

# ARによる階段利用意欲向上支援システム

諸戸 貴志<sup>1</sup> 濱川 礼<sup>1</sup>

**概要:** 本論では AR を用いた報酬提示による階段利用意欲向上支援システムの提案と開発について述べる。近年のヘルスケアブームにより、サイクリングやランニングなどの運動を積極的に行う人が増えてきた。しかし、これらの運動は時間の確保や意欲の維持などが必要となる。本研究では運動のために時間を割くことなく日常生活中において出来る運動として階段の登りに注目した。「階段の登り」はランニングと同程度の運動量であり、積極的な階段利用により日常生活に負担なく運動をこなす事ができる。しかし、階段利用に対する健康意識はあるが行動に結びつかない人や継続利用が出来ない人など多くいる。本研究では近年多くの分野で注目されているゲーミフィケーションを用いることに加え、階段利用時間より算出した消費カロリーの表示を行うことで階段利用に対する意欲向上可能だと考えた。ゲーミフィケーションとは楽しませ熱中させるゲーム要素や仕組みを用いてユーザの意欲向上させ、日常行動を活性化させようとするものである。ユーザーは HMD を装着し、AR により階段に付与されたゲーム要素の報酬や消費カロリーなどを HMD を介して閲覧する。これにより少しでも楽しく階段利用が可能となる。

## Street Utilization Motivation Improvement Support System Using AR

TAKASHI MOROTO<sup>1</sup> REI HAMAKAWA<sup>1</sup>

**Abstract:** In this paper, we describe the proposal and development of a support system for motivation to use stairs by presenting remuneration using AR ( Augmented Reality ). Recently, health care boom, more and more people are actively engaged in exercise such as cycling and running. However, these exercises require securing time and maintaining motivation. In this study, I focused on climbing stairs as an exercise that can be done in my daily life without spending time for exercise. "Climbing stairs" is the same level of momentum as running, and it is possible to perform exercise without a burden on everyday life by actively using stairs. We thought that we could do exercise without burdening my daily life by using stairs. However, there are many people who have health consciousness by using stairs but who can not act or people who can not continue to use it. In this research, I thought that motivation can be improved by using gaming which is drawing attention in many fields in recent years. In addition, I thought that it is possible to improve motivation for using stairs by displaying the calorie expenditure calculated from stair use time. Gamification is an effort to improve motivation of users by using game elements and mechanisms to entertain the entertainment. The user wears HMD ( Head Mounted Display ) and browses the remuneration and calorie expenditure of the game element given to the stairs by AR. We thought that it would be possible to use the stairs even with a little fun.

### 1. はじめに

近年のヘルスケアブームにより、サイクリングやランニングなどの運動を積極的に行う人が増えてきた [1]。しかし、これらの運動は時間の確保や意欲の維持などが必要となる。本研究では特に運動のために時間を割くことなく日常生活中において出来る運動として階段の登りに注目し

た。身体活動の強さ（運動強度）を運動や行動状態毎に示した [2] によると、通常の歩行速度の 4.0 km/時 での「平地歩行」に対して「階段の登り」は、その 3 倍の運動強度になる。これは 8.4km/時でのランニングと同等の運動強度である。近年では階段の運動強度の高さが注目され、スポーツ競技として階段を使ったマラソンが行われている。階段マラソンは世界の 9 都市の高層ビルで開催され [3]、国内でも福岡タワー超ウルトラ階段のぼり大会 [4] や JR 京

<sup>1</sup> 中京大学 情報科学研究科

都駅ビル大階段駆け上がり大会 [5] など盛んに行われている。一方で、階段利用を始めとする日常生活内での運動への健康意識はあるが行動に結びつかない人や継続して利用出来ない人なども多くいる [6]。そのような人に対して階段利用促進を目的とした取り組みを行っている地方自治体はある [7][8][9]、その中でも最も力を入れている沖縄市役所 [7] では健康促進の一部として階段利用促進のため階段側面への標語の貼り付けや階段利用促進標語を市民へ募集するなどの取り組みを行っている。しかし、[7][8][9] の様な健康促進標語を階段に設置している施設は少なく、無断で設置することも困難であるため利用場所が限られる。世界中で大ヒットした AR アプリケーション、ポケモン GO ではサービス開始から 8 週間で総ユーザーの総歩行距離は地球 11 万周分の 46 億 km となった [10]。ゲーム進行には歩き回る必要があるためゲームを楽しむことで自然と運動へ繋がり、アメリカでは 2 型糖尿病患者の運動不足解消へ期待されている [11]。このことからゲーム要素を用いることで日常行動への取り組みを意識させずに活性化可能であると言える。本研究ではゲーム要素や仕組みを用いてユーザーの意欲を向上させるゲーミフィケーションを用いることで階段利用意欲向上可能だと考えた。ゲーミフィケーションとは楽しませ熱中させるゲームの要素や仕組みを用いてユーザの意欲を向上させ、日常の行動を活性化させようとするものである。本研究では階段の利用を面倒と思う人や、継続しようとして出来ない人、意欲が上らない人などが利用することを想定している。

## 2. 関連研究

これまで運動の習慣化や意欲向上を目的とした研究は様々な手法を用いて行われてきた。ここでは研究事例を示し、本研究での位置づけと期待される効果を示す。

### 2.1 AR を用いて意欲向上を目的とした研究

興味や意欲を向上させる手段として AR を用いる試みが行われている。山下らは AR を用いて観光地などの周辺施設情報を提供することでウォーキング等の単調な軽運動への意欲向上を目指した [12]。

Edward Nguyen らの研究では AR により表示したキャラクタを用いて、追われる感覚を与えたり、競い合わせることでランニングへの動機づけを行った [13]。

このように AR を用いることで興味関心を向上させ意欲を高めることが可能だと分かっている。本研究では階段利用に応じた報酬を AR を用いて提示することで意欲向上が可能だと考えた。

### 2.2 ゲーミフィケーションによる意欲向上を目的とした研究

ゲーミフィケーションはゲーム要素や考え方をゲーム以

外分野で応用する取り組みのことで、ポイントやトロフィーなどの報酬要素やレベルや課題などの目標を与える仕組みを用いてユーザの意欲を向上させ、日常行動の活性化を目指す取り組みである。ゲーミフィケーションを用いた意欲向上により習慣化させる試みは行われており、市村らはゲーミフィケーションの家事への応用として、家事において特に面倒と思われる事が多い掃除に着目して加速度を検出できるデバイスを掃除機に取り付け、そのデバイスを介してゲーム要素を付与することで、少しでも楽しく掃除が出来るように試みた [14]。

また、吉田らは学習者の課題に対する意欲向上を目的とした課題提出システムを提案している [15]。これは漫画とゲームから着想した解答累積値と経験値の 2 つの評価指標によって学習者へ通知することで学習に対する意欲の向上を行っている。

松下らはゲーミフィケーションの要素を運動する空間に投影することで意欲の向上を試みている [16]。サイクリング時に仮想ペットを道路にプロジェクターにより投影する。ユーザーの移動速度や移動距離に合わせて仮想ペットが歩く動作から走る動作に変化するなどして 1 人でのサイクリングにおける意欲を高めている。松下らの研究 [16] ではプロジェクターでの道路への投影を行うため夜間での利用が中心となるが提案システムでは透過型 HMD での閲覧を行うため日照の影響を受けずに利用可能である。

大谷らはフィットネスバイクの利用に対して内発的動機づけを図るために仮想的にスタンプラリーを楽しむことができるシステムの開発を行った [17]。仮想空間内には、利用者のアバターが配置されており、スタートからゴールまでコースに沿って移動する。コース上には複数のチェックポイントが設定されており、チェックポイントを巡りながらスタンプを獲得する。これによりフィットネスバイクの利用に対して内発的動機づけを行う。大谷らの研究 [17] では仮想空間内の視点移動により擬似的に移動しているような印象を与えているが本研究では階段利用時間に応じた報酬を AR を用いて現実世界に重畳表示させることで意欲向上を目指している。

このようにゲーミフィケーションは教育や日常生活内作業など様々な分野で利用されているが、これらの多くはゲーム要素の閲覧をスマートフォンや PC などの画面上で行っている。一方、本研究では AR を用いて現実世界にゲーム要素を重畳表示させることで現実性を増加させようと考えている。

### 2.3 AR を用いてゲーミフィケーションの効果向上を目指した研究

楽しませることで意欲向上効果が期待できるゲーム要素を AR を用いて現実世界に重畳表示させることで、ゲーミフィケーションによる効果向上を目指す研究も行われてお

り、吉野らはコンセプトをマーカーとして AR でキャラクタを表示させ、コンセプトプラグを抜く毎にキャラクタが成長していくことで楽しさを与え習慣化させるシステムの開発を行った [18]。吉野らの研究 [18] ではコンセプトの場所を認識するためにコンセプト毎にマーカーを設置する必要があり、本研究では不特定多数の利用場所を想定しているためマーカーレスで AR を表示する点が異なる。このように AR によりゲーム要素を現実の利用場所に作用させることで、現実性を増加させることが出来ることが分かっている。

### 3. システムの提案

我々は既に階段利用意欲向上を目的とした研究を行っている [19]。先行研究の [19] では階段利用時間毎に変化するイラスト画像を報酬として AR を用いて階段上に付与することで階段利用に対する意欲向上を目指した (図 1)。AR によるイラスト画像の提示は視覚的な楽しさに繋がり意欲の向上に有効である分かった。一方で、評価者の意見から画像だけでなく移動した高さや消費カロリーなどの変化する数値を階段上に表示した方がいいと分かった。



図 1 階段利用意欲向上を目的とした研究 [19]

Fig. 1 Research aimed at improving desire to use stairs.[19]

行動に対する意欲向上への動機付けには外的動機付けと内的動機付けがある。外的動機は報酬による動機付けであり、行動自体に積極的な意味付けは出来ず、得られる報酬に対して期待をしてしまう問題点があるのに対し、内的動機は行動自体に意味とやり甲斐を感じる事で自発的にさせる効果が期待される。先行研究の [19] では報酬としてイラスト画像の提示を行っており、これは外的動機付けに働きかけるが、自発的な効果が期待されない。一方で、[7][8][9] で用いられている健康促進標語は、自発性を促す内容のものが多くあり、これを閲覧することで内的動機に働きかけられる。しかし、健康促進標語を階段に設置している施設は少なく、無断で設置することも困難であるため利用場所が限られる。そこで我々は、AR を用いた報酬提示による階段利用意欲向上を目的としたシステムを提案する。報酬として健康促進標語を階段側面に AR を用いて重畳表示することで多くの場所で利用可能とし、AR を用いて表示され

た健康促進標語を閲覧することで階段利用意欲向上へ繋がると考えた。

先行研究の [19] では階段利用時間をシステム利用時間から算出していたため、ユーザーは階段利用毎にシステムを動作させる必要があった。そこで本研究では我々が既に行った、階段利用を含む運動強度が異なる行動判定を行った研究 [20] で使用した行動判定手法を用いることで階段利用判定を行い、階段利用時間を推定する。本システムにおける階段利用時間は提示する報酬の切り替えタイミングや消費カロリー算出に使用する。

本システムの利用イメージを図 2 に示す。ユーザーは HMD を装着し、AR により階段上に重畳表示された報酬や消費カロリーを HMD を介して閲覧する。



図 2 利用イメージ  
Fig. 2 Usage image

### 4. 提案システムの実装

本システムは階段利用判定モジュール、段鼻検出モジュール、AR 表示モジュールの 3 つのモジュールから構成する (図 3)。

階段利用判定モジュールは、我々が既に行った、階段利用を含む運動強度が異なる行動判定を行った研究 [20] で使用した行動判定手法を元に HMD に搭載された 3 軸加速度センサより取得した加速度データから階段利用を判定し、判定結果から消費カロリーを算出する。

段鼻検出モジュールでは、HMD に搭載されたカメラより取得したカメラ画像から階段の段鼻を検出する。

AR 表示モジュールでは、階段利用判定モジュールで算出した消費カロリーや報酬を段鼻検出モジュールで検出した段鼻座標下方にある階段側面上に AR を用いて重畳表示する。本システムでは移動中の AR を用いて提示した報酬の閲覧のしやすさから透過型 HMD を使用する。本研究では透過型 HMD として MOVIRIO BT-300 [21] (図 4) を使用した。[21] はタッチパッドが搭載されたコントローラー

部と映像を映し出すメガネ型のディスプレイ部に分かれています。ディスプレイ部にはカメラや加速度センサが搭載されており、コントローラー部は Android OS を搭載している。コントローラー部ではディスプレイ部に搭載したカメラより取得したカメラ画像から AR を表示する座標の算出とディスプレイ部に搭載された加速度センサから取得した加速度データを元に階段の利用判定のための演算処理を行う。

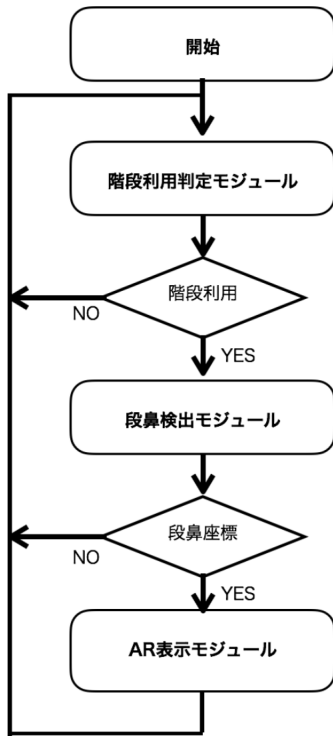


図 3 システム構成  
Fig. 3 System configuration

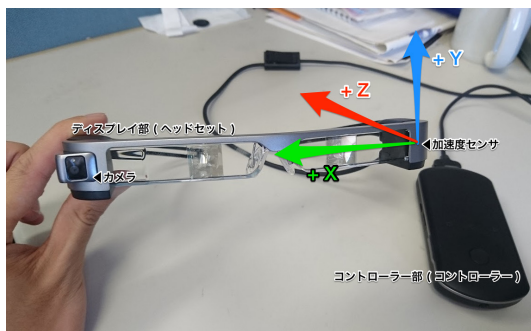


図 4 BT-300 の詳細  
Fig. 4 Details of BT-300

#### 4.1 階段利用判定モジュール

階段利用判定モジュールでは、我々が既に行った、階段利用を含む運動強度が異なる行動判定研究 [20] で使用した行動判定手法を用いる。0.5 秒間隔で階段利用を判定し、判定結果から消費カロリーを算出する。消費カロリーの算出は運動や行動状態毎に運動強度を示した [2] を元に「階段の登り」と同等運動強度である「8.4km/h のランニング」1 時間の消費カロリー 567 kcal から階段の登り 1 秒間の消費カロリーを 0.156kcal とした。消費カロリーは階段利用時間 1 秒毎に累積する。

階段利用判定モジュールの構成を図 5 に示す。まず、HMD に搭載された加速度センサから 3 軸加速度データを取得する。次に、取得した 3 軸加速度データから特徴量を抽出し新たなデータを生成する。その後、生成したデータを元に機械学習により分類を行う。階段利用判定モジュールで分類する行動は「階段の登り」、「直立での静止」、「平地歩行」の 3 種類である。

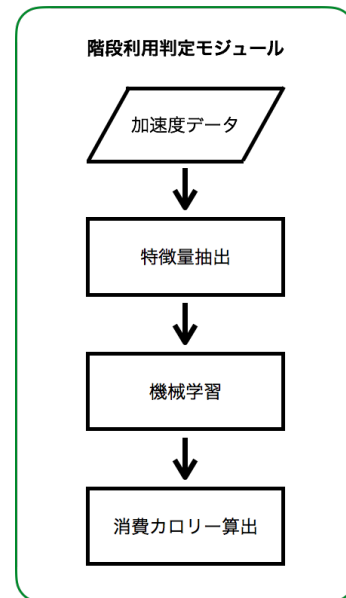


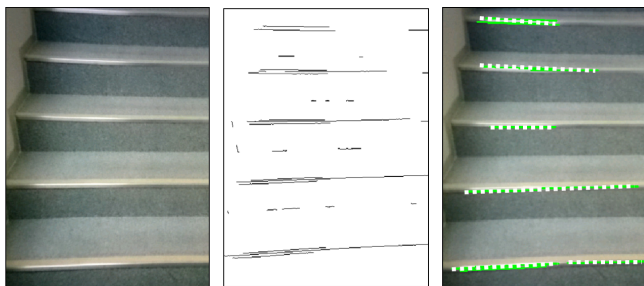
図 5 階段利用判定モジュール構成

Fig. 5 Stair Stage Use Judgment Module Configuration

#### 4.2 段鼻検出モジュール

本システムでは不特定多数の階段に対して利用可能にするために階段の段鼻を表示座標とすることでマーカースレスでの AR 表示を可能とした。階段の段鼻とは階段の踏み板の先端部分のことで、段鼻検出モジュールでは HMD に搭載されたカメラより取得したカメラ画像から階段の段鼻を検出する。検出手順は図 6 に示した通り入力画像 [1] をグレースケールにした後、Gaussian フィルタにより平滑化させ、それを図 6 の [2] のように Canny 法により輪郭の抽出を行う。その後、図 6 の [3] のように Hough 変換により

直線の検出を行う．検出された水平直線（図 6 の [3] では点線で表示）が階段の段鼻である．本研究では直線の検出には計算量が少なく高速である確率的 Hough 変換を用いた．



[1] 入力画像 [2]Canny の輪郭抽出 [3] 確率的 Hough 変換  
 図 6 段鼻の検出例 (処理順 [1] → [2] → [3])

Fig. 6 Example of step nose detection (Processing order [1] → [2] → [3])

### 4.3 AR 表示モジュール

AR 表示モジュールでは段鼻検出モジュールで検出された段鼻の座標を元に段鼻の下方向にある階段側面付近に AR を用いて階段利用時の消費カロリーや報酬を重畳表示させる．本研究では独自募集により収集した階段利用促進標語を報酬として用いる．収集した標語は全 85 種類あり，その一部を以下に示す．

- 階段を登った先には健康体
- 階段を使うと意外と早く着く
- 階段で，健康人生歩もうよ
- 息切らし登った後飲む水がうまい
- 階段でふくらはぎ君むっきむき

AR 表示モジュールでは標語を 5 秒毎にランダムに入れ替え，消費カロリーは 1 秒毎に累積したものを表示する（図 7）．

## 5. 評価

AR による報酬提示により階段利用時に楽しさを感じることで意欲が向上するかの検証を目的とした評価を行った．

### 5.1 評価実験手順

提案システム使用後にアンケートに回答することで評価を行った．効果の比較のために，「通常の階段」，「側面に標語を貼り付けた階段（図 8）」，「AR によるイラストを報酬としたシステム（先行研究の [19]）」，「提案システム」の計 4 種類を同条件で行った．アンケート内容は「階段の利用に対する意欲の向上の有無」，「階段の利用時に感じた楽しさについて」，「階段を使用したいと感じたか」の 3 項目である．評価実験場所は評価者がよく使用する建物内にある階段 1 階から 5 階まで（計 96 段）で行った．また，システム利用後に利用した際の感想を記録した．



図 7 AR として階段上に表示させた標語と消費カロリーの例  
 Fig. 7 Examples of slogans and consumption calories displayed on the stairs as AR

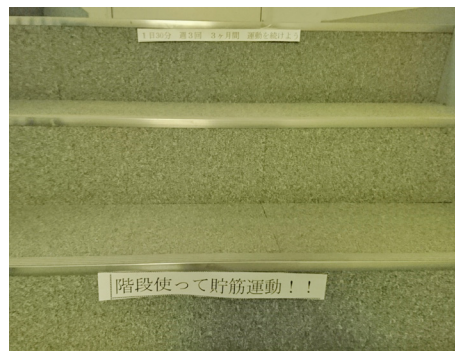


図 8 比較のため使用した標語を側面に貼り付けた階段  
 Fig. 8 Stairs stuck on the side with the slogan used for comparison

### 5.2 評価実験結果

評価結果を表 1-3 に示す．AR の使用に関わらず動機づけへの効果が感じられなかった 1 人を除いて，標語を用いることで階段利用への動機づけが可能であると分かった．また，AR による標語提示においても同等の結果となったことから本システムの有効性を示すことが出来た．標語の方がイラストと比較して良いと回答した被験者からは「読んでいて階段を上っていることを少し忘れられたので，いい気分転換になった」という意見があった．一方で，「イラストは視界が楽しくなるので，移動中でも楽しめた．標語は文字に集中している暇がなくあまり意味はないと感じた」という意見があり，被験者によってはイラストでの報酬提示の方が標語より良いと感じる事があると分かった．

### 5.3 考察

評価結果から標語を貼り付けた階段と AR により標語を

表 1 階段の利用に対する意欲について (人)  
Table 1 On motivation for using stairs (people)

	標語なし	標語あり	AR イラスト	AR 標語
全く上がらなかった	3	1	0	1
上がらなかった	1	0	1	0
どちらでもない	1	0	1	0
上がった	0	3	2	3
とても上がった	0	1	1	1

表 2 階段の利用時に感じた楽しさについて (人)  
Table 2 On the pleasures felt when using stairs (people)

	標語なし	標語あり	AR イラスト	AR 標語
全く感じなかった	5	0	0	0
感じなかった	0	0	1	1
どちらでもない	0	0	0	0
感じた	0	5	2	4
とても感じた	0	0	2	0

表 3 階段を使いたくなかったか (人)  
Table 3 Did you want to use the stairs (people)

	標語なし	標語あり	AR イラスト	AR 標語
全くならなかった	3	1	0	1
ならなかった	2	0	0	0
どちらでもない	0	1	1	1
なった	0	3	2	3
とてもなった	0	0	1	0

階段上に付加した本システムは同等の効果があつたと言える。一方で、AR の使用に関わらず標語による動機づけが出来なかったユーザーがいることが分かった。標語は内的動機付けに働きかけると考えられるが普段から積極的に階段を使用しているユーザーは既に習慣化しているため、効果が感じられなかったと考えられる。考察の検証のため被験者を増やした追加評価をする必要がある。

## 6. 展望

「標語が貼られている場合と AR で定期的に標語が表示される場合では、次の標語が見えている為か前者の方が良く感じた」という意見があり、付与のタイミングや方法を工夫するなどして更なる効果の向上を目指す。また「階段登るごとに強くなる RPG みたいにゲーム感覚でできるとたくさん登る気力が湧くと思った」という意見もあり、より達成感を与えるゲーム要素を思考し実装することで意欲向上を目指す。今回、評価により階段利用意欲向上に対する有効性を示した。今後は階段の利用と段鼻の認識率の評価を今後行う。

## 7. まとめ

本論文では、AR を用いた階段利用意欲向上支援システムの開発を行った。本システムでは AR を用いて階段利

用促進標語を階段上に付与することで意欲向上を目指した。加えて階段利用を判別することで消費カロリーを推定し、AR を用いてユーザーにリアルタイムに提示することで更なる意欲向上を目指した。評価実験から、有効性を示すことが出来た。しかし、標語の提示よりイラストでの報酬の方が良いと感じるユーザーが居たことが分かった。今後はユーザーが報酬を選択可能にする。

## 参考文献

- [1] 運動・スポーツ実施率の推移 (1998 年 - 2014 年) スポーツライフ・データ, 笹川スポーツ財団
- [2] 改訂版『身体活動のメッツ (MET s ) 表』, (独) 国立健康・栄養研究所
- [3] Vertical World Circuit  
<http://www.verticalworldcircuit.com/>
- [4] 福岡タワー超ウルトラ階段のぼり大会, 福岡タワー
- [5] JR 京都駅ビル大階段駆け上がり大会, KBS 京都
- [6] 厚生労働省, 平成 27 年国民健康・栄養調査結果の概要, 平成 27 年「国民健康・栄養調査」の結果
- [7] 『健康応援標語 ( 階段利用促進標語 )』募集, 沖縄市役所市民健康課, 2016
- [8] 「階段シール」の「健康」標語募集, ひろしま健康づくり県民運動推進会議, 2015
- [9] 階段のぼり! 3033 ( サンマルサンサン ) 運動, 神奈川県庁, 2015
- [10] Pokémon GO,  
<http://pokemongo.nianticlabs.com/ja/>
- [11] Pokémon Go could ease Type 2 diabetes burden, University of Leicester, 2016.7.11
- [12] 山下 陽規 他, 近畿大学大学院, 健康促進のための AR 観光ウォーキング支援システムの構築, 情報処理学会第 77 回全国大会, 2015
- [13] Edward Nguyen, University of Washington, Fitnamo: using bodydata to encourage exercise through google glass, CHI EA '14 CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2014-04-26 Pages 239-244
- [14] 市村, 矢沢, 戸丸, 渡邊: 家事をゲーミフィケーション化する試み 掃除への適用, 情報処理学会 DICOMO2014
- [15] 吉田, 大枝: 学習者のモチベーション向上を目的とした課題提出システムの構築, 第 76 回全国大会講演論文集 2014(1), 845-847, 2014-03-11
- [16] 松下, 濱川: 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, WISS2015
- [17] 大谷, 木川, 溝淵: フィットネスバイクの利用に対して内発的動機づけを図る仮想スタンプラリーシステムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告 2014
- [18] 吉野, 森田: AR を用いたコンセントプラグを抜く習慣付け支援システム「ぶらとん」の開発と評価, 情報処理学会 DICOMO2013
- [19] 諸戸 貴志, 濱川 礼, 中京大学 情報科学研究科, AR による階段利用意欲向上支援システムの提案, DICOMO 2016.
- [20] 諸戸 貴志, 濱川 礼, 中京大学 情報科学研究科, 加速度センサを用いた運動強度判定システム, 第 171 回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会.
- [21] EPSON MOVERIO BT-300  
<http://www.epson.jp/products/moverio/bt300/>