

廣瀬 通孝

東京大学大学院情報理工学系研究科・教授

デジタルパブリックアートを創出する技術

1. 研究実施の概要

パブリックアートとは、一般には公共空間におかれた彫刻や抽象オブジェのような静的な物理的実体を持つ作品のことをさす。本研究の目的は、屋内の限定された空間内で鑑賞されることが多かったメディアアートを、パブリックアートの分野へと拡張し、新しいジャンルの拡張を図ると同時に、関連する技術開発を行なおうというものである。これによって、鑑賞者の自由度や天気や時間による環境の変化などがもたらす体験の多様性が作品にいつそうの魅力を与えることができると考えられる。

本プロジェクトでは、パブリックアート作品を構成する3つの要素、すなわち「空間性」とその中に置かれたモノの「実体性」そして鑑賞者自身すなわち「自己参加」を取り上げ、これらに高度なメディア技術(実世界情報処理技術)を適用することによってより豊かな表現の可能性を追求をはかるとともに、必要な基盤技術の研究開発を行う。具体的には、「空間」の広がり感や開放感を現実の3次元空間の中で演出することのできるディスプレイシステム、外部の実環境の構成要素であるモノとして「実体性」の表現に特化した実体型ディスプレイの開発、デジタルパブリックアートへの「自己参加」を支援するための大空間における集団のセンシング技術の研究開発を行なう。これらの成果を具体的なアート作品として、パブリックスペースに展開するなどして、実証的な評価を行う。

2. 研究実施内容

1. 研究目的及び実施方法

デジタルパブリックアートプロジェクトの目的は、パブリックアートというジャンルに高度なデジタル技術を導入し、より豊かな芸術表現を可能とすることである。メディアアートの観点からみれば、美術館に限定されない公共空間への展開をはかり、新しいジャンルを確立することが目的となる。技術的観点からみればユビキタス技術、モバイル技術へと情報技術が進化しつつある現在、室内から屋外へというパブリックアートへの展開は、技術の新しい可能性を開拓するという意味で意義深いものである。すでに、プロジェクトでは技術に要求される基本的要素として、空間性、実体性、

自己参加性の3要素を取り上げ、多数の基礎技術の開発と、一般に向けた公開実験を行なっている。さらに提案技術の有機的統合によるメディアアートの支援と、公共空間への展開を行いつつある。

2. Ars Electronica Campus 2008: Hybrid Ego - The University of Tokyo

アーティストに向けたパブリックアート作品の紹介として、2008 年 9 月 4 日(木)から 9 日(火)まで、オーストリア・リンツ市で開催される世界最大級のメディアテクノロジーとメディアアートの祭典「Ars Electronica 2008」の招聘をうけ、キャンパス展「Ars Electronica Campus 2008: Hybrid Ego - The University of Tokyo」を開催したので報告する。本プロジェクトをはじめとして、東京大学情報学環を母体とする学際情報学府・コンテンツ創造科学産学連携教育プログラム制作展、メディアミュージアム展示学講義、メディアリテラシーワークショップなど、多様なプロジェクトの成果を世界に向け発表した。

キャンパス展においては、本プロジェクトに関連した作品を多数展示し、好評を得た(図 1)。展示した作品の一つである **structured creature** は、未来のインタラクティブな建築空間へ向けた、小さなプロトタイプである。人に反応して立ち上がり、ゆっくりと動いたのち崩壊するというプロセスを繰り返すだけの構造体であるが、新たな空間体験の可能性を感じさせる。テンセグリティ(**Tensegrity**)という張力と圧縮する力による構造体に、バイオメタルを組み合わせた作品である。**wavers** は、白い板の上にのり、文字を書くと、身体に情報が伝わってくる新しいインタフェース作品である。自分の描く情報を五感で感じる事が可能となっている。また、**Optical Camouflage** は、光学迷彩の作品であるが、参加者同士のインタラクションが生まれるなど、新しい展開も見せ始めている。

3. 一般への公開

今回のような展示会を通じて、本プロジェクトに興味を持つ人が増えたことはもちろん、新しい提案が持ち込まれるなど、ジャンルとして認知され始めている。また、それに従って、4 つに分かれていた本プロジェクトのチーム内での融合も始まってきており、徐々に融合して、デジタルパブリックアートという一つのチームになりつつあり、当初の目標通りに進んでいると言える。

そのような展開の一つとして、実際のパブリックな空間における展示を要請されたのが「Sharelog」という技術である。パブリックなシステムの構築において、匿名性を確保しつつ個人ごとのサービスができるということが、重要なメッセージである。**ShareLog** では、インタラクションデバイスに電子乗車券の **Suica** や **PASMO** を使用する。この技術は **Suica** に書かれている個人個人の乗車履歴を読み出し、それによって個人ごとに異なるパターンを地図上に描き参加者にフィードバックすることが可能である。ここでは、カード ID と個人とは「所持」という関係によって結ばれているだけであり、カード自体で ID は閉じていない。これはいわば匿名 ID の技術である。**Suica** を利用することのもうひとつ重要な点は、大多数の人々が保持しているという点である。ほとんどの人間が日常的に共通なインタフェースデバイスを持ち歩くようになったとき、インタフェース技術は格段に簡単化できる。これをパブリック・デバイスと呼ぶことがあるが、これらを活用するためには、レトロフィット形とでも言うような新しい方法論が必要であり、**ShareLog** はその一例と言える。

これまで博物館や学会など特定の人々が来るイベントを対象に展開していたが、それを一歩進め、本年度は **Sharelog** を公共空間に設置し、一般の方々のインタラクションを受ける機会を設けた。具体的には、図 2 に示すように六本木ヒルズで 2 日間と新宿タカシマヤ・レストランズパークに 1 ヶ

月強の展示を行った。六本木ヒルズでは屋外に設置し、通行人とのインタラクションをはかった。新宿タカシマヤは、一般のデパートであり、レストラン街のソファが数多く置かれているエリアに設置したため、レストランを待つ人々や、待ち合わせをしている人、デパート内を散歩している人などなど、数多くの人がインタラクションをする様子が観察できた。タカシマヤにとっては、このようなインタラクションをする作品を設置するのは初めての機会であったものの好評だったようである。

4. まとめ

デジタルパブリックアートデジタルパブリックアートの研究は、単なる芸術活動ではない。一般の市民にとってはまだブラックボックスである情報技術をパブリック化し、意識の上にきちんと位置づけるための意識改革運動でもある。技術のブラックボックス化は情報の専門家に取って、(専門家であるゆえに)理解困難な問題点である。そういう意味において、この一連の研究群はユニークな役割を果たしえたと信じている。



図 1. Ars Electronica Campus 2008: Hybrid Ego - The University of Tokyo における展示



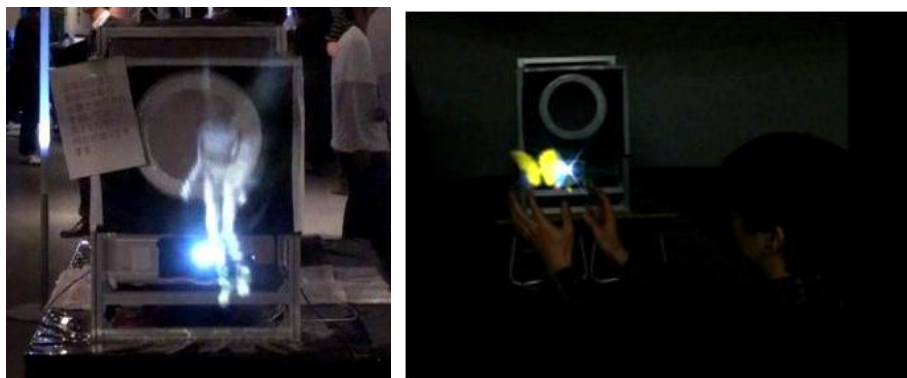
図 2. パブリックな空間におけるデジタルパブリックアート展示

「情報理工(廣瀬)」グループ

(1) 空間充填型ディスプレイ

空間に単純な機能を持つ小物体を拡散させ、各々の発光あるいは照明光の反射を個別に制

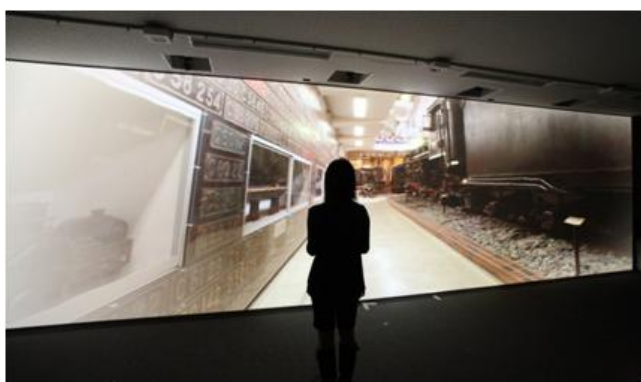
御することで、3次元空間に形状を表現するディスプレイを実現する。今年度は、実体性のあるディスプレイ技術として、渦輪をスクリーンとする空間型3次元ディスプレイの開発を行ってきた。これまで、レイノルズ数などのパラメータを調整することで安定した渦輪を作る方法を考案し、映像だけでなく風の感覚や匂いなども運ぶことができ、一般の方にもわかりやすい情報提示手法となった。



渦輪をスクリーンとするディスプレイ

(2) 実空間分散型(光線型、広視野型)ディスプレイ技術

光そのものを媒体として使用し、空間の演出を行うことのできる光線型ディスプレイと環境の中に散在する多数のプロジェクタやディスプレイを利用して、環境全体で統一性のある視覚情報表現を実現する広視野型技術を開発を行った。前年度構築した壁に相当する大型スクリーンにより、広い空間における情報提示のためのインタラクション技術と最適なコンテンツの作成を行った。また、空間に大量に分散配置するのに適したディスプレイシステムのアーキテクチャについても引き続き検討する。これまで静的だったディスプレイ表示装置に移動機構を導入することにより、さらにダイナミックなコンテンツの表示技術を検討した。



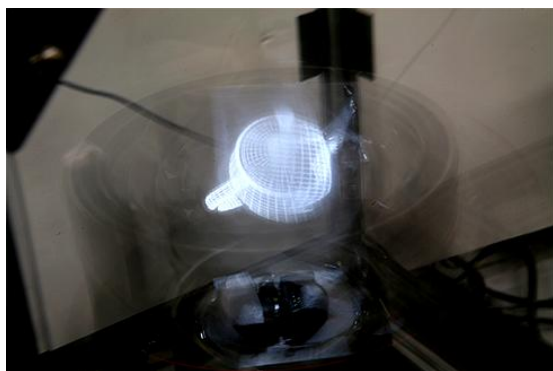
大型スクリーンのためのコンテンツ生成 ロボティックプロジェクタによるコンテンツ提示

(3) 実空間映像型ディスプレイ技術

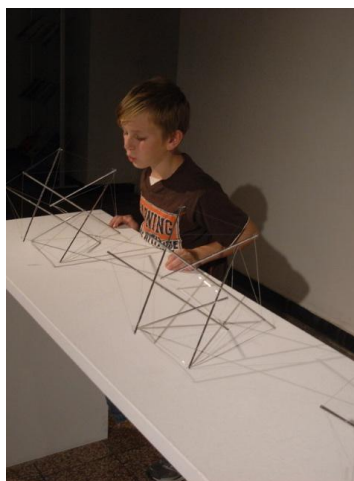
空間走査によって実空間中に3次元映像を提示するディスプレイを開発した。平面ディスプレイと回転機構、視野角を制限するホログラフィックフィルタと高速提示が可能なプロジェクタを併用することで、提示可能な3次元映像の表示品質、日常環境での表示を可能にする輝度の向上を実

現できた。

また、今年度新たに、張力と圧縮力により構造が安定となるテンセグリティ構造に、バイオメタルを用いることで、生命体のような有機的動きをする構造のアート作品「structured creature」を開発した。その結果、動く構造物やデザイン性を評価され、国内外で好評を得、アルスエレクトロニカセンターにおける 2009 年からの新企画展示への採用、グッドデザイン賞の受賞、エンターテイメントの国際学会 ACE2008 での論文採択などの結果につながった。



2 軸回転による空間走査型 3D ディスプレイ



structured creature

「情報理工(相澤)」グループ

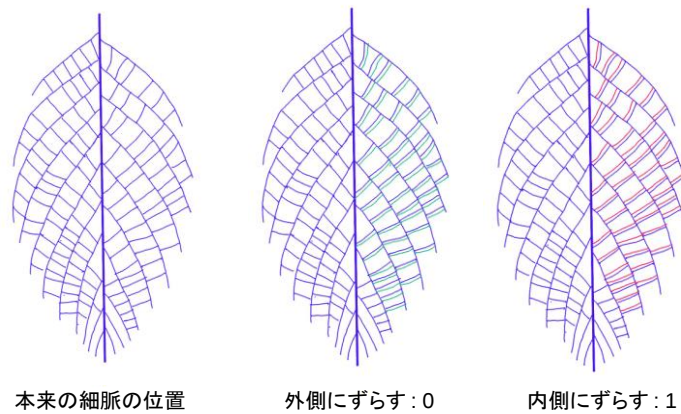
広域・集団センシングシステム

屋外型固定多視点カメラで撮影された映像の中から集団の行動を実時間で処理・解析・認識する技術を開発する。また、ユーザが身につけた加速度センサや GPS など各種センサ情報との融合的処理を試みる。また、データのインタラクティブな検索についての研究も進めた。それにより、デジタルパブリックアートにおける集団の動的なインタラクションを実現するための人の行動計測記録技術を実現する。今年度の研究成果を以下にあげる。

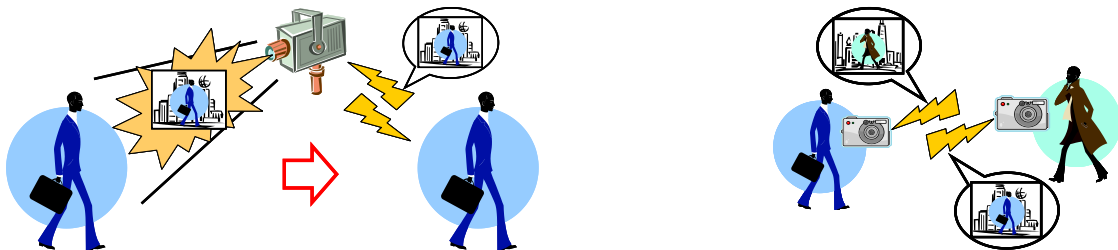
- (1) 画像・映像を使った匿名 ID システムの評価、及び応用開拓を行った。特に、平成 19 年度までに開発した、画像ベースの新しい匿名 ID システムの枠組み「リーフコード」を大幅に改良し、埋め込むことの出来るビット数の増加、読み取り精度の向上を実現した。具体的には、平成 19 年度までは 12 ビット(4,096 通り)しか埋め込めなかったものを 100 ビット(10^{30} 通り以上)以上埋め込めるように葉脈の形と ID の埋め込み方法について変更を加え、葉脈の位相に情報を埋め込むことによって非常に高精度な読み出しが可能となった。
- (2) 無線 LAN ベースの位置検出の評価、及び他のセンシングシステムとの統合を行った。無線 LAN アクセスポイントから端末までの電界強度を元に、距離や方向を推定する方法について検討を行った。また、カメラで撮影した映像データに SIFT 特徴量を用いたトラッキングを施すことにより、無線 LAN の端末を持ち、かつカメラに写っている人物を検出する手法について検討を行った。
- (3) 集団の行動をセンシングするための映像・音声取得システムの評価、及び応用開拓を

行った。特に、無線 LAN の端末を持っている人が、予め設置された無線 LAN のアクセスポイントに近づいたときに、それを自動で検出すると共に、その行動の様子を撮影し、端末に無線 LAN のアドホック接続を用いて自動的に転送できる仕組みについて検討した。

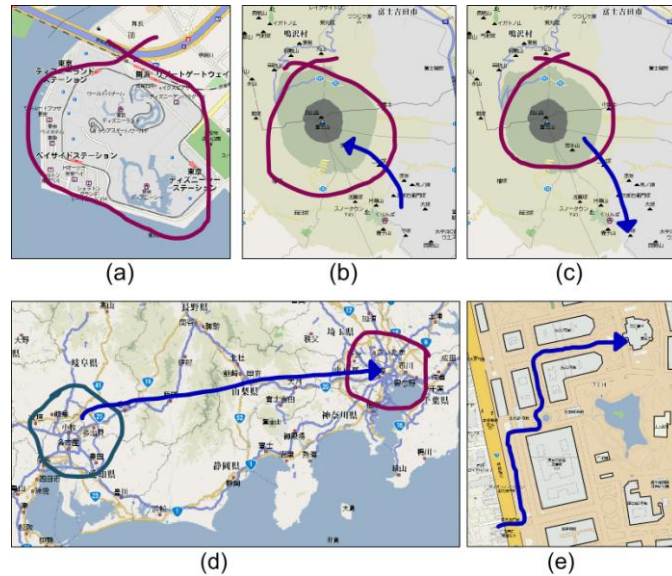
- (4) 位置データのスケッチベースのインタラクティブな検索システム。GPS などにより取得した人の長期間に渡るトラックログに対し、地図上で 5 通りのスケッチをするだけで目的とするデータを検索できる方式の提案を行い、実証システムを構築した。
- (5) 顔写真データのスケッチベースのインタラクティブな検索。膨大に撮りためた写真データに対し、顔の位置、およそその大きさを指定するだけで高速に所望の画像データを検索するシステムを実現した。なお、写真には、顔検出の段階で、JPEG データの中に必要なタグを埋め込むことで、データを移し替えても同様に検索できる構成となっている。



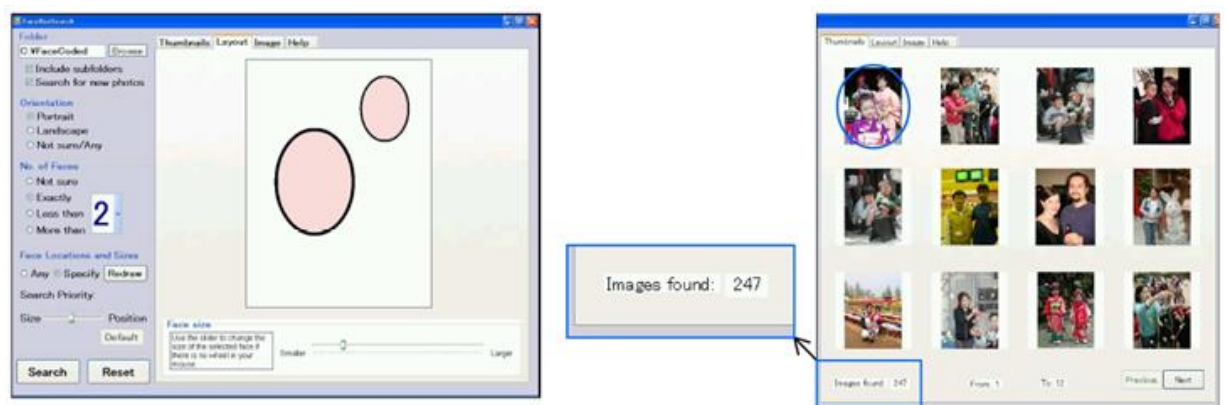
改良したリーフコード



無線 LAN を用いた行動センシングおよびセンシングデータ統合処理システム



スケッチによるインタラクティブなトラックログ検索



スケッチによるインタラクティブな顔画像検索

「情報理工(苗村)」グループ

人物領域抽出手法としては、**Graph-Cut** などの領域分割手法を導入し、カラー情報と温度情報の多次元情報空間における統計的処理を安定化し、システムの実用性を高めた。

また、ひずみ計測技術を応用する際のシステムの検討を進め(無線化や小型化など)、長期間・不特定多数による鑑賞の際に蓄積される誤差を自動補正する機構を実装し、ロバストな作品制作を実現した。この成果は、**ARS Electronica Campus** 展において、海外における **Log-Log** の長期展示を成功に導いた。また、デジタルパブリックアートにおける新たなひずみ計測応用として、人々が憩うベンチを対象とした **Streaming Bench** を作成し、新国立美術館における長期展示を行った。

それ以外には、パブリックな実空間に情報を宿す(浸透させる)ことにより、新たな表現へと結びつける基盤技術として、可視光通信プロジェクトと超音波による音像定位技術の開発およびその応用に関する検討を行った。さらに、新たなディスプレイ技術のパブリックアートへの応用を目的として、透明ディスプレイに表と裏からタッチ入力が可能となる新デバイスを提案した。

「情報理工(川上)」グループ

視覚的・触覚的に実体性をもつ実体形状ディスプレイを開発した。視覚的な側面からは、ディスプレイでないモノに映像を投影することで視覚ディスプレイとして機能させる視覚的迷彩技術の研究開発を行った。また、触覚に関しては、従来の手法で提案しきれなかった実体の重さや存在感などの新たな触覚提示のモードを提案し特にパブリックアートとの親和性をよくするために小型・軽量・安価な提示デバイスを実現した。これらの技術を組み合わせることで、視覚と触覚を融合したマルチモーダルなインタフェースを実現できた。今後さらに、「触覚」に着目し、新たな触覚提示手法を提案することでパブリックアートにおける新たな表現手法の提案・開発を目指す。

3. 研究実施体制

(1)「情報理工(廣瀬)」グループ

①研究分担グループ長: 廣瀬 通孝(東京大学大学院、教授)

②研究項目

「空間性」(空 a) 空間充填型ディスプレイ

水滴を用いた空間充填型ディスプレイ(Co-Drop)

「空間性」(空 b) 光線型ディスプレイ

木漏れ日のディスプレイ

可視光通信を利用した光インタフェース(Inter-grow)

「空間性」(空 c) 広視野型ディスプレイ

IPT 環境の構築

空間分散型ロボティックディスプレイ

内装模様を用いたポジショニング技術

「実体性」(実 a) 空間走査型ディスプレイ

回転空間走査型ディスプレイ

水平線の情報

木陰のスクリーン

「自己参加」(参 c) 匿名型 ID 技術

パブリックインタフェース (Suica/PASMO を用いたインタラクション)

(2)「情報理工(相澤)」グループ

①研究分担グループ長: 相澤 清晴(東京大学大学院、教授)

②研究項目

・画像・映像を使った匿名 ID システムの評価、及び応用開拓

- ・無線 LAN ベースの位置検出の評価、及び他のセンシングシステムとの統合
- ・集団の行動をセンシングするための映像・音声取得システムの評価、及び応用開拓
- ・位置データのスケッチベースのインタラクティブな検索システム
- ・顔写真データのスケッチベースのインタラクティブな検索

(3)「情報理工(苗村)」グループ

①研究分担グループ長: 苗村 健(東京大学大学院、准教授)

②研究項目

- ・温度情報を用いたカラー画像からの人物領域の抽出技術
- ・情報を宿す映像投影技術
- ・ひずみ計測技術を用いた自然物のインタフェース化技術

(2)「情報理工(川上)」グループ

①研究分担グループ長: 川上 直樹(東京大学大学院、講師)

②研究項目

- 再帰性投影技術を用いた頭部搭載型プロジェクタの研究
- 再帰性投影技術のデジタルパブリックアートへの応用
- 形状提示型触覚ディスプレイの基礎技術の研究

4. 研究成果の発表等

(1) 論文発表 (原著論文)

1. W. Puangpakisiri, T. Yamasaki, and K. Aizawa, Environmental Change Detection in Wearble Video 映像情報メディア学会誌 pp.442-446, Vol.62, No.3, 2008
2. 西岡潔郁, 山崎俊彦, 相澤清晴, “広域・分散マルチカメラサーベイランス映像における人物軌跡推定の基礎検討,” 電子情報通信学会論文誌 D, vol. J91-D, no, 8, pp. 2029-2031, Aug. 2008.
3. Pham Viet Quoc, T. Miyaki, T. Yamasaki, and K. Aizawa, Robust Object-Based Watermarking using Feature Matching, IEICE Trans. Information and Systems, Vol.E91-D,No.7 pp.2027-2034, July 2008
4. 北村圭吾、山崎俊彦、相澤清晴, 食事ログの取得と処理 ―画像処理による食事記録―映像情報メディア学会誌, Vol.63, No.3, pp.376-379, Mar.2009
5. 木村 翔, 寛 康明, 高橋 桂太, 苗村 健: “可視光通信プロジェクタと高速度カメラを用いたユビキタス情報環境の基礎検討”, 信学論 D-II, Vol.J91-D, No.12, pp.2781 -- 2790 (2008.12).
6. 吉野 祥之, 苗村 健: “u-soul: 超音波を用いた空間的な音像提示システム”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 13, No. 2, pp. 239 -- 246 (2008.6).
7. 南澤孝太, 家室証, 川上直樹, 舘璋: 指先装着型触力覚ディスプレイを用いた空中に

おける VR 物体の位置と大きさの提示, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌,
Vol.13, No.4, pp.415-420 (2008.12)

(2) 特許出願

平成 20 年度 国内特許出願件数 : 0 件 (CREST 研究期間累積件数 : 0 件)