回の施行を次の手順を繰り返してもらうことで行った。

手順 1 システム上で画像を見る

手順 2 対象物の実物を見る

手順 3 質問に答える

実験の様子を図 6, 図 7 に示す。手順 1 では、実験参加者にタブレットを動かしてもらい、画面に写る画像の大きさを認識してもらった。大きさが十分認識できたと参加者が感じた後、手順 2 に移り、実験者が参加者の前に対象物を置いた。手順 3 で参加者は、その対象物を見た後に次の 2 つの質問に答えた。

Q1 画像に比べて実際の対象物の大きさはどう感じましたか

Q2 Q1 について、どのくらいそう感じましたか?

Q1 については「小さいと感じた」、「同じと感じた」、「大きいと感じた」の 3 つの中から 1 つ回答してもらった。Q2 については「はっきりそう感じた」、「そう感じた」、「どちらかといえばそう感じた」の 3 つの中から 1 つ回答してもらった。画像が表示されているタブレットと同じ機体で、1 組ずつ表示される質問に答えてもらった。

手順 1 の画像観察時に、画像を見る角度や姿勢の指定は行わなかった。タブレットを動かす時間や動かし方については制限を加えず、参加者が十分に大きさを認識できたと思うまで自由に画像を観察してもらった。手順 2, 3 では、参加者の目の前に対象物を置き、アンケート画面に遷移させたタブレットをタッチして回答をしてもらった。

30 回の施行が終了後、最後に実験全体に関する簡単なアンケートに答えてもらった。



図5 対象物をタブレットの画面上に表示した様子

Figure 5 The object is displayed on the screen of the tablet.



図6 実験の様子 (手順 1)

Figure 6 Situation of experiment (step 1)



図7 実験の様子(手順2, 手順3)
Figure 7 Situation of experiment (step 2,3)

5. 実験結果・考察

5.1 大きさの判断

Q1の回答について、「同じに感じた」と回答した実験参加者の数を、手順1でタブレットに表示した画像のサイズと手順2で示した実物のサイズの組み合わせごとに整理して並べたものを図8に示す。ここでは、90%の対象物の画像を用いた場合には、90%、100%の実物を呈示したときに「同じに感じた」の回答数が多くなっている。また、100%の対象物の画像を用いた場合には、100%、110%の実物を呈示したときに回答数が多くなっている。同様に、110%の対象物の画像を用いた場合には、110%、120%の実物を呈示したときに多くなっている。

次にQ1の回答について、呈示した画像と実物の大きさが同じ3組の施行に着目した。図9は、90%、100%、110%の対象物について、それぞれの対象物の画像を呈示した後、同じ大きさの実際の対象物を呈示したときの回答である。

画像、実物ともに90%のものを用いた場合と100%のものを用いた場合は、「小さいと感じた」と「同じに感じた」の割合が同程度である。対して画像、実物ともに110%のものを用いた場合は、「同じに感じた」が回答の過半数を占める結果となった。

今回の結果では、画面に写る画像はそれと同じ大きさの実物よりも平均的に小さく感じられる傾向があった。

5.2 大きさの判断に対する確信の強さ

次に、Q2の結果を示す。画像と実物の大きさの組み合わせごとに、「どちらかといえばそう感じた」と回答した結果を図10に、「そう感じた」と回答した結果を図11に、「はっきりそう感じた」と回答した結果を図12に示す。

図10では、90%の画像に対して100%の実物を、100%の画像に対して110%の実物を呈示したときにそれぞれ最も多くの人々が「どちらかといえばそう感じた」に回答して

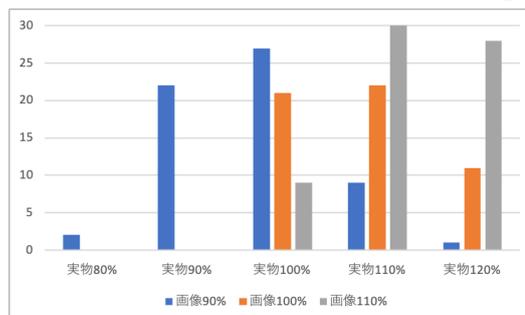


図8 Q1で「同じに感じた」と回答した実験参加者の数
Figure 8 Number of experiment participants who answered "I felt the same size" in the Questionnaire 1

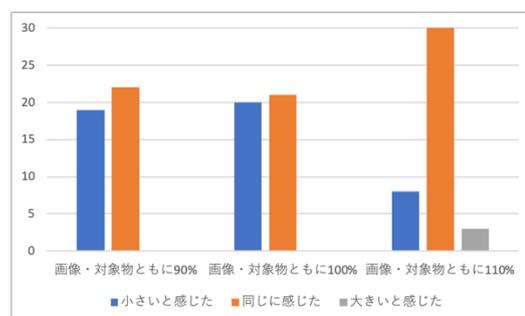


図9 Q1の回答(画像と対象物の大きさが等しい場合)
Figure 9 The answer of Questionnaire 1 when the size of image and object are equal.

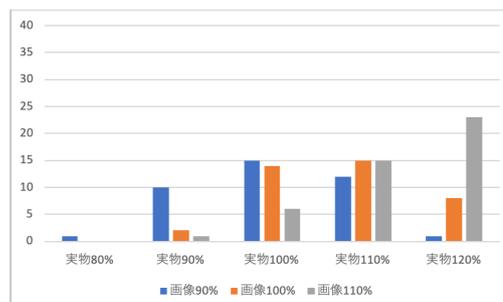


図10 Q2で「どちらかといえばそう感じた」と回答した実験参加者の数
Figure 10 Experiment participants answered "If anything, I felt so" in the Questionnaire 2.

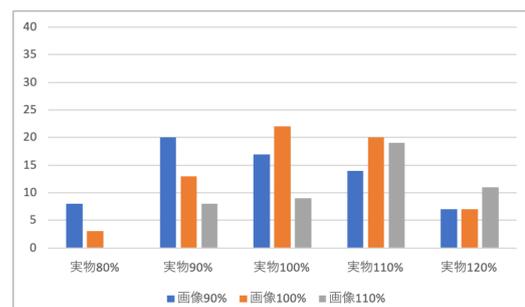


図11 Q2で「そう感じた」と回答した実験参加者の数
Figure 11 Experiment participants answered "I felt so" in the Questionnaire 2.

いる。図 11 は「そう感じた」の回答数を示すが、これは 90%、100%、110%のどの画像に対しても、それぞれ写真と実物のサイズが等しいときに最も多くの回答を得られた。図 12 は、図 10 とは逆の傾向を示し、90%の画像では一番小さなサイズである 80%と最も大きなサイズである 120%のサイズの実物に「はっきりそう感じた」と回答した実験参加者が多かった。100%と 110%の画像では、一番小さなサイズ 80%に最も多くの回答が集まった。また、どの条件においても実物と画像のサイズが近い条件で「はっきりそう感じた」と回答した実験参加者が少なかった。

5.3 総合的な考察

本研究の目的は、確信を持って大きさを判断できる画像表示方法であるため、Q1 と Q2 の両方を合わせて考慮する必要がある。

図 12 の結果より、画像のサイズに対して実物のサイズが明らかに小さいもの、明らかに大きいものに対しては「はっきりそう感じた」を選択する人が多いことが分かった。Q1 に対して「同じくらいに感じた」と回答し、かつ Q2 に対して「はっきりそう感じた」と回答した実験参加者の数に着目し、その数を図 13 に示す。「同じくらいに感じた」かつ「はっきりそう感じた」と答えた回答者は、画像と実物のどの組み合わせにおいても数人程度であった。この理由として、画像と実物のサイズを同じくらいに感じる時には強い確信を持って回答しにくいからだと考える。

よって、Q1 において「同じくらいに感じた」と回答し、かつ Q2 において「はっきりそう感じた」または「そう感じた」と回答した実験参加者の数に着目し、その数を図 14 に示す。90%の画像の回答を見ると、90%と 100%の実物を見せたときに同数で最も多くの回答が集まった。100%の画像の回答を見ると、110%の実物を見せたときに最も多くの回答が集まり、次に多いのが 100%の実物を見せたときであった。このことから、90%、100%の画像を見せた場合は、その画像のサイズと同サイズか10%大きいサイズの対象物について、確信を持って「同じくらいに感じた」と答える人が多いことがわかった。

110%の画像の回答には、120%の実物を見せたときの回答数が最も多かった。まとめると、本システムを利用して対象物の実物大のサイズを知りたい場合、対象物のサイズよりも少し小さなサイズの画像を表示してあげることで、その対象物の実物大のサイズを確信を持って判断することができる可能性が示唆された。ただし、本実験では用意しなかったが、120%よりも大きい実物を見せた場合に、そちらに回答が集まる可能性があるため、今後は実物の板のサイズの種類を増やした調査をしていきたい。

また、実験後のアンケートで「このシステムを使って、大きさの把握が十分にできたと思いますか?」という質問をした。その結果を図 15 に示す。結果、75%の実験参加者が

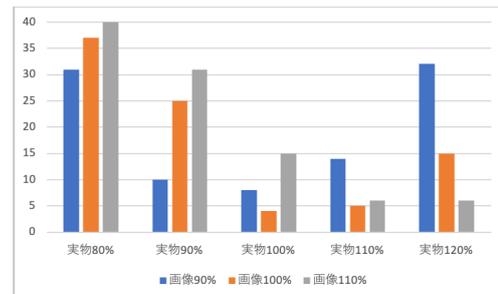


図 12 Q2 で「はっきりそう感じた」と回答した実験参加者の数

Figure 12 Experiment participants answered “I felt so clearly” in the Questionnaire 2.

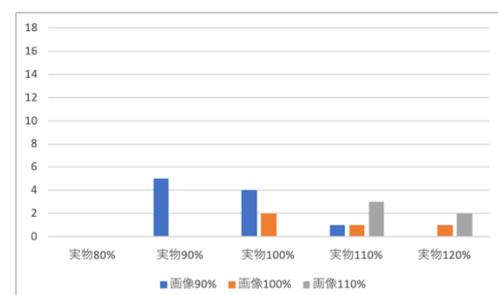


図 13 Q1 で「同じくらいに感じた」と回答し、Q2 で「はっきりそう感じた」と回答した実験参加者の数
 Figure 13 Number of experiment participants who answered “I felt the same size” in a Questionnaire 1 and answered “I felt so clearly” in a Questionnaire 2.

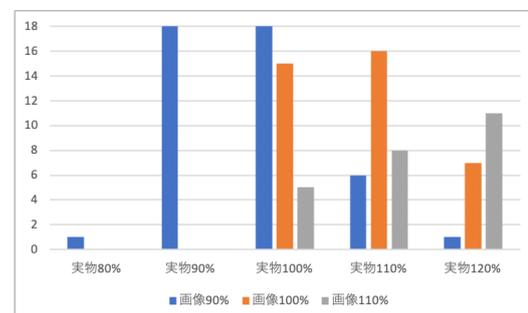


図 14 Q1 で「同じくらいに感じた」と回答し、Q2 で「はっきりそう感じた」または「そう感じた」と回答した実験参加者の数

Figure 14 Number of experiment participants who answered “I felt the same size” in a Questionnaire 1 and answered “I felt so clearly” or “I felt so” in a Questionnaire 2.

「大ききの把握が十分にできた」と回答し、「どちらかといえどできた」という回答も含めると 95%の実験参加者が大ききの把握に対して肯定的な回答をした。よって本システムは、確信を持った大ききの把握に関してある程度有効であると考えられる。

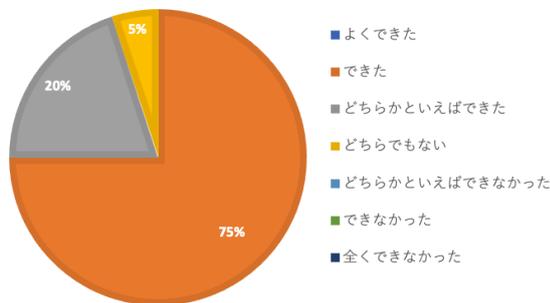


図 15 「このシステムを使って、大ききの把握が十分にできたと思いますか？」というアンケートの回答

Figure 15 The answer to the questionnaire “Do you think that you can fully grasp the size using this system ?”

6. まとめと今後の課題

本研究では、情報としてのサイズが伝わるだけではなく、対象を見たときに自信を持って「この大きさである」と感じられるような画像表示方法の実現を目的として、ピープホールインターフェースを用いて画像を表示する方法を試みた。画像と実物の組み合わせを変えて呈示し、大ききの印象と、その印象に対する確信の強さについて調査した。今回の結果では、実物よりも少し小さな画像を表示することで、それが実物と同じ大きさであると確信を持つ人の割合が高い傾向があった。その原因として、使用した装置の性能（解像度や反応速度）や外観（厚みや大きさ、色等）の影響が考えられるが現時点では明らかではない。これらについてより詳しい検討を加えることで、ピープホールインターフェースを用いた表示方法の設計をする。

今回の実験では、平面的な物体についての評価実験を行い、奥行きのある物体についての実験は行わなかった。今後は、撮影画角によって表示倍率を変えるなどの工夫をし、システムを奥行きのある物体にも対応させることを目指す。

また、ピープホールインターフェースだけではなく、対象物よりも大きなディスプレイを使い対象物を画面全体に表示する方法や、画面をスクロールして大ききを測る方法と比較した場合、大ききの感じ方にどのような違いが現れるかを調査する。これらの調査を通して、確信を持って大ききを判断できる画像メディアの実現を目指す。

謝辞 本実験にご協力いただいた皆様に、謹んで感謝の意を表す。また、本研究は JSPS 科研費 JP15K00287 の助成

を受けたものである。

参考文献

- [1] Kobayashi, M.: The Issues Regarding the Distance between the Surface and the Displayed Objects. Proceedings of the Late-Breaking Papers in CollabTech 2014, Santiago, Chile, pp. 1-6 (2014)
- [2] 小林稔, 志和新一, 北川愛子, 島田義弘, 一之瀬進: ステレオ重畳表示によるリアルスケールビデオシステム, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 11, pp. 3834-3846 (1999)
- [3] 小林稔, 志和新一, 北川愛子, 島田義弘, 一之瀬進: 大ききの印象を共有するための等倍表示システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 2, pp. 517-528 (1999)
- [4] 森川治, 戸田賢二: 大ききを実感できる写真表示方式. ヒューマンインタフェース学会論文誌, 2009, Vol. 11, No. 4, p. 127-134.
- [5] 西紗記子, 東野進一, 坂本竜基: Web オークション出品時における擬似 3D 画像の生成, 情報処理学会 インタラクシオン 2016, pp. 961-963 (2016)
- [6] 松佳奈, 井上一真, 小松孝徳, 小林稔: ものの大ききの印象を伝える画像インタフェース手法の検討. 研究報告グループウェアとネットワークサービス, 2017, Vol. 2017-GN-100, No. 22, p. 1-7.
- [7] 松佳奈, 小松孝徳, 小林稔: ものの大ききを伝えるための飛び出す絵本を模した画像表示方法の検討; 研究報告グループウェアとネットワークサービス, Vol. 2018-GN-103, No. 33, pp.1-8(2018.1)
- [8] 松佳奈, 小松孝徳, 小林稔: 大ききの印象を伝えるための画像重ね合わせ表示の検討. 日本バーチャルリアリティ学会研究報告, 2018, Vol. 23, No. CS-1, p. 23-28.
- [9] Ka-Ping Yee: Interaction Techniques and Applications for Peephole Displays, CHI 2003: NEW HORIZONS, pp636-637 (2003)
- [10] Ka-Ping Yee: Peephole Displays: Pen Interaction on Spatially Aware Handheld Computers, Interaction Techniques for Handheld Devices, Vol.5 No.1, pp1-8(2003)
- [11] 佐藤慎也, 岡谷貴之, 出口光一郎: 過去の街並みを可視化するスマートフォンを用いた拡張現実, 情報処理学会, Vol. 2012-CVIM-182, No.3 (2012/5/23)