

～CyclePet～プロジェクション型 AR を利用したサイクリング促進システム

松下 卓矢* 濱川 礼†

概要. 本論文ではプロジェクション型 AR を用いたサイクリング促進システムの開発について述べる。近年、健康維持の観点や自動車、電車等に代わる通勤手段として自転車に対する関心が高まっている。しかし、国内のサイクリストは年々減少している。その理由としてモチベーションが長続きせず飽きてしまうことや新規参加者が少ないということがある。モチベーションが変化する要因としては、自らの欲求や外部からの刺激が主である。そこで本研究ではプロジェクション型 AR を用い、サイクリングの際にユーザーに刺激を与えることでサイクリストのモチベーション向上を図る。今回実システムとして『CyclePet』を開発した。『CyclePet』はプロジェクターから自転車の先を走る動物を投影することであたかもペット(犬)と散歩しているかのような体験ができるシステムである。実験の結果、短期的には評価者のサイクリングに対するモチベーションの向上が確認できた。

1 はじめに

本研究ではプロジェクション型 AR を用いたサイクリング促進システムの開発を行う。プロジェクション型 AR とはコンピュータ上で生成、加工した仮想オブジェクトをプロジェクターにより、実世界に投影し、現実を拡張する AR である。近年、健康維持の観点や自動車、電車等に代わる通勤手段として自転車に対する関心が高まっている [1]。しかし、日本国内のサイクリング人口は 2009 年の 1518 万人を境に年々減少し、2013 年には 840 万人まで減少している [2]。サイクリング人口が減少している背景として、自転車ブームが去り自転車に飽きてしまった者が多いことや、新規参加者が少ないということがある。サイクリングを含め運動全般で積極的に行おうと考えられない理由として、毎日同じ刺激を受けること、ただ行うことが苦痛であることなどモチベーションが高まらないということが挙げられる [3][4]。サイクリングに対するモチベーションを維持できる理由として、自分の知らない風景、友人やペットと共に走ることなどがある [5]。それらを実現するためにプロジェクション型 AR を用いることで飽きの来ないサイクリングを提供できるのではないかと考えた。

今回実システムとして『CyclePet』を開発した。『CyclePet』はあたかも本当にペットと一緒にサイクリングしている気分が味わえるシステムである。ペットと戯れたいという欲求をユーザーに促し、その後ペットと走りペットのしぐさを変化させることで走行中のサイクリストのモチベーションを高め、サイクリングを続ける要因を作ることを目的としている。自転車に搭載するため、搭載しやすい Android

アプリとしての開発を行った。『CyclePet』を用いて実際にモチベーションについての短期的な評価を実施した。

2 関連研究

2.1 モチベーション向上・維持

モチベーションとは動機付けとも言われ一般的には外部からの働きかけにより、行動を起こさせるものである。しかし、本来のモチベーションとは他者から強制的に行使させられるものでなく、個人が自発的に行動を起こすものであったはずである。デンシ [6] によると外部からの動機付けなしに「活動それ自体に内在する報酬のために行う行為の過程」を内発的に動機づけされた状態としている。さまざまな動機付けの心理学的な実験から、外発的な動機付けよりも、内発的な動機付けの方が創造性、責任感、継続性等の面で優れているとされる。今回、実システム『CyclePet』におけるユーザーへの動機づけとして「ペットと戯れたい」という感情、欲求を引き起こし、内発的な行動を起こすよう促す。

2.2 サイクリストに対する補助

サイクリングの補助として現在の状態をユーザーに伝えるシステムはモバイルコンピューティングの普及に伴い増加している。奥川 [8] のようにペダルの回転数を聴覚的にフィードバックするものや、市岡 [9] のようにその状態を周囲に知らせることで新たな自転車競技の楽しさを提供しようとしているものがある。これらの研究はそもそも本格的なサイクリングを嗜んでいる人間向けの研究であり、サイクリングから離れてしまった者や、これから始めようとする者のための研究は少ない。そこで『CyclePet』を使い、サイクリング人口を増やすことで上記の研究をより有効なものにできると考えている。

Copyright is held by the author(s).

* 中京大学大学院

† 中京大学

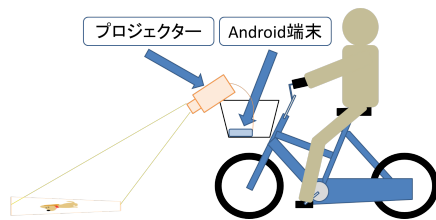


図 1. システムイメージ



図 2. システム利用図

2.3 人工ペットが人間に与える影響

人工ペットとして「バーチャルペット」がある。バーチャルペットとは主にコンピュータ画面に表示された映像に働き掛け、愛玩の用に足すものである。バーチャルペットが人間に与える影響はChesney[10]や加納[11]によって論じられている。これらによればバーチャルペットは人間に対し、自尊心を向上させる、ペットとのコミュニケーションの仕方によって気分の上昇、低下を引き起こすとされている。

これらを鑑みるに人工のペットであっても人間に与える影響は大きい。そのため、本研究で開発した『CyclePet』がユーザのモチベーションに影響を与える可能性は高いと考えられる。

2.4 プロジェクターを搭載した事例

プロジェクターは情報提示を行うのに優秀な機器である。近年、プロジェクターが小型化し、それを利用した事例は増え、白石[12]やグエン[13]のように頭の上に装着したものも存在する。白石らはプロジェクターの映像を実物体に投影することで拡張現実感をより強く呈示することに成功している。Dancu[14]は自転車にプロジェクターを搭載し、地図を表示させる例もある。このようにプロジェクターを利用した情報提示はユーザに対するフィードバックが大きいと考えられる。そのため『CyclePet』で投影するペットをユーザによりリアルに感じてもらえるだろう。

3 提案手法

3.1 概要

本研究では自転車に搭載されたプロジェクターから自転車の正面の地面に対して映像の投影を行う。図1に示すように投影された映像によってユーザのサイクリングを続けるためのモチベーションを高め、維持することが目的である。

3.2 利用イメージ

投影する映像を変えることによって、さまざまな場面での利用が考えられる。ロングライドのように長距離を走る場合ならばマップを投影し、目的地ま

での距離等を表示する、ロードレースなどのイベントならば家族の応援メッセージをリアルタイムで表示するといったものが考えられる。日常で利用するならば、バーチャルペットを投影し共に散歩している気分になることでユーザのサイクリングに対するモチベーションに影響を与えることができるだろう。

4 CyclePet

利用イメージで述べたバーチャルペットと散歩を行うシステム『CyclePet』を開発した。道案内機能も搭載しているが、ペットと散歩している気分を味わうことが主目的であるため、目的地が現在向いている方向からどちらにあるのかのみを提示する。利用機器はGPS機能を搭載したAndroid端末と小型プロジェクター、そして自転車である。小型プロジェクターに『MobileCinema i60』を利用した。重さ155g、明るさ最大70ルーメンである。この明るさは一般的な懐中電灯と同じ程度である。日中では日光にプロジェクターの光が消されるため、利用ユーザは早朝、もしくは夕方以降サイクリングをするものとする。今回Androidアプリの作成のためゲームエンジン「Unity」を、モーション作成のため3DCG制作ツール「Blender」を、道案内機能のためにジオコーディングサービス「Geocoding.jp」を利用した。図2に実際の利用図を示す。

4.1 システム概要

『CyclePet』ではサイクリング促進をする映像としてペットを投影する。投影するペットのしぐさは10種類考案した。それらのしぐさはユーザの状態により変化する。

最初にユーザは、プロジェクターに接続したAndroid端末を操作する。アプリ起動後、ユーザは目的地の住所を入力する。入力が終わった後、プロジェクターから動物の映像が投影される。ユーザは動物のしぐさを見ながら自転車の運転をし、目的地まで移動する。

『CyclePet』はAndroidアプリとして開発した。主に位置情報部とデータ管理部、映像部に分かれている。位置情報部では目的地の取得や現在地の取

得等を行う。取得した位置情報はデータ管理部に渡される。データ管理部では位置情報部から渡されたデータの保持、比較を行う。過去と現在の位置情報の比較から現在の速度を算出する。この時、速度の変化からユーザの状態を検知する。目的地と現在地の比較も行い、目的地の方角と距離も算出する。映像部ではデータ管理部で算出されたデータから、プロジェクターより投影される映像の更新を行う。以上を繰り返すことでシステムは成り立っている。図3にシステムの流れを示す。

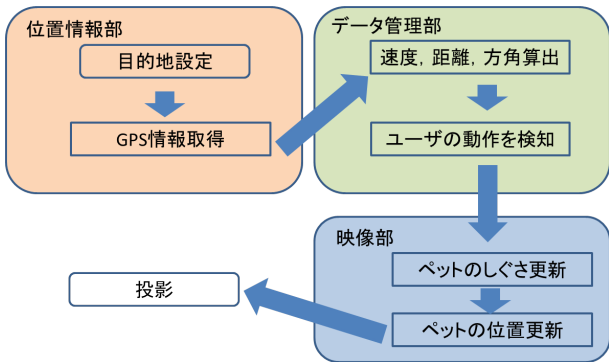


図 3. システムの流れ

4.2 位置情報部

位置情報部では主に位置情報の取得を行う。以下の二つの処理からなる。

- ・目的地設定
- ・GPS 情報取得

本位置情報部で得られるデータはデータ情報部へ渡される。

4.2.1 目的地設定

ユーザはアプリ起動後、住所を入力し目的地を設定する。この時、WebAPI「Google Geocoding API」を使い、住所から緯度、経度を取得する。以降アプリ終了までこの緯度、経度は保持され続ける。

4.2.2 GPS 情報取得

目的地の設定が終わり次第、現在地の取得に移る。Android の GPS 機能を用い、現在の緯度、経度を取得する。以降、現在地の取得は 10 秒ごとに行われる。またデータ管理部で用いる計算のため、過去の位置データも保持する。

4.3 データ管理部

データ管理部では位置情報部で取得された位置情報の比較を行い、現在の速度や目的地までの直線距離、方角などを算出する。

なお、過去の位置情報と現在の位置情報を用い移動距離をもとめ、そこから移動速度の算出も行う。

データ管理部で得られる値は映像部へ渡される。

4.4 映像部

映像部ではデータ管理部から渡された値をもとにプロジェクターから投影する映像の更新を行う。ユーザの移動速度によりペットのしぐさが、向いている方角によりペットの位置が変化する。

4.4.1 ペットのしぐさ

ペットのしぐさはユーザがサイクリング中最もよく行う停止と走行、また走行中の速度変化を考え、基本の3種類とそこから派生した7種類の計10種類を考案した。全しぐさを図14から図18に示す。全速力は基本動作と速度が違うだけであるため図には示さない。

派生動作は基本動作の後に発生する。動作とユーザの状況の対応を図4に、しぐさの変化条件を基本、派生に分け表1、2に示す。

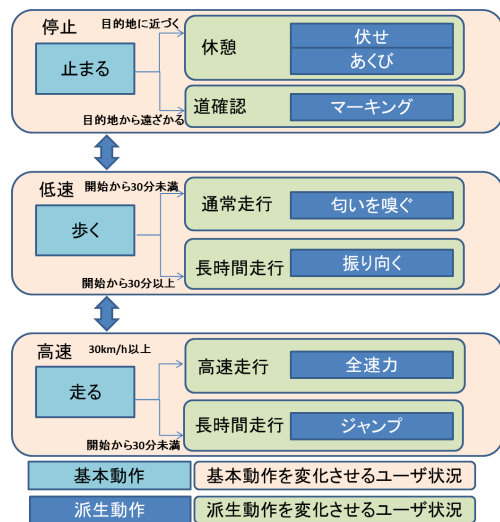


図 4. しぐさ変化の流れ

10 秒ごとに判定が入り、ユーザの状態によってしぐさが変化する。なお、しぐさは「Blender」にて作成したモーションを「Unity」内でアニメーション機能を用い、変化させている。図5に示した首、口、腰、両手足、尻尾を、それぞれの位置や向きを変えることでしぐさを表現している。例えば「伏せ」のしぐさは腰の位置を下げ、足の角度を変え、尻尾を左右に位置を変えることで構成されている。

・止まる
ユーザの移動速度が 1km/h 未満の場合、停止したと判定しこの動作を行う。ユーザがサイクリング中に停止する場合、考えられる状況として休憩、道の確認などがある。そのため派生動作を休憩中用に伏せ、あくびの2種類、道の確認用にマーキングの1種類、計3種類を作成した。休憩中用の2種類は

表 1. 基本動作と変化条件

ペットのしぐさ	変化条件
止まる	1km/h 未満
歩く	1km/h 以上 14km/h 未満
走る	14km/h 以上

表 2. 派生動作と変化条件

ペットのしぐさ	変化条件
伏せ	基本動作開始から 5 分経過
あくび	スタートから 30 分以上経過
マーキング	目的地から遠ざかっている
匂いを嗅ぐ	ランダム
振り向く	スタートから 30 分以上経過
全速力	30km/h 以上
ジャンプ	スタートから 30 分未満

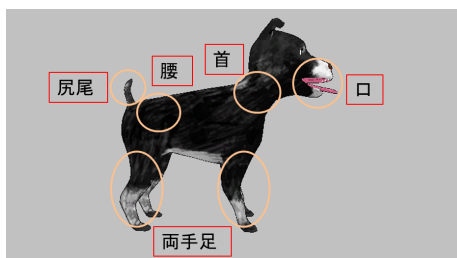


図 5. 変化部位

ユーザに疲労の確認させることを目的に作成した。それにより、ユーザに疲労を自覚させ、適切な休憩をとることでモチベーションの低下を防ぐ目的がある。道の確認用は道を間違えることによるユーザのモチベーション低下をなるべく防ぐ目的がある。

・歩く

ユーザの移動速度が 1km/h 以上 14km/h 未満の場合、速度を抑えて進んでいるとし、この動作を行う。派生動作はペットが自然に行うであろう動作と、サイクリング中ユーザの疲労の確認用動作、計 2 種類を作成した。犬や猫等にとって匂いを嗅ぐという行為は自然なものであるため、動作の一つとして取り上げた。振り向く動作はペットがユーザを心配しているということを連想させ、ユーザ自身の疲労の確認を促し、モチベーションの低下を防ぐ目的がある。

・走る

ユーザの移動速度が 14km/h 以上の場合、速度を出して進んでいるとし、この動作を行う。速度を出すことで、ユーザは快感を得ることが出来る。しかし、それにもない疲労の蓄積も早い。それをユーザに知らせることで無理なくサイクリングを楽しむことが出来るよう派生動作を 2 種類作成した。

ジャンプのみ表 2 のユーザ状況に加えて以下の条件がある。

スタートから 10 分間：30%の確率で移る。

10 分経過：20%の確率で移る。

20 分経過：10%の確率で移る。

30 分以上経過：ジャンプへは移らない。

これはジャンプしている間、ペットが元気であるとユーザに認識させ、それに合わせユーザも元気であると想わせることでモチベーションを維持し、ジャンプしなくなった際、ユーザに休憩しようという感情を起こさせるため、この動作を作成した。

4.4.2 ペットの位置

ペットの位置は目的地の方角によって決まる。データ管理部より渡された目的地の方角と現在ユーザが向いている方角を比較する。目的地が左にある時、ペットは画面の左方向へより、右にある時、ペットは画面の右方向へよる。

5 評価実験

5.1 実験内容

被験者 16 人に対し事前アンケートと評価実験を行った。事前アンケートではサイクリングをするについての意識について調査した。評価実験では、被験者は大学正門から近所の食堂(約 2km)までを、プロジェクターで地面に映像投射、スマートフォンの画面に映像映写、システム非利用の 3 パターンでサイクリングを行う。3 パターンの順列 6 種類をまず 2 人が行い残り 4 人はランダムで振り分けた。被験者には実距離は事前には伝えていない。被験者の実際の走行時間を計測した後、体感時間や体感距離、体感疲労度を被験者からヒアリングした。

5.2 事前アンケート結果

被験者全員に「サイクリングをしたいと思いますか」を 4 段階で聞いたところ、「とてもやりたい」との解答が 2 人、「すこしやりたい」との回答が 9 人、「あまりやりたくない」との解答が 5 人だった。行いたい理由として「健康によさそうだから」「気分転換になりそうだから」といったもの、行いたくない理由として「疲れる」「車や原動機付き自転車の方が楽」といったものがあつた。

5.3 評価結果

3 パターンそれぞれの平均走行時間、平均体感時間を図 6、平均体感距離を図 7 に示す。

平均走行時間と平均体感時間に関しては各パターンで差はほとんど無かったが若干プロジェクターを利用したときが短かった。各個人で分析すると平均走行時間では 6 人が、平均体感時間では 8 人がプロジェクター利用が他に比べ最短であった。

また平均体感距離に関してはプロジェクター利用がばらつきが最も少なく、かつ実距離と比較しても

～CyclePet～プロジェクション型 AR を利用したサイクリング促進システム

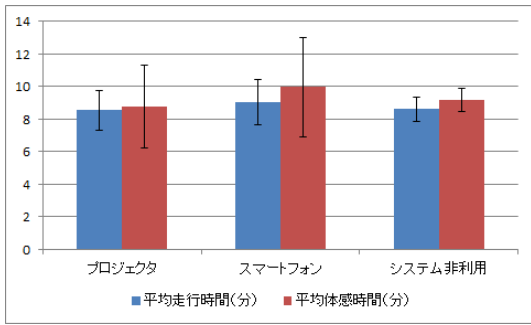


図 6. 平均走行時間と平均体感時間

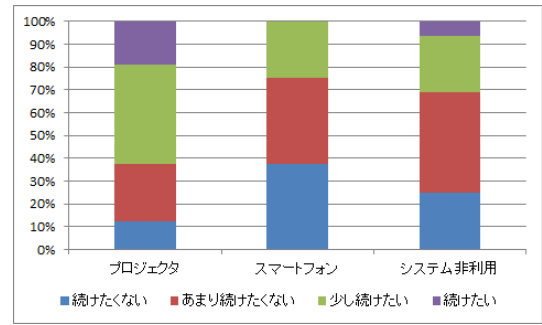


図 9. サイクリングを続けたいか

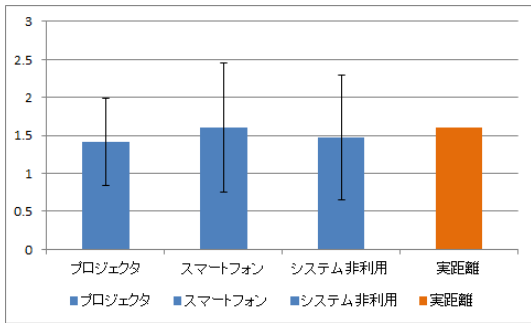


図 7. 平均体感距離

最も短かった。

体感疲労度を 3 パターンそれぞれについて被験者に 4 段階で聞いたところ、図 8 のようになった。

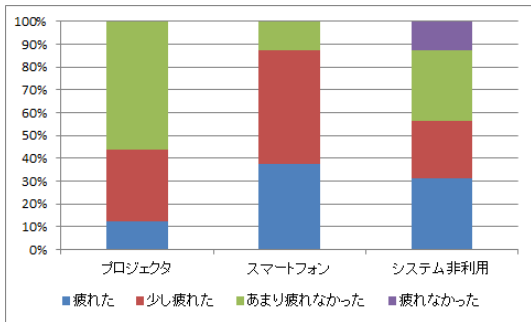


図 8. 体感疲労度

これにより、プロジェクターを利用した場合に疲れていないと回答した被験者が多いことがわかる。つまりプロジェクターによるシステムはユーザに疲労を感じさせにくくする効果があると考えられる。

最後に 3 パターンそれぞれに対し、サイクリングの継続意思を 4 段階で被験者に聞いたところ図 9 のようになった。この結果からプロジェクターを利用してサイクリングを続けたいと考える被験者が多いことが分かる。サイクリングを続けたくないと回答した被験者は 3 パターンのどれも同じような回答をしており、運動に対する苦手意識があるのではない

かと考えられる。

最もモチベーションに影響を与えたしぐさを聞いてみたところ、「ジャンプ」が 9 人、「走る」が 4 人、「歩く」が 2 人、「振り向く」が 1 人であった。この結果からユーザから見て、画面上の犬の変化が大きいものがモチベーションに影響を与えやすいと言える。また被験者がしぐさを選んだ理由として「速度や疲労度にあっていた」「喜んでいるように見え、モチベーションが上がった」等があった。

6 成果

評価結果から、『CyclePet』はサイクリング中のモチベーションの向上、維持という目的を果たせているといえる。事前アンケートに「サイクリングを行いたくない」と答えていた被験者 5 人のうち 1 人が実験後、「これからもサイクリングを続けたい」と回答していることから、新規のサイクリストの獲得にも役立つと考えられる。

今回の評価では短期的なモチベーション向上、維持について一定の成果が得られたが、今後はより大人数かつ長期的なモチベーション変化の評価を行っていく。また今回の評価でもかなりばらつきのあるものがあり、決定的なデータにならなかったものも長期的に見て変化するかを確認する。

7 課題と展望

今回実システム『CyclePet』を開発した。安全面での懸念があったが実際に実験を行った約 10 時間では事故は起きず、ユーザが危険に思うことも少なかったため、危険な要素は少ないと言えるだろう。また道路交通法に違反する懸念（安全運転義務や灯火など）もあったが、接触する要素はないため問題ないと考えている。

実験結果から『CyclePet』にまだ問題点があることが確認された。評価者が運動に対する苦手意識を持っている場合、それを変化させる、もしくは消し去るような工夫を考えていく。評価者の意見として「疲労度や道の状況によってペットのしぐさを変えて



図 10. 止まる



図 11. 伏せ

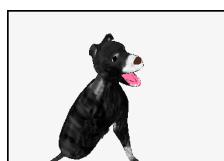


図 12. あくび



図 13. マーキング

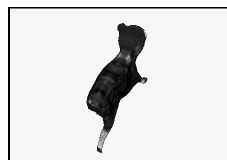


図 14. 歩く



図 15. 匂いを嗅ぐ

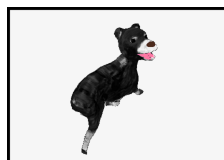


図 16. 振り向き



図 17. 走る

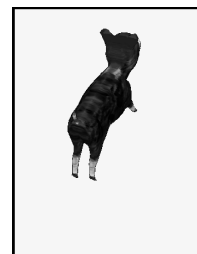


図 18. ジャンプ

ほしい」「坂道で映像がゆがんでしまうのをなんとかしてほしい」といった意見があり、それらに対する改善をしていく。案としては心拍数や振動を検知し、検知した情報によってペットのしぐさを変えるものがある。日中には使えないという問題に関しては、これから技術が向上し小型プロジェクタの明るさが増し、さらに安価に手に入るようになれば解決するのではないかと考えている。また、利用イメージで述べたように『CyclePet』以外の利用法も多数ある。それらのシステムの開発にも着手していく。

参考文献

- [1] みんなにやさしい自転車環境 - 安全で快適な自転車利用環境の創出に向けた提言, <http://www.mlitt.go.jp/road/ir/ir-council/cyclists/>
- [2] テンメイのRUN&BIKE, <http://tenmei.cocolog-nifty.com/matcha/2012/05/post-36e8.html>
- [3] DIMSDRIVE:ウォーキング調査結果, <http://www.dims.ne.jp/timelyresearch/2006/060628/index.html>
- [4] 筋トレ&ダイエット HOME BODY GYM なぜ運動に飽きるのか?, <http://homegym-training.com/diet2/diet2.09.html>
- [5] マイナビニュース 30代からの体力づくり - 続けるコツは「仲間をつくる」「まずは見た目から」. <http://news.mynavi.jp/articles/2015/03/23/thd/>.
- [6] エドワード・L. デシ, リチャードフラスト, 桜井茂男 (翻訳). 人を伸ばすカー内発と自立のすすめ, 新曜社, 1999.
- [7] 根本啓一, 高橋正道, 林直樹, 水谷美由起, 堀田竜士, 井上明人. ゲームフィクションを活用した自発的行動支援プラットフォームの試作と実践. 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN) 2013-GN-87(17), 1-8, 2013-03-11.
- [8] 奥川 遼, 村尾 和哉, 寺田 努, 塚本昌彦. 聴覚フィードバックを利用したペダリングトレーニングシステム. 22nd Workshop on Interactive Systems and Software (WISS 2014).
- [9] 市岡 陽子, 塚田 浩二, 椎尾 一郎. AwareCycle : 自転車装着型残像ディスプレイのスポーツビジュ

アライゼーションへの応用. 電子情報通信学会技術研究報告. MoNA, モバイルネットワークとアプリケーション 113(495), pp.351-356, 2014-03-07.

- [10] Thomas Chesney, Shaun Lawson. *The illusion of love: does a virtual pet provide the same companionship as a real one?* *Interaction Studies* 8(2)pp.337-342, 2007.
- [11] 加納 寛子, 寺島 信義. バーチャルペットは人にどんな影響を及ぼすのか. 教育情報研究: 日本教育情報学会学会誌 25(2), pp.3-14, 2009-09-15
- [12] 白石 知明, 小島 武, 深井 寛修, 松田 一郎, 伊東 晋. 頭部搭載プロジェクタによる球体スクリーンへの映像投影. 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集 (2012), 2-3-1-”2-3-2”, 2012-08-29.
- [13] グェン ヴァンドウック, 清川 清, 間下 以大, 竹村 治雄. 再帰性半透過スクリーンを用いた広視野頭部搭載プロジェクタの実装と評価. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 19(2), pp.163-172, 2014-06-30.
- [14] Alexandru Dancu, Zlatko Franjic, Morten Fjeld. *Smart Flashlight: Map Navigation Using a Bike-mounted Projector*. *CHI'14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp.3627-3630, 2014.