

ARによる階段利用意欲向上支援システムの提案

諸戸 貴志¹ 濱川 礼¹

概要：日常生活中に出来る運動である階段の利用に対する意欲をゲーミフィケーションを用いて楽しさを感じさせることで向上させ、日常生活内で負担なく運動を行えるようになると考え、効果の検証のためにシステムの開発と評価を行った。

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昇降に注目した。階段の昇りは、通常の歩行に比べ約3倍の運動量となりジョギング並の運動量になるとされるため、階段を利用することで日常生活に負担なく運動をこなす事ができると考えた。しかし、階段利用による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多くいると考えられる。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で階段利用を楽しく感じさせることで意欲の向上が出来ると考えた。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。ユーザーはカメラ付き HMD を装着し、AR により階段に付与されたゲームの要素の報酬を 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出来ると考えた。

Proposal of stairs use motivation support system by AR

TAKASHI MOROTO¹ REI HAMAKAWA¹

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。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昇降に注目した。階段の昇りは通常の歩行に比べ約3倍の運動量となりジョギング並の運動量になるとされるため、階段を利用することで日常生活に負担なく運動をこなす事ができると考えた [1]。我々は通勤通学時や会社や学校などの建物の中で高低差のある移動を日常的に行っている。例えば、建物の階高は約3mで1階から2階へ移動するだけで3mもの高さの移動をしている。また、通勤通学時に地下鉄などの公共交通機関を利用している場合さらに高低差のある移動を行っていることになる。このように多くの人は日常生活内で適度な運動になるような高さの移動をしており、これらの移動を

すべてを階段に置き換えることで適度な運動を日常生活内で行うことが出来ると考えた。しかし、階段利用による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多くいると思われる。階段の側面や踏み面を広告 [2] に使うことや図 1 のように案内に使うなど広く活用されており、階段利用の意識向上のための取り組みとして階段の側面に健康標語を貼り付けている駅 [3] や自治体 [4] などもある。本研究では階段利用を習慣化させるために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で解決出来ると考えた。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、意欲が上が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

運動の習慣化や意欲向上を目的とした研究は多く行われており、近年ではゲームの楽しませる要素を用いて意欲の

¹ 中京大学 情報科学研究科



図 1 横浜駅東口「そごう」階段 (共著者撮影)

向上を目指す研究が行われている。ここでは運動の習慣化や意欲向上を目的とした事例を示し、本研究での位置づけと期待される効果を示す。また、日常の行動にゲームの要素を適用させ習慣化や意欲の向上を目指す研究についても示し、本研究での位置づけと期待される効果を示す。

2.1 運動の意欲を向上を目的とした研究

運動の習慣化や意欲向上のためにゲーミフィケーションを用いた研究は行われている。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 [5]。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。Christine Bauer らはランニングに対する意欲向上効果があると分かっている音楽による意欲向上の効果を増加させるために運動工学と心理学などの視点から 7 つの要素を調査し、アプリケーションの開発に役立てる研究を行っている [6]。Derek Foster らはオンラインソーシャルネットワークにより社会的競争力の相互作用はユーザーの行動意欲を向上させるために利用することができることを示唆しており、ユーザーはお互いに毎日の歩数計の測定値を表示し、ランキングによる値の比較やコメントによるコミュニケーションを行うことで日常的な歩行に対する意欲を高めている [7]。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 [8]。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。移動速度や移動距離により仮想ペットが歩く動作から走る動作に変わるなどすることで 1 人のサイクリングにおける意欲を高めている。

[5] 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現実世界に AR で重畳表示させることで景色が変わっていくような印象を与えている。また、[6] では音楽による意欲向上を目指して

おり、[7] では利用時に測定した値を共有することで行動意欲の向上支援を行っているが本研究では利用時間に応じた報酬画像をユーザーに与えることで意欲向上を目指している。プロジェクターでの道路への投影を行う [8] は夜間での利用が中心となるが、本研究では 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。

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の要素や考え方をゲーム以外の分野で応用していこうという取り組みのことで、楽しさによりゲームに熱中させるポイントやトロフィーなどの報酬という要素やレベルや課題などの目標を与えるなどの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。ゲーミフィケーションを用いて意欲の向上をさせ習慣化させる試みは多く行われており、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の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することを試みている [9]。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 [10]。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。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、これらの多くがゲーム要素の閲覧をスマートフォンや PC などで行われている。一方、本研究では HMD 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 を用いて意欲向上させる研究

興味や意欲を向上させる手段として AR を用いる試みも行われている。森田らは講師映像と天体 3DCG を AR で教科書上に重畳表示する天体学習用を AR テキスト開発し、講師映像を提示することによって学習者は講師を身近に感じ、興味や意欲が高くなる可能性が示唆している [11]。長谷部らは絵画の鑑賞支援として解説等の情報の提供として AR を用いて情報選択や感想共有など、能動的操作を利用して鑑賞者の絵画への興味関心を引き出すことを目的としたシステムを構築して、利用者の気付きと感想の共有機能で絵画の知識を得る意欲を高め、鑑賞への参加を促すことが実現している [12]。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出来ることが分かっている。本研究ではゲーミフィケーションと AR を組み合わせることにより意欲の向上が出来ると考えている。

2.4 ARを用いたゲーミフィケーション

楽しませ意欲を向上させる効果があるゲーム要素を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を向上させようとする研究も行われており、吉野らはコンセントをマーカーとしてARでキャラクターを表示させ、コンセントプラグを抜く毎にキャラクター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[13]。[13]ではコンセントの場所を認識するためにコンセン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と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. 提案システム

本稿では階段利用を階段の利用時間に応じた報酬をARとして提示することで楽しくするシステムの提案を行う。階段の利用を面倒と思う人や、継続しようとしてできない人、モチベーションが上がらない人などが利用することを想定している。図2に示したようにユーザーはカメラ付きのHMDを装着して階段を利用する。システムの利用時間を計測してこれを階段の利用時間とし、図3に示したように時間経過に応じて報酬画像を変化させる。この報酬画像をARとしてHMD越しに閲覧することで楽しさを感じ階段の利用に対する意欲が向上すると考えた。本研究ではゲーム的要素として階段の利用時間から算出した移動高度を報酬画像としてARで現実世界に重畳表示させる。現実世界にARで表示させることで移動中の情報の閲覧が容易に行えるため、歩きスマホのような事故が防げると考えた。本研究ではリアルタイムの反映をさせるため画面を移動中に見ることがあるため、スマートフォンを用いたアプリケーションの場合、移動しながらの画面の閲覧は転倒などの危険に繋がる可能性があると考えられる。一方、ARを用いることで移動方向の視界が確保した状態で情報を重畳表示させることが出来るためスマートフォンの画面閲覧による情報提示に比べ危険性が低くなると考えた。移動中のARの閲覧のしやすさからHMDで閲覧することとした。加えて、ARは現実世界の一部のように感じさせることが出来ることから移動する毎にARを変化していくことで景色が変わって行くような印象を与えることが出来ると思った。本研究では移動時の視界を確保しやすい透過型のHMDとしてMOVIRIO BT-200[14]を使用した。[14]はタッチパッドが搭載されたコントローラ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る。ディスプレイ部にはカメラが搭載されており、コントローラ部はAndroid OSを搭載している。本研究ではARを表示する座標の演算のためにディスプレイ部にあるカメラから取得した画像をコントローラ部にて処理を行う。



図2 システム利用イメージ

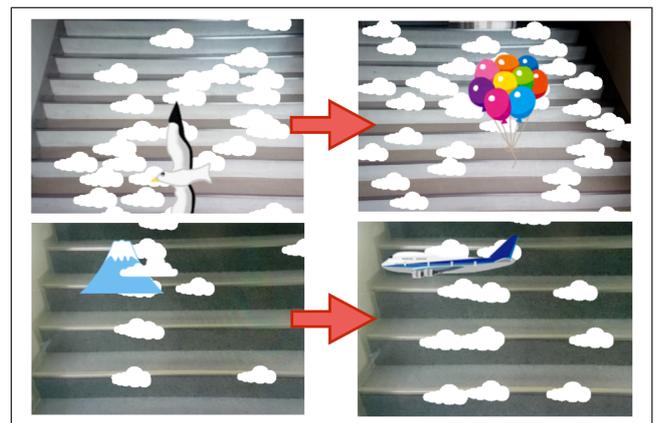


図3 報酬とするARの変化例

3.1 システム構成

図4にシステム構成図を示す。まずHMDのディスプレイ部に付属されたカメラにより階段の画像を取得を行う。次にコントローラ部で階段の画像から直線検出により段鼻の検出を行う。そしてHMDのディスプレイ部にARを表示を行う。表示するARはシステム利用時間により変化させる。また段鼻の検出からARの表示までの一連の処理をリアルタイムで行う。

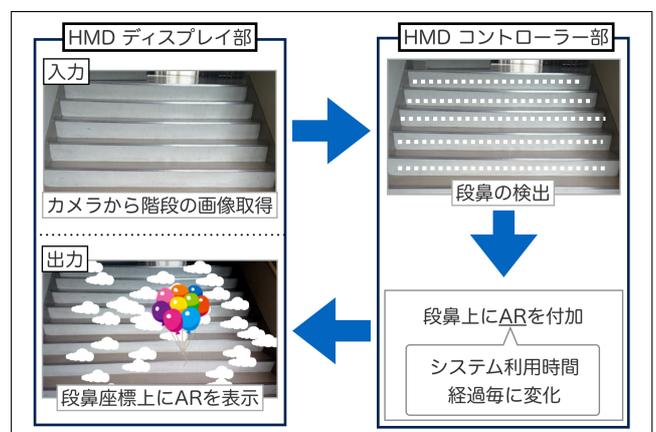
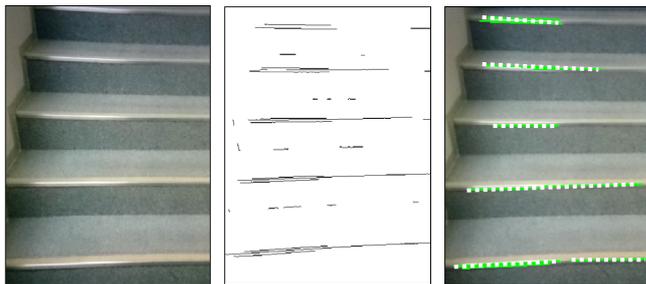


図4 システム構成

3.1.1 階段の段鼻の検出

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 AR の表示座標とすることでマーカーレスで AR を表示可能とした。階段の段鼻とは階段の踏み板の先端部分のことで、HMD から取得した画像により検出を行う。検出手順は図 5 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 5 の [2] のように Canny 法により輪郭の抽出を行う。その後、図 5 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 5 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ランダム投票による確率的 Hough 変換を用いた。検出した段鼻の座標に報酬画像を AR として重畳表示させる。



[1] 入力画像 [2]Canny の輪郭抽出 [3] 確率的 Hough 変換
 図 5 段鼻の検出例 (処理順 [1] → [2] → [3])

3.1.2 報酬画像の表示

検出した段鼻に表示させる報酬画像はシステム利用の経過時間毎に変化させる。図 6 で示したように AR には報酬画像の他に常時表示される雲をイメージしたものがあり、検出した全ての段鼻座標上にランダムに表示させている。報酬画像は 10 種類ありそれぞれシステム利用時間から算出した移動高度と対応した実世界で同じ高さにある建造物を中心としたイラストを報酬画像として付与する。これによりユーザーは移動した高さをイメージしやすくなり達成感を感じやすくなると考えた。報酬画像と移動高度との対応は図 7 で示す。移動高度は一般的なビルの 1 階毎の平均的な高さ約 3m を元に 1 階毎の移動時間の平均 15s からシステム利用時間が 15s 経過毎に 3m 加算することとした。



図 6 報酬とする AR の表示例

	経過時間 (s)	対応高度 (m)	報酬画像
0	0	0	無し
1	45	9	
2	150	30	
3	1050	70	
4	1500	100	
5	3000	200	
6	4500	300	
7	9000	600	
8	55500	3700	
9	105000	7000	

図 7 報酬とする AR 一覧

4. 評価

4.1 AR を用いた報酬付与による意欲向上効果に関する評価

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。提案システムを評価者に使用させ、アンケートに回答してもらうことにより行った。本システムを用いて階段を使用し、楽しさを感じたかを「1 から 5 までの 5 段階」(5 が最大) で日常的に運動がしたいと感じている 3 名と日常的に運動がしたくないと感じている 3 名の計 6 名に評価してもらった。評価者がよく使用する建物内にある階段で行い、1 階から 5 階まで (計 96 段) システムを使用しながら昇ってもらった。評価の結果は 5 点満点で平均 3.8 点になり効果が見られた。「楽しくなった」という意見は多くあったが、「階段利用は楽しくなるが注視し過ぎると躓きそうになる」という意見があり、報酬 AR が階段利用の楽しさに繋がるが HMD を付けて歩く事に慣れていないことから低い点数を付けたと考えられる。以上の結果より、ゲーム的要素を用いることで階段利用に楽しくさせることが出来ると分かったが HMD を装着しての移動時の問題点による影響があり

ARの表示するタイミングや表示範囲を工夫し注視し過ぎないようにする必要があると分かった。

4.2 階段の段鼻の検出率に関する評価

階段の段鼻の検出率が実用に十分であることを検証するために評価実験を行った。評価実験には照明の明るさ(9~51lm)が異なる5箇所の階段に対して、それぞれ1階分の移動中の1s毎のカメラ画像内にある段鼻の数(計測数; 階段の切り返し部分に当たる踊り場の形状の違いによる計測数の差を含む。)と実際にシステムが検出した段鼻の数(検出数)を計測し、これを元に検出率を算出した。

結果は1に示した通りであり、5箇所の階段を用いた検出率の平均は85.6%となり実用十分な結果となった。一方で照明が少なく暗い階段では検出率が74%まで下がり、日光が入るような比較的明るい階段では段差に出来る影を段鼻と誤検出してしまふことが分かった。

	計測数 合計	正検出数 合計	検出率	誤検出数 合計
1	31	31	100%	10
2	51	45	88%	1
3	42	31	74%	3
4	46	36	78%	0
5	49	43	88%	2
平均	43.8	37.1	85.6%	3.2

表1 段鼻の検出率に関する評価結果

4.3 運動に対する意識調査

下肢の筋肉量は20代から低下していくとされており[15], 20代での運動習慣が将来の健康状態へ影響を与えるためシステム評価者を含めた20代前半の男女11名に対して運動に対する意識調査を選択形式のアンケートにより行った。アンケートの内容は、以下に示した通りである。

(1) 日常的に運動を行っているか

日常的な運動を行っているのかを「する」「たまにする」「ほとんどしない」「全くしない」の4択の選択形式で行った。

(2) 日常的に運動をしたいと思っているか

(1)で「ほとんどしない」「全くしない」と回答した人に対して習慣的に運動をしたいと思うかどうか「したい」「したくない」の2択の選択形式で行った。

(3) 運動をしない理由について

(1)で「ほとんどしない」「全くしない」と回答した人に対して運動をしない理由について計11の選択肢から複数選択可で質問を行った。選択肢は、「めんどくさい」「時間がない」「体力がない」「意志が弱く、長続きしない」「運動やスポーツをするのが好きではない」「運動音痴のためスポーツが出来ない」「汗をかく、

暑いのが苦手なので」「日常的に動き回っているので運動をする必要がない」「健康状態や足腰が弱いため、運動を控えている」「特に理由はない」である。

(4) 階段の積極的な利用について

高所への移動に対して日常的によく使うものは「エレベーター、エスカレーター」「階段」「昇りと降りを使うものが違う」の3択の選択形式で質問を行った。また、階段を使うと回答した人に対して、階段を使う理由を「健康のため」「階段のほうが早く移動できるから」「その他」の4択の選択肢で質問を行った。

アンケート結果は図8から図11にそれぞれ示す。アンケート(1)の結果から日常的に運動をしない人は11名中9名になり(図8左), その中でも日常的に運動がしたいと感じている人は55.6%存在することが分かった(図8右)。次にアンケート(3)の結果から運動をしない理由として最も多く回答されたものが「意志が弱く、長続きしない」であることが分かった(図10)。また、アンケート(4)から階段を利用する人は半数以上いるが、その多くが健康を意識していることが分かった(図9,11)。

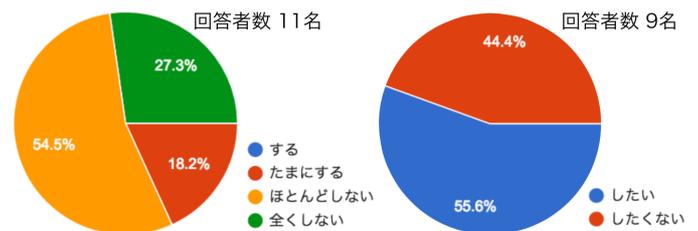


図8 アンケート結果左(1)右(2)

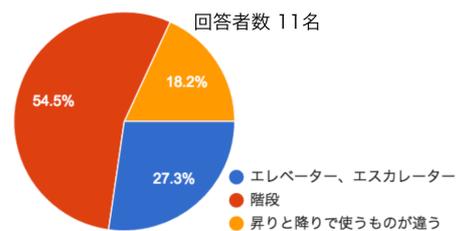


図9 アンケート結果(4)

5. 終わりに

本研究では、階段の利用頻度に応じた報酬をARで付与することで階段の利用に対する意欲の向上を支援するシステムの提案と効果の検証のために開発を行った。提案システムの有効性や課題検証のために、システムを利用した評価を行った。本研究で得られた知見は以下にまとめられる。

(1) 報酬画像による意識の変化について

ARによる報酬画像の提示により視覚的な楽しさに繋がりが意欲の向上へと繋がりが有用であると考えられる。一方

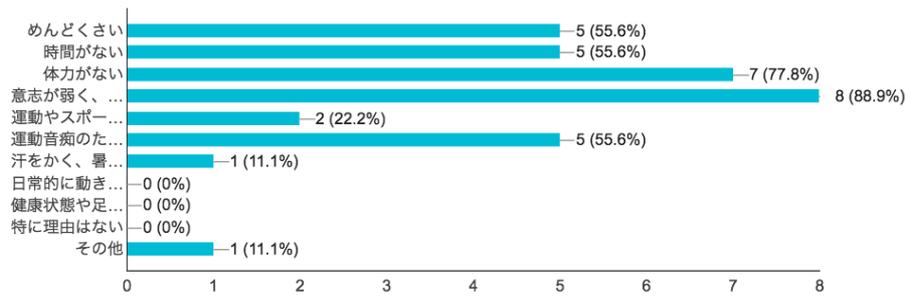


図 10 アンケート結果 (3) 回答者数 9 名

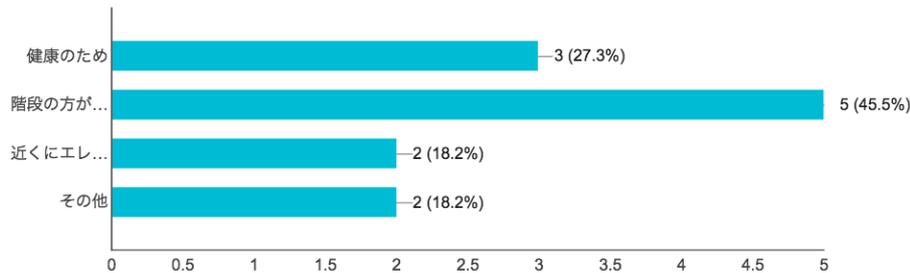


図 11 アンケート結果 (4') 回答者数 8 名

で変化する画像は 10 種類であり、特定の高さで変化させるものに限られていたため一定毎に変化させる画像を追加することで変化を増やす必要があると分かった。

(2) AR で表示する情報について

今回、システムの利用時間から算出した移動高度に対応した報酬画像を AR により階段上に付加することで楽しさを与え階段の利用意欲を向上させようとした。評価者からの意見として「画像だけでなく移動した高さを数値で階段上に表示した方がいい」や「画像ではなく Gif 画像のようなアニメーションにした方がいい」などが挙げられた。このことから AR で表示させる有効な情報が分かった。

(3) HMD を装着した階段利用について

移動しながらの情報閲覧の問題の視界の確保のために本研究では透過型の HMD を使用した。しかし、HMD で情報を閲覧しながらの移動に慣れていないことから表示画像に注視しすぎることによって躓きそうになるユーザーがいることが分かった。

今後の課題として、提案システムによる階段利用の意欲向上のために報酬画像のサイズ変更による見やすさや足元付近は透過処理を行うなどの改善が挙げられる。また、報酬画像の表示に加えて、階段の利用頻度や移動高度を他ユーザーと共有させることで利用者に競争意識を持たせる機能の追加実装と今回実装しなかった階段の利用検出を加速度を用いて実装し、利用頻度の算出を行う。評価の際に HMD を付けて歩く事が慣れていないことから評価結果が伸びなかったことからシステムの継続的利用による意欲の変化の調査のため長期的な評価実験を今後行う。

参考文献

- [1] 日常における消費カロリー量, 日本体育協会スポーツ科学委員会
- [2] 新宿駅の階段の NTT ドコモ「歩きスマホ」の危険性を伝える啓発広告
<http://www.advertimes.com/20130805/article123016/>
- [3] 高知県安芸駅のホームへ続く階段
<http://3710920269.hatenablog.jp/entry/20151116/1447625785>
- [4] 京都区役所内の階段 <http://totech.jp/2016/03/20/34183>
- [5] 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
- [6] Christine Bauer, Anna Kratschmar: Designing a Music-controlled Running Application: a Sports Science and Psychological Perspective, CHI EA 15
- [7] Derek Foster, Conor Linehan, Ben Kirman, Shaun Lawson, Gary James: Motivating physical activity at work: using persuasive social media for competitive step counting, MindTrek 10
- [8] 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
- [9] 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
- [10] 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
- [11] 森田, 藤島, 瀬戸, 岩崎: デジタル教材を重畳提示する天体学習用 AR テキストの開発と評価, 日本教育工学会論文誌 35(Suppl.), 81-84, 2011-12-20
- [12] 長谷部, 時井: AR 技術を用いた絵画鑑賞支援システム, 第 76 回全国大会講演論文集 2014(1), 881-883, 2014-03-11
- [13] 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
- [14] EPSON MOVERIO BT-200
<http://www.epson.jp/products/moverio/bt200/>
- [15] 谷本, 渡辺, 河野, 広田, 高崎, 河野: 日本人筋肉量の加齢による特徴, 日老医誌 2010;47:52-57