

スポットライティング： 認知共有のためのスポットライト型ポインティングシステム

中道 上^{†1} 天早 健太^{†1} 渡辺 恵太^{†2} 山田 俊哉^{†3}

概要：オブジェクトに対する認知を共有するために指差しジェスチャーが行われている。本研究では直観的にオブジェクトに焦点を当てることを目的としたスポットライティングを提案する。提案システムは指差しジェスチャーによるポインティングシステムと焦点範囲であるフォーカスエリアの操作インターフェースから構成される。フォーカスエリアは拡大・縮小ボタン上に移動することによってフォーカスエリアを拡大または縮小し、焦点を絞ることが可能である。これにより、説明者の説明するオブジェクトの位置と範囲を容易に理解することが可能となる。広島県福山市の博物館にて行った実証実験では、23名の訪問者全員が提案システムにより説明が“わかりやすい”または“ややわかりやすい”と回答しており、高い受容性があることを確認した。

Spotlighting: Spotlight type Pointing System for Sharing Recognition

NOBORU NAKAMICHI^{†1} KENTA AMAHAYA^{†1}
KEITA WATANABE^{†2} TOSHIYA YAMADA^{†3}

Abstract: A pointing gesture is performed for sharing recognition to an object. In this research, we propose a spotlighting system for focusing on the object intuitively. The system consists of a pointing system and a focus area operation interface. A user can narrow focus by using zoomable function of the focus area. The system supports sharing recognition to an object by a fully-zoomable focus area. Therefore users can understand an objective position and the area easily. The field evaluation (23 subjects) at a museum in Fukuyama City proves that our system is easy-to-understand and acceptable for general visitors.

1. はじめに

近年、センシング技術の著しい向上により家電などのジェスチャー操作が一般的になりつつある。例えばテレビの前に立ち、手をかざすことで操作を行うことができる製品[1]の開発や研究[2]が進められている。また指差しジェスチャーに着目し、ジェスチャーによるマウスカーソルの移動を利用したポインティングシステム[3]の研究が進められている。一般的なマウスカーソルは矢印の形をしており、その先端である一点がポインティング位置であることをフィードバックするために使用されている。

人がオブジェクトに対する認知を他の人と共有するために指差しジェスチャーがしばしば行われる。しかし、人が指差しジェスチャーでオブジェクトの認知を共有する際、一点ではなくオブジェクトの全体またはその一部を示したい場面が多く存在する。またそのような場合に指差しジェスチャーだけでなく、オブジェクトの特徴を言葉で説明することで意思疎通を図ることがある。しかし、お互いのオブジェクトに対する認識が異なる場合があるため、認知の共有は難しい。オブジェクトとは一般的に物や対象物のことを指しており、本研究ではコンピュータの画面上の対象物だけでなく、現実世界の物体もオブジェクトと呼ぶこと

とする。

本研究ではオブジェクトに対する認知を複数名で共有するために、オブジェクトに焦点を当てることを目的としたスポットライティングを提案する。スポットライティングは指差しジェスチャーによるフォーカスエリアの操作を用いて直観的にオブジェクトの全体またはその一部の範囲を指し示すことを可能とする。

オブジェクトに対する認知を複数名で共有する状況として、会議や博物館等での展示物の紹介などが考えられる。本研究では、スポットライティングの特長である現実世界の物体であるオブジェクトに対する受容性を確認するため、広島県福山市の博物館にご協力いただき、提案システムの受容性について確認した。

2. 関連研究

オブジェクトに対して全体またはその一部の範囲を指し示すことが可能なデバイスとしてレーザーポインタ[4]が挙げられる。近年では一点のみでなく、円や四角形、矢印型など、様々な形での照射が可能となっている。しかし、デバイスを手に持つ必要がある。また照射範囲の図形や色、範囲の大きさに制限があり、オブジェクトの全体を示すことが難しい場合がある。

ジェスチャー認識のために用いられるセンサーとしてKinect[5]やLeap Motion[6]、Ring[7]が挙げられる。Kinectは3種類のカメラを用いて人の骨格を追跡することが可能なセンサーである。Leap Motionは赤外線を用いて手の形状

†1 福山大学

Fukuyama University

†2 株式会社 DNP 情報システム

DNP Information Systems Co., Ltd.

†3 NTT アイティ株式会社

NTT IT Corporation

を認識することが可能なセンサーである。このような非接触によるセンサーの登場により、デバイスを持たないジェスチャー操作が可能になりつつある。Ring は指に装着するセンサーで、空中でアルファベットや数字、図形を描くことで操作を行うことを可能としている。

ジェスチャーによるマウスカーソルの移動を利用したポインティングシステムとして、Remote Touch Pointing[3]の研究が進められている。Remote Touch Pointing を用いると発表者は、からだの一部を基点、操作点とし、それら2点の延長線上をポインティングすることが可能となる。Remote Touch Pointing は基点と操作点の延長線上をポインティングするため、大画面スクリーンにおいても目的の位置を容易にポインティングすることが可能である。そのため、直観的にポインティングを行うことが可能である。提案システムであるスポットライティングにおけるポインティングシステムの部分は Remote Touch Pointing を利用して実現している。図1に Remote Touch Pointing の利用例を示す。利用例では、両肩の中心を基点座標、利き手を操作点座標に設定した場合の Remote Touch Pointing の一例を示している。

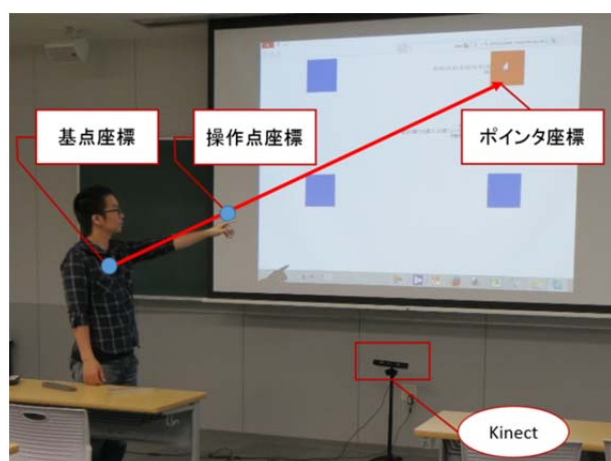


図1 Remote Touch Pointing の利用例
Figure 1 An Example of Remote Touch Pointing

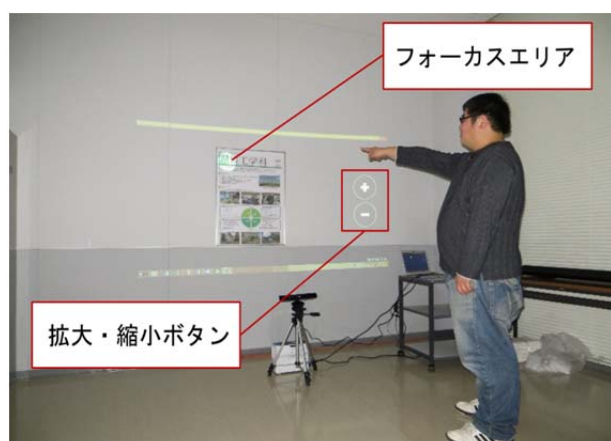


図2 スポットライティングの一例
Figure 2 Example of Spotlighting.

3. スポットライティング

スポットライティングは認知の共有のためにオブジェクトに焦点を当てるポインティングシステムである。スポットライティングは指差しジェスチャーによるポインティングシステムと焦点を当てる範囲であるフォーカスエリアの操作インターフェースから構成される。指差しジェスチャーによるポインティングシステムには Remote Touch Pointing を用いることで、ポインティングする際にポインティングデバイスを用いることなく操作を行うことが可能である。そのため、直観的なポインティングを可能としている。ポインティング位置にはフォーカスエリアとして、円を表示する。

焦点を当てる範囲であるフォーカスエリアの操作インターフェースは、従来のスポットライト操作を参考にポインティング位置の【移動・固定】、フォーカスエリアの【拡大・縮小】の2つの機能から構成される。

操作者が手を握った状態で手を動かすことでフォーカス位置の移動を操作し、手の平を広げることでフォーカス位置が固定される。指差しジェスチャーによるポインティングシステムでは、ポインティング位置を固定するために指差しジェスチャーを維持し続ける必要がある。スポットライティングにおけるフォーカス位置の固定を用いることによって、一度オブジェクトに焦点を当てた上で、身振り手振りといったジェスチャーでコミュニケーションを行う場合に利用可能である。

あるオブジェクト（ポスター）に対してスポットライティングを利用してポインティングしている様子を図2に示す。ポインティング位置には白い円がフォーカスエリアとして表示される。スクリーンの右端に表示されたボタンにポインティングを行うことで、フォーカスエリアが拡大または縮小する。拡大・縮小機能を利用することで、あるオブジェクトの全体に当てた焦点からその一部に焦点を絞り込むことが可能である。

従来のポインティング手法ではポインティング位置が一点のみであることに対して、フォーカスエリアの拡大、縮小を行う機能によってオブジェクトの全体または一部に焦点を当てることが可能となる。これにより示すことによって他人とのオブジェクトに対する認知を共有することが容易になる。

4. 博物館における実証実験

4.1 実験概要

提案システムであるスポットライティングによる認知の共有と受容性を、一般利用者に対して検証することを目的に実証実験を実施した。オブジェクトに対する認知を複数名で共有する状況として、会議や博物館等での展示物の紹介などが考えられる。2015年2月のインタラクシオン2015にて、スポットライティングの体験者から博物館にお

いて利用したいとのコメントを多くいただいた[8]。本研究では、スポットライティングの特長である現実世界の物体であるオブジェクトに対する受容性を確認するため、実際の博物館における実証実験を実施した。広島県福山市のふくやま草戸千軒ミュージアム(広島県立歴史博物館)にて2015年8月18日から8月20日にかけての3日間、それぞれ13:00から15:00までの2時間にわたり実施した。スポットライティングは2階、歴史年表がある通史展示室に設置させていただき、博物館職員がスポットライティングを用いて訪問者に歴史を説明する形で利用した。

図3に実験環境におけるスポットライティングを利用した説明の様子を示す。また利用した実験機材を下記に示すとともに機材のレイアウトを図4に示す。

- PC : SONY VAIO SVT1311AJ ,windows8
- Kinect for Windows v1
- Short Throw Projectors : RICOH IPSiO PJWX4130N

説明者である博物館職員の立ち位置によっては、Kinectから検出できない場合があるため、人物が検出しやすいエリアを目安として明示するためにKinectから前方2mの位置に縦1m、横1mのタイルを設置した。ただし、あくまで目安であり、説明の際には必ずしもタイル内で行わなければならないといった制約は設定していない。

説明する博物館職員は、事前に実験機材を配置した際にスポットライティングを体験し、利用可能であることを確認した。実験期間中に訪問し、実験にご協力いただいた被験者のうち23名からアンケートが得られた。被験者は、10代から40代の年代から、男性が17名、女性が5名であった。アンケートは博物館職員による説明後、訪問者にすぐに記入していただいた。アンケートはスポットライティングによる認知の共有と受容性を確認するために行った、表1にアンケートの質問一覧を示す。

4.2 実験結果と考察

実験直後に訪問者から得られたアンケートの回答集計結果を図5に示す。まず、スポットライティングの受容性について訪問者にQ1を行った。Q1は、指差しジェスチャーによるポインティングシステムと焦点を当てる範囲であるフォーカスエリアの操作インターフェースが受け入れられるかを検証する項目である。結果は、“わかりやすい”が78%、また“ややわかりやすい”を含めた合計では100%、となり、非常に高い評価が得られた。

次にスポットライティングを用いた説明の優位性について確認するためにQ2を行った。Q2は一般的に説明の際に用いられる指示棒やレーザーポインタと比較して内容が伝わるかを確認する項目である。結果は、“伝わりやすい”が43%、また“やや伝わりやすい”を含めた合計では91%、となり、非常に高い評価が得られた。



図3 スポットライティングの実験環境

Figure 3 Experimental Environment of Spot Lighting.

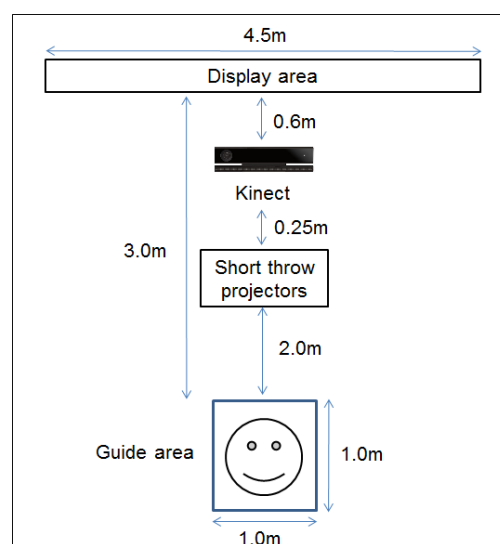


図4 実験機器のレイアウト

Figure 4 Layout of Experimental Equipment.

表1 質問一覧

Table 1 The Question List.

Q1	スポットライティングを用いた説明は分かりやすかったですか
Q2	指し棒やレーザーポインタを使った一般的な説明と比較して内容が伝わりやすかったですか
Q3	手で指し示されている場所とフォーカスエリア(明くなる場所)の位置関係は分かりやすかったですか
Q4	操作されている際にフォーカスエリアは見やすかったですか
Q5	説明の際にフォーカスエリアを見失いましたか

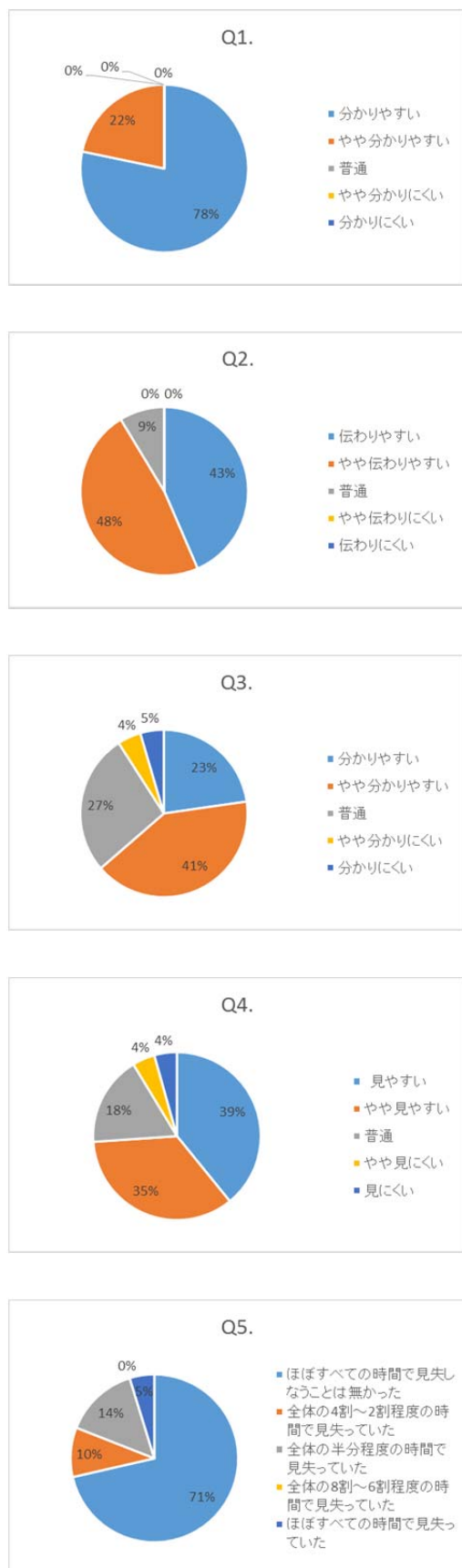


図 5 アンケートの回答結果

Figure 5 The questionnaire results.

Q3.から Q5 は認知の共有のためのフォーカスエリアの視認性に関する質問である. Q3.では手で指し示されている場所とフォーカスエリア(明るくなる場所)の位置関係について質問した. 結果, “わかりやすい”, “ややわかりやすい”の合計が 61%となった. Q4.では説明者が操作されている際のフォーカスエリアの見やすさについて質問した. 結果, “見やすい”, “やや見やすい”の合計が 78%となった. このとき, それ以外の “見にくい”, “やや見にくい”と回答した 2 名に対してその理由を伺ったところ, フォーカスエリアの明るさと移動速度が挙げられた. フォーカスエリアの明るさは, 今回の実験では, 通常の博物館の展示と全く同じ状況で行っているため, もともと展示物に対して照明が当てられた状況の中で実施した. そのためこの訪問者にとってはフォーカスエリアが見にくいというコメントが得られたと考える. またフォーカスエリアの移動速度であるが, 現在は, 説明者による手振れの影響を抑えるために現在から 5 フレーム前までのポインティング位置の平均の位置にフォーカスエリアを表示している. そのため, フォーカスエリアの表示は, 説明者のポインティングジェスチャーに対して遅延が発生し, 滑らかな動きとなるように設定している. しかし, なお移動速度が速いと感じる訪問者がいる点から, 今後, フォーカスエリアのサイズと明るさ, 遅延による滑らかな動きから実験を進めていく必要があると考える. Q5.では説明の際にフォーカスエリアを見失うことがあるか質問した. その結果, “ほぼすべての時間で見失うことは無かった”が 39%, “全体の 4 割～2 割程度の時間で見失っていた”が 35%となった. それ以外の 26%の訪問者がフォーカスエリアを半分以上見失っていたという結果となった. これは Q4.の結果で訪問者からのフォーカスエリアの見えづらい要因として挙げられたフォーカスエリアの明るさと移動速度が要因とも考えられる. しかし, 今回は説明者による説明の際と明記したため, フォーカスエリアの説明対象ではなく, 説明者に目を向けていたため, その間見失っていたと回答されていることも考えられる.

またアンケートでは自由記述として, スポットライティングを使用する様子を見て良い点と悪い点, 感想についてアンケートの最後に記述いただいた. 実験直後に希望された訪問者には実際にスポットライティングを体験いただいたため, 一部, 体験にもとづいたコメントも得られた. 良い点として, スポットエリアによって説明箇所が強調され説明を理解しやすい点, また注目度が上がる点がコメントとして多く得られた. コメントの一部として “今どこを説明しているかとても分かりやすい”, “インパクトが大きいため注目を集めることができ良いと思う”, “スポットを当てた所と当ててない所の区別がしっかりしているので注目しやすい”などが得られた. 悪い点として, おもに操作を体験された方からのコメントとして, フォーカスエリアの細かいふれやフォーカスエリアの見やすさが問題点とし

て挙げられた。コメントの一部として“固定され、ぶれる動きが少なくなると良いと思います”，“目の悪い方には分かりにくいのでレーザーの白円のふちに色が入ったりすると分かりやすいかも”などが得られた。感想では，特に博物館に導入した場合の効果についてコメントが得られた。コメントの一部として“もっと完璧にできるととてもわかりやすくてのしい博物館になると思います”，“博物館の展示をそのままに目新しい企画として活用できるのがよいと思った”，“レーザーポインタと違って色が白で柔らかいので見ててつかれないので良いと思った”などが得られた。

5. 考察

評価実験の結果から提案システムであるスポットライティングの高い受容性を確認することができた。ユーザビリティ評価の観点から優位性と今後の課題について考察する。また，体験された訪問者からフォーカスエリアの拡大・縮小機能についてジェスチャーへの対応をご提案いただいた。ご提案いただいたジェスチャーと適用可能性について考察する。

5.1 提案システムのユーザビリティ特性

評価するユーザビリティの定義として Jakob Nielsen によるユーザビリティの定義を利用し，スポットライティングの学習しやすさ (Learnability)，効率性 (Efficiency)，記憶しやすさ (Memorability)，エラー (Errors)，主観的満足度 (Satisfaction) について考察する。

学習しやすさでは，ユーザーがそれをすぐ使い始められるよう，簡単に学習できるようにしなければならないと定義されている。スポットライティングはユーザーに対して直接，使い方を説明することによって簡単に学習可能である。今回の実験においても，博物館の職員だけでなく，訪問者からも体験されたが，利用する様子を見ただけで学習可能である点から学習しやすさは高いと考えられる。しかし，直接の説明が不可欠であるため，今後，直接の使い方の説明なしに利用可能にするインターフェースを設計することにより，学習しやすさの向上とともに適用分野の拡大が期待される。

効率性では，一度学習すれば，あとは高い生産性を上げられるよう，効率的に使用できるものでなければならないと定義されている。スポットライティングは，操作を体験された訪問者からのコメントからも指摘されている通り，細かいブレの問題がある。この問題は今後，フォーカスエリアのサイズと明るさ，遅延による滑らかな動きとともに実験を進め，改善していく必要があると考える。

記憶しやすさは，ユーザーがしばらく使わなくても，また使うときにすぐ使えるよう覚えやすくしなければならないと定義されている。スポットライティングは一度，利用すると操作方法を忘れることがないため，記憶しやすさの高いシステムであると考えられる。

エラーとしてエラーの発生率を低くし，エラーが起こっても回復できるようにし，かつ致命的なエラーは起こってはならないと定義されている。しかし，実験中では，システムが固まり，動作しないという状況が3日間で合計7件発生しているため，エラーの特性から見ると低いと考えられる。7件のエラーの内容は，全て複数人が検知されている状況の中で発生している。今後，センサーの性能向上，ソフトウェア面での複数検知の際の処理の検討により，解消することが実用化に向けての大きな課題となる。

主観的満足度はユーザーが個人的に満足できるよう，また好きになるよう楽しく利用できなければならないと定義されている。実験後のアンケートによる「Q1. スポットライティングを用いた説明は分かりやすかったと思いますか」の結果“わかりやすい”，“ややわかりやすい”と回答した訪問者が合計で 100%という結果からも，高い満足度が得られるシステムであると考えられる。

これらのスポットライティングのユーザビリティの特性から，今後の課題として，学習しやすさ，効率性，エラーの向上が必要であると考えられる。具体的には，直接の使い方の説明なしに利用可能なインターフェースの提供，フォーカスエリアのブレ・明るさ・移動速度の検討，複数検知の際の動作アルゴリズムの検討が挙げられる。

5.2 拡大縮小ジェスチャーの適用可能性

提案するスポットライティングでは，右端に表示された拡大・縮小ボタンをポインティングして，スポットエリアを，ボタン上に移動することでフォーカスエリアの拡大または縮小する機能を提供している。これまで，スポットライティングを体験された方々からフォーカスエリアの拡大・縮小機能について，ジェスチャーへの対応をご提案いただいている。ご提案いただいたジェスチャーと適用可能性について考察する。

これまで，体験者からご提案いただいた拡大縮小ジェスチャーは，数多くあるが，それらは体験者ごとに異なる場合が多い。以下に，これまでに体験者からご提案いただいた拡大縮小のジェスチャーを示す。

- 両手を広げる
- 3本指で広げる
- ピンチ操作
- 手を前後に動かす，ただし前方向，後方向のいずれかがスポットエリアの拡大・縮小に対応するかは個人差がある
- 手首を回転する，右回転で拡大，左回転で縮小
- 指を上向きにすると拡大，指を下無期にすると縮小

これらの結果からも拡大縮小に関するメンタルモデル（自分の頭の中で思い浮かべたもの）はユーザーごとの個人差が大きいことがわかる。また，提案した体験者は自分の考えたジェスチャーが他の方々も同じだと考えている場合が多く，メンタルモデルが同一であるという思い込みが発生

している。

拡大縮小操作にジェスチャーを適用した場合には、どのように操作したら自分の思い通りに動かすことができるかわからないメンタルモデルの不一致という問題を引き起こす可能性が高いと考えられる。スポットライティングが提供するフォーカスエリアの拡大縮小する機能は、スポットエリアを、ポインティングしながらボタン上に移動することで実現している。この場合、体験者からメンタルモデルとの不一致にあたるようなコメントは得られていないため、メンタルモデルとの差はあまりないと考えられる。このようにジェスチャーによる操作の実現には、開発者とユーザー間のメンタルモデルの不一致だけでなく、ユーザー間のメンタルモデルの不一致についても配慮した設計が今後、ますます必要になると考えられる。しかし、今後、スポットエリアに導入した拡大縮小に関するジェスチャーが標準となることも考えられるため、ジェスチャーの導入を検討していきたい。

6. おわりに

本研究では認知の共有のためにオブジェクトに焦点を当てることを目的としたスポットライティングを提案した。提案システムは指差しジェスチャーによるポインティングシステムと焦点範囲であるフォーカスエリアを拡大・縮小する操作インターフェースから構成される。スポットライティングを用いることによって指差しジェスチャーにより直観的に範囲を指し示すとともに、フォーカスエリアを拡大・縮小ボタン上に移動することによって焦点を絞る機能を提供している。これにより、説明者の説明するオブジェクトの位置と範囲を容易に理解することが可能となる。

広島県福山市の博物館にて行った実証実験では、23名の訪問者全員が提案システムにより説明が“わかりやすい”または“ややわかりやすい”と回答しており、高い受容性があることを確認した。しかし、ユーザビリティ特性の観点から、今後の課題として、エラーの向上が必要であるとされる。具体的には、直接の使い方の説明なしに利用可能なインターフェースの提供による学習しやすさの向上、フォーカスエリアのブレ・明るさ・移動速度からの効率性の検討、複数名検知の際の動作アルゴリズム検討によるエラーの回避が挙げられる。スポットライティングの応用分野として、多人数で情報を共有する機会の多い教育現場や会議におけるグループウェアでの利用が挙げられる。他にも、舞台演出としての照明やプロジェクションマッピングに応用したエンターテインメントでの利用が期待される。

謝辞 本研究は日本学術振興会の科学研究費補助金（若手研究（B）15K16108）の助成により実施した。また実験にご協力いただきました広島県福山市のふくやま草戸千軒ミュージアム(広島県立歴史博物館)には厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) LGTV 2013 SPECIAL SITE,
<http://www.lg.com/jp/lgtv/control>, (2014/12/04).
- 2) Keita,W., Yuta,M., Noboru,N., Toshiya,Y., Takashi,O.: Remote Touch Pointing for Smart TV Interaction, 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), pp.232-235(2014).
- 3) 渡辺恵太, 中道上, 山田俊哉ほか: 大画面を利用した講義における直感的なポインティング手法の提案と評価, インタラクション 2014 論文集, pp.326-331(2014).
- 4) SANWA DIRECT,
<http://direct.sanwa.co.jp/ItemPage/200-LPP019>, (2015/12/10).
- 5) KINECT for Windows,
<http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>, (2015/12/10).
- 6) LEAP MOTION, <https://www.leapmotion.com>, (2015/12/10).
- 7) Logbar, <http://logbar.jp/ring/>, (2015/12/10).
- 8) 中道上, 渡辺恵太, 山田俊哉: スポットライティング, インタラクション 2015 論文集, pp.710-711(2015).