

MR空間を用いたウォーキング支援システムの試作と評価

村山文香¹ 松田晃一¹

概要: 近年、IT技術は幅広い分野で利用されており、運動の支援にも応用されているが、運動習慣のある人は少ない(20代女性では特に少なく11.6%)。その対策として、手軽に行えるウォーキングが推奨されている。ウォーキングは手軽に行える一方で、運動する環境が変化しにくい、運動そのものの動作が単調で飽きやすい、モチベーションの維持が難しいといった、単調さに起因する問題がある。従来のウォーキング支援システムは、時間・進捗管理や結果を共有することなど運動後の支援が中心である。そこで、本研究ではウォーキング実施中のユーザ支援に注目し、MRで仮想ペットを提示し、さまざまな仕草を行うことでユーザを支援するウォーキング支援システムを試作した。本論文では、20人の女子大生を対象に実験を行い、その結果を述べる。実験の結果、本システムは環境の変化を明らかにユーザに感じさせることはできなかったが、楽しさを感じさせる環境を提供することができ、仮想ペットの仕草でユーザの運動を制御でき、モチベーションにもつながることが分かった。

Development and Evaluation of Walking-Supporting System using Mixed Reality space

MURAYAMA AYAKA^{†1} MATSUDA KOUICHI^{†1}

1. はじめに

近年、IT技術はエンターテインメント、運動、医療、教育など幅広い分野で利用されている。例えば、身近な運動であるウォーキングでは、歩数やカロリー、時間、体重等を記録し、支援するシステムが多く存在する²。また、単に運動を記録するだけでなく楽しさを感じさせることで支援するものがある。例えば、ウォーキング時に写真をとり、シェアするサービス「フォトウォーク」[1]や、ゲーミフィケーションの手法を用い、歩数計とゲームを融合させ、時間や歩数によってキャラクタを育成するHops³、歩数とともに溜まるポイントを利用し、アイス等の食べ物が当たる抽選に応募できるALKOO⁴、実世界の地図を利用し歩くことで陣取りゲームができるIngressなど⁵がそうである。これらの既存のウォーキング支援システムは、運動中の支援ではなく、前述した歩数やカロリー、時間、体重等の記録と、後からの確認という、ウォーキング「後」のモチベーションの維持の支援が主である。このような運動支援技術が発達する一方で、日本では、運動習慣のある人は、20~64歳では20%、20

代女性だけを見ると11.6%と特に少ない⁶[2]。これらの対策として、ウォーキングが推奨されている[3]。これにより、20~30歳では、1996年には「週1回以上の散歩・ウォーキング」実施者が10.8%であったのが、2016年には19.6%になった⁷がまだ多いとは言えない。

ウォーキングを行う全年代に対し行われたアンケートの結果から、ウォーキングの良い点は、「運動不足の解消」(82.7%)「気軽にできる」(80.8%)「お金をかけずに始められる」(77.4%)「1人でもできる」(74.0%)とされており、ウォーキングの実施方法は「1人で」(75.1%)、「夫婦で」(17.8%)、「親子で」(9.8%)となっている⁸。

ウォーキングを1人で行う場合、ウォーキングの単調さに起因する問題が3つある。(1) 運動する環境が変化しにくく飽きやすい、(2) 運動そのものの動作が単調である、(3) モチベーションの維持が難しい、である。これらのうち(1)を解決するのに有効な手段として、見慣れていない風景の中でウォーキングを行う、友人やペットとともに歩くことなどがある。特に、犬

¹ 大妻女子大学社会情報学部情報デザイン専攻
Faculty of Social Information Studies, Otsuma Women's University

² <https://www.runtastic.com/ja/>

³ <https://flaskapp.com/ja/>

⁴ <http://products.navitime.co.jp/service/alkoo/>

⁵ <https://ingress.com>

⁶ 1回30分以上の運動を週2回以上、1年以上継続している人を運動習慣がある人とした場合。

⁷ <https://www.ssf.or.jp/report/sldata/tabid/1404/Default.aspx>

⁸ <http://www.dims.ne.jp/timelyresearch/2006/060628/index.html>

などのペットとの散歩は運動する気を起こさせるとされており [4], (3)も解決できる可能性がある。

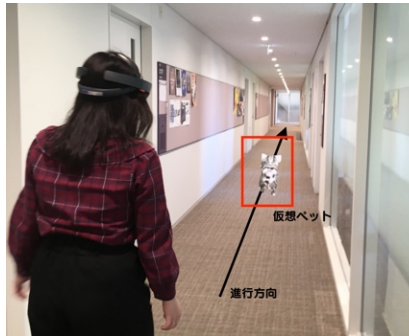


図 1 本システム

そこで本研究では, (1)と(3)に対し, 仮想のペットがウォーキング実施者の前を歩き, これまでのウォーキング支援システムとは異なり, ウォーキング実施中に仕草といった視覚効果を与えることで支援するシステム(図 1)を開発, 評価する。

本稿では, MR 提示が可能なデバイス HoloLens で試作したシステムと, それを用い 20 人の被験者を対象にした実験結果について述べる。

2. 関連研究

運動支援に関する研究には, モチベーションの維持に関するもの, 運動そのものの動作の単調さに関するものがある。

2.1. モチベーションの維持

[5]では, 国内のサイクリスト人口の減少の原因を, 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こととし, サイクリングの際にプロジェクション型 AR を用い運動する環境に視覚効果を与える(プロジェクタで自転車の先を走る動物を提示し, ペットと散歩しているかのような体験させる)ことで, モチベーション向上への影響を評価している。実験の結果, 評価者のサイクリングに対する短期的なモチベーションの向上が確認できたが, 評価者が運動に対する苦手意識を持っている場合, 効果が少ないことが分った。また, 地面への提示によってペットを提示しているため, 路面の形状によって歪みが生じてしまう問題があるとされた。

サイクリングと本研究の対象とするウォーキングを比較すると, サイクリングは速度が速く, 周囲に注意を払う頻度が高いため, 視覚効果に意識を向けることは難しい。特に, 人口や交通量の多い環境ではその傾向が高まりやすい。一方で, ウォーキングは速度が遅く, 周囲を見渡す時間を持つことができるため, ウォーキングを行う人が視覚効果の影響をより受けやすい。また, MR を用いることで, [5]において問題とされていた路面の形状の影響を抑制することができる。

2.2. 動作の単調さ

[6]は, ウォーキングにおける単調さと, 環境が変化しないことに対する飽きの解消と適度な運動負荷が必要だと考え, 健康運動への意欲を高めるシステムを開発した。解決のため, ユーザの現在位置・チェックポイントの表示, コースの選択・作成, チェックポイントに到着した際に運動を提示する機能, 運動時間や心拍数, 消費カロリーなどのステータス情報をリアルタイムに表示, 負荷のかかり過ぎを防ぐため心拍数を運動にフィードバックする機能, 操作回数等を減少させるための音声案内といった 7 つの機能を組み合わせている。エクササイズは, 心拍数を尺度とし, 歩行中のコース上の設置されたチェックポイントで提示し, 負荷の提供をおこなうことで過負荷を防ぐ。コース選択は, その日の気分や自分が動かしたい部分によって選ぶことで, 同じコースに飽きるという問題を解決している。実験結果より, 心拍数によるフィードバック, 音声案内に対する評価について「運動の負荷の目安になりましたか」という質問をした際の評価は高く, チェックポイントの設置によって適度な負荷と刺激を与えることでウォーキングへの意欲を高めることができることが分った。

この研究では, ウォーキング中にエクササイズを挟んでいるが, ウォーキングは有酸素運動であるため, 運動を途切れることなく行うことが重要である。そこで, 本研究ではウォーキング中に運動を妨げないこととする。また, 実際のウォーキングは, 公園や通勤, 通学途中の道など, 普段の生活に馴染みのある場所で実施することが多く, コースの変化はあまり期待できないため, 同じ場所で評価した点が異なる。

3. 本システムの概要

本システムは, MR 提示が可能な Microsoft 社のヘッドマウントディスプレイ HoloLens (図 2) を用いて Unity[7]と HoloToolkit で開発した[8]。HoloLens は, Windows 10 を搭載, 重さは 579g の MR デバイスである。開発したプログラムは, HoloLens にダウンロードすることで単体で実行でき, ユーザの運動に応じた様々な情報の提示を可能にする。



図 2 Microsoft HoloLens

本システムが提供する機能は, (1)仮想ペットの歩行中の仕草による視覚効果の提示, (2)ウォーキング実施者(以降, ユーザ)の歩行速度の計測と, 目標速度(3.3 節参照)に基づく仮想ペットの仕草の変化, (3)仮想ペットによるユーザ先導, の 3 つである。

3.1. 仮想ペット

本システムでは、ユーザの視界の前方に仮想ペットが提示され、様々な仕草を通して仮想ペットがウォーキング中の支援を行う。仮想ペットとのコミュニケーションはユーザの気分の上昇などを引き起こすとされている[9]。仮想ペットは常にユーザより少し前を歩く。仮想ペットの提示はMR空間内で行われるためウォーキングを行う環境や地形に合った表示が可能である(図3)。これにより環境に合わせた影なども表現でき、仮想ペットのリアリティを増やすことが可能である[10]。

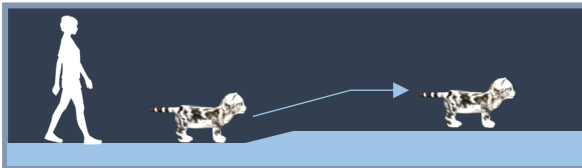


図3 地形や障害物に合わせた表示

3.2. 仮想ペットの仕草

仮想ペットの仕草の目的は、運動環境に変化を与えることとユーザへの指示出しである。仮想ペットの仕草には、基本仕草と派生仕草があり、基本仕草は、ユーザの停止時、歩行時に提示され、派生仕草は、前述の歩行時にユーザの歩行速度に応じて提示される6種類の仕草である。動作の発生条件は[5]を参考に設計した。

3.2.1. 基本仕草

基本仕草は、上記の環境に変化を与えることに加え、仮想ペットにリアリティを与えることを目的としている。本システムではユーザのウォーキングを(1)ユーザが停止している、(2)歩行している、の2段階に分け、それに対応して基本仕草を以下のように定めた(図4・表1)。



図4 基本仕草(止まる, 歩く)

表1 基本仕草

ユーザの状況	発生条件	仕草
停止時	歩行速度が 1km/h 未満	止まる
	設定距離 (5.5m, 3.4 節参照) よりも離れた	
歩行時	歩行速度が 1km/h 以上	歩く

止まる仕草は、ユーザが歩行しているとは考えられない速度である 1km/h 未満の時に発生する[5]。歩行の判断基準は止まる仕草の基準(1km/h)以上の時とした。ユーザが止まった

場合は、歩くように促すべきだが、実際に街中のウォーキングでは、信号待ちや障害物、危険を回避するために止まる場合を想定したものである。

3.2.2. 派生仕草

派生仕草の目的は、ユーザの歩行速度をフィードバックし、ユーザの歩行速度を本システムの目標速度に近づけることである。仮想ペットは、歩行速度を一定時間間隔でチェックし、歩く仕草を行なっている場合のみ、これに基づいて派生仕草をランダムに行う(図5・表2)。例えば、歩行中に目標速度(5.6km/h, 3.3 節参照)よりも速くなった場合は、チェックをしたタイミングで「歩く」仕草を止め、「伏せる」、「あくびをする」のいずれかを行いユーザのスピードを落とさせる。これらの仕草はその一連の動作を5秒間提示した後に「歩く」仕草に戻る。



図5 上段 走る 下段 通常時 鳴く 瞬きをする

表2 派生仕草

ユーザの状況	発生条件	仕草
目標速度より遅い	歩行速度が 1km/h 以上 5.3km/h 未満	走る 速歩きをする
目標速度に対し適当	歩行速度が 5.3km/h 以上 6.0km/h 未満	吠える/鳴く 振り返り瞬きをする
目標速度より速い	歩行速度が 6.0km/h 以上 6.4km/h 未満	伏せる あくびをする

派生仕草は、チェック時の歩行速度が目標速度よりも速い場合、適当な場合、遅い場合に提示される仕草が異なる。

- 目標速度よりも遅く歩いている場合
仮想ペットは「走る」と「速歩きをする」と言った、急かすような仕草を提示する。「走る」「速歩きをする」することで、ユーザから離れていくので、ユーザの歩行速度を上げることが期待できる。
- 目標速度に対し適切に歩いている場合
仮想ペットは「吠える/鳴く」と「振り返り瞬きをする」と言った、意思表示の仕草を提示する。これらは口を開ける仕

草に加え声を提示し、「振り返り瞬きをする」はユーザの方向を見ることで、ユーザが適切な速度で歩いていることを伝える役割を果たす。

- 目標速度より速く歩いている場合
 仮想ペットは、「伏せ」、「あくびをする」と言った、ユーザの歩行速度を緩やかにするような仕草を提示する。あくびは口を開ける仕草に加え、あくびの音を再生する。

派生仕草の提示頻度は、高頻度にすればより目標速度に近い速度でユーザ歩かせることができるが、高頻度だと見慣れてしまい、運動する環境に変化を与えることができないため、1分間に3回(20秒ごと)とした。仮想ペットが足を止めて提示する仕草については、ユーザが一定距離以内に近づくと仮想ペットが動き出すことによってユーザが仮想ペットを追い越すことはない。

3.3. 目標速度

運動効果がある速度は、少し早歩きだが、歩行してもきついと感することがない速さである⁹。本システムでは、表3のMETs対応表を参考に、基準数値をMETs 4.3の「運動目的で歩く」速度¹⁰である5.6km/hを目標速度とした。METsとは運動強度の単位であり、活動の強度を安静時に消費するエネルギーを1としたときのエネルギー消費量で示したものである。

表3 METs対応表

METs	時速	個別運動
3.0	4.0km/h	犬の散歩
3.5	4.5-5.1km/h	ほどほどの速さ、散歩
4.3	5.6km/h	運動目的で歩く、速い
4.8	5.6km/h~6.4km/h	運動目的で歩く/ボールを使ったノルディックウォーキング
5.0	6.4km/h	とても速く歩く
6.0	6.4km/h	ジョギングと歩行の組み合わせ/ランニング

3.4. ユーザの先導距離と事前調査

本システムではユーザ自身が経路を気にすることなくウォーキングできるように仮想ペットが先導を行う。ユーザはあらかじめユーザが通るべき地点(以降ポイントとする)を設定し、仮想ペットはそれらのポイントをつなぎ経路を作成してユーザを導く。

ユーザと仮想ペット間の距離は事前調査を行い決定した。適切な距離とは、仮想ペットがウォーキング中にユーザの視界に入り、ユーザが歩きやすいものである。適切な距離をとることで、仮想ペット仕草の提示と仮想ペットによるユーザ先導の効果を高めることができると考えられる。

事前調査では、7人の女子大生を対象に仮想ペットがMR空間内にいる状態のユーザ視点の画像(図6)を用い、ユーザと仮想ペットの距離について、(1)リアリティがある、(2)見やすい、(3)歩きやすい、という3点について、5m、5.5m、6m、6.5m、7m それ以上、それ以下という評価項目で調査した。この結果、もっとも歩きやすい仮想ペットとの距離は(1)、(2)、(3)全てにおいて平均約5.6m(標準偏差0.4)であることが分かった。これより本システムでは仮想ペットが5.5m前を歩くようにした。

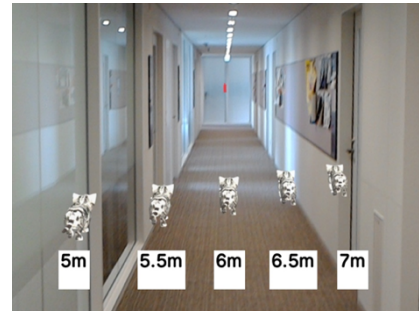


図6 仮装ペットとの距離例

実際に試したところ5.5m離れると、周囲に意識を向けることが容易になり、歩行中の安全性が確保できることが分かった。また、HoloLensの視野角が狭いため、ユーザが仮想ペットを見失うことがあるため、ユーザから見てどの方向に仮想ペットがいるのかをMR空間内で矢印を使い提示することにした。

4. 実装方法

ウォーキング中に複数のデバイスを利用すると運動の妨げになるため、本システムはHoloLensだけで完結するように機能を実装した。

- 仮想ペット仕草の提示
 仮想ペットの仕草はUnity内のアニメーション機能を用い実装し、ユーザの歩行速度に合わせ、基本仕草を提示する。
- ユーザの歩行速度の計測
 Unityは、フレーム画像を切り替えることで動画を作り出している。ユーザの歩行速度は、フレーム間のユーザの位置の差とフレームの切り替えの時間差から計算している。ユーザの位置は、システムの起動を行なった地点を座標0とし、カメラの移動距離から計算している。

⁹ <https://www.kissport.or.jp/column/sports-doctor/>

¹⁰ <https://www.nibiohn.go.jp/files/2011mets.pdf>

5. 実験方法

本学の女子大生 20 人に対し、(1)事前アンケートと、(2)システムを用いた評価実験を 2 種類、(3)事後アンケートを行なった。

5.1. 実験環境

実験は仮想ペットによる環境に与える変化の影響を評価するため、なるべく変化の少ない、特徴のない廊下を利用した(本学 H 棟 8 階廊下)。屋内であるため、地面は平面で、斜面・段差等・迂回路等は存在しない。直射日光はなく、光源は天井にあるライトである。直線距離は約 22m である。

5.2. 事前アンケート

事前アンケートは、(1) 普段自発的にウォーキングをしているか、(2) ウォーキングは楽しいと感じているか、(3) 普段運動のためのアプリなどを利用しているか、という 3 つの質問に対し 5 段階評価を行った。

5.3. 評価実験

ユーザを 4 つのグループ(A, B, C, D)に分けて、事前アンケートの、「普段自発的にウォーキングをしているか」という質問項目の結果を元に、各グループでウォーキングを行なっている人、いない人ができるだけ同じ人数になるよう調整した。実験は以下の①～③で 1 人当たり 2 種類行った(表 4)。仮想ペットはユーザの好みに合わせ犬と猫から選択できるようにした。また、仕草の意味は実験前に説明を行なった。

- 実験①: ウォーキング中の仮想ペットによるユーザ先導は行すが、仕草は行わない
- 実験②: 実験①に加え、基本仕草のみ視覚効果の提示を行う
- 実験③: 実験②に加え派生仕草を行う

グループ A は 1 回目に①、2 回目に③、グループ C は 1 種類目に③、2 種類目に①、グループ B は 1 種類目に②、2 種類目に③、グループ D は 1 種類目に③を行い 2 種類目に②を行った。

各グループの実験内容の振り分けを表 5 に示す。

表 4 実験で用いた機能の違い

	(1)先導	(2)基本仕草	(3)派生仕草
実験①	○		
実験②	○	○	
実験③	○	○	○

表 5 各実験内容の振り分け

	A	B	C	D
1 回目	①	②	③	③
2 回目	③	③	①	②

実験時間は、6 種類の派生仕草を平均してそれぞれ 2~3 回ずつ提示できるように 6 分間とした¹¹。

5.4. 事後アンケート

実験後に被験者にアンケートを 5 段階で行った(表 6, 7)。例えば、本システムに楽しさは感じられましたかという項目について、5 段階((1)とてもそう思う、(2)、そう思う、(3)どちらでもない、(4)そう思わない、(5)全くそう思わない)で評価を行い、各質問についてなぜそう感じたかといった理由を書いてもらった。β7 は記述式で行ない、さらに、アンケートの最後には本システムの使用体験や良かった点、改善点等を質問した。

グループ A と C、グループ B と D では、実験内容が異なるため、実験に関わる項目だけを取り出してアンケートを行った。1 回目の実験、2 回目の実験でのアンケート内容の違いは、統計処理の際に合わせた。また、実験中に計測したデータを用いて、ユーザが目標速度で歩くことができていた時間を計測した。

表 6 システムに関する評価項目

		①	②	③
α1	本システムに楽しさは感じられましたか	○	○	○
α2	仮想ペットの存在は視界に入りましたか	○	○	○
α3	仮想ペットの存在にリアリティさを感じましたか	○	○	○
α4	仮想ペットの仕草に気がきましたか		○	○
α5	仮想ペットの仕草の変化は気がきましたか			○
α6	仮想ペットの先導はわかりやすかったですか	○	○	○
α7	これからも本システムを利用したいと思いましたか	○	○	○
α8	本システムは長期的なモチベーションに繋がると思いますか	○	○	○
α9	本システムは短期的なモチベーションに繋がりましたか	○	○	○

¹¹ 評価時間は派生仕草の提示頻度を踏まえて設定した。派生仕草の提示は1分間に 3 回(20 秒ごと)行うため、少なくとも 17 回の提示機会をつくることできる。

表 7 ウォーキングに関する評価項目

		①	②	③
$\beta 1$	ウォーキングそのものは楽しかった ですか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
$\beta 2$	ウォーキング中に楽しさを 感じましたか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
$\beta 3$	ウォーキング中に環境の変化を 感じましたか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
$\beta 4$	ウォーキングに達成感がありましたか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
$\beta 5$	ウォーキングに運動の辛さを 感じましたか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
$\beta 6$	仮想ペットの仕草の変化は歩く 速度の指針になりましたか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
$\beta 7$	何分間のウォーキングだと 感じましたか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. 実験結果

以下に実験結果を示す。図 7~14 は各質問における結果の平均値と標準偏差である。なお、ユーザが選んだ仮想ペットは犬が 9 人 (45%)、猫が 11 人 (55%) であった。

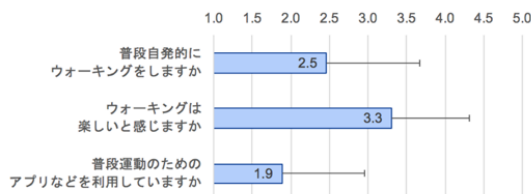


図 7 事前アンケート結果

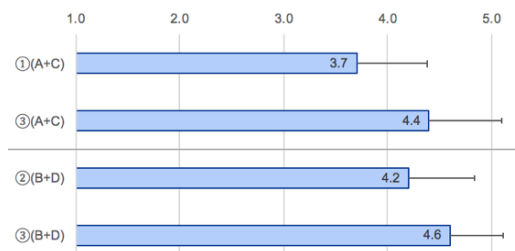


図 8 本システムに楽しさは感じられましたか

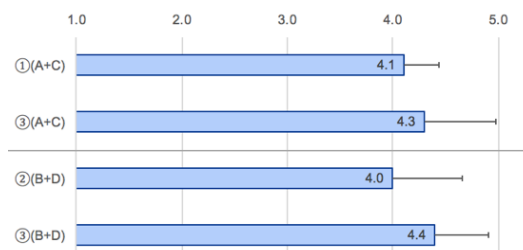


図 9 ウォーキング中に楽しさを感じましたか

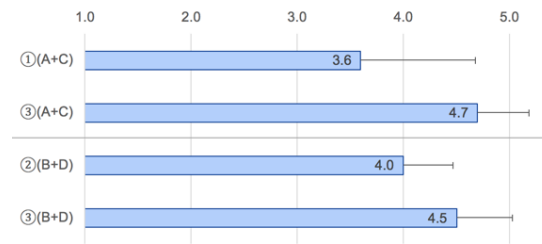


図 10 本システムは短期的なモチベーションに繋がりましたか

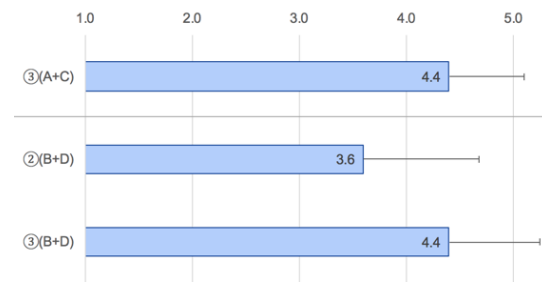


図 11 仮想ペットの仕草に気づきましたか

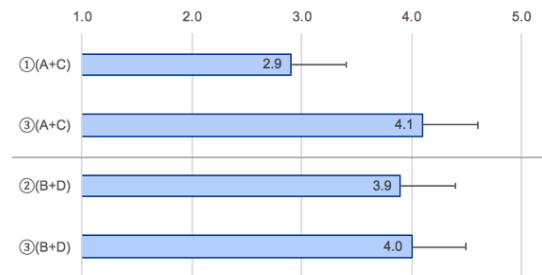


図 12 仮想ペットの存在にリアリティさを感じましたか

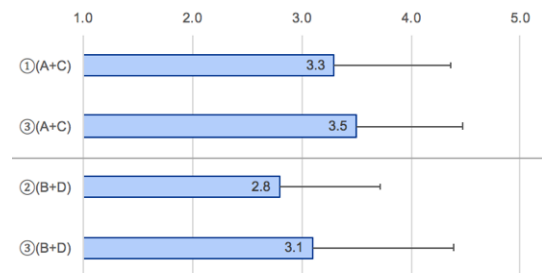


図 13 ウォーキング中に環境の変化を感じられましたか

7. 考察

以下では、楽しさ、モチベーション、目標速度の維持、仕草への気づき、仮想ペットのリアリティ、環境の変化の 6 項目に関する考察を示す。

7.1. 楽しさ

本システムの楽しさは図 8 より、グループ A, C で、実験①の平均が 3.7(標準偏差 0.7)、実験③の平均が 4.4(標準偏差 0.7)であった。対して、グループ B, D で、実験②の平均が 4.2(標準偏差 0.6)、実験③の平均が 4.6(標準偏差 0.5)であった。t 検定の結果、グループ A, C による実験①と③とグループ B, D による実験②と③の結果の間に有意差が見られた。

アンケートの自由記述欄からはグループ A, C の、実験①では「普通に歩くより、ペットと一緒に歩いている気持ちになって、ペット飼ったことないのでより楽しく歩けると思った」、実験③では「猫をスムーズに歩かせるために歩くのに夢中になれたから」という意見が得られた。グループ B, D の、実験②では「猫が自分の動きによって動くので、反応を見るのが面白かった」、実験③では「猫のアクションを試すようなウォーキングだったためゲームみたいだった」という意見が得られた。

以上より、グループ A, C の実験における有意差から、基本仕草が楽しさを感じさせる要因になっていたこと、グループ B, D の実験における有意差から、目標速度によって違う仕草を提示する派生仕草を行なった方が楽しさに影響することが分かった。これは自由記述からもその影響がうかがえる。

さらに、事前アンケートで行なった「ウォーキングは楽しいと感じますか」(図 7)という質問では平均が 3.3(標準偏差 1.0)であり、図 9 より「ウォーキング中に楽しさを感じましたか」という質問と比べた場合、グループ A, C の実験①では平均が 4.1(標準偏差 0.3)、実験③では平均が 4.3(標準偏差 0.7)、グループ B, D の実験②が 4.0(標準偏差 0.7)、実験③が 4.4(標準偏差 0.5)であった。ここで、t 検定の結果、グループ A, C による実験①と③の間、グループ B, D による実験②と③の間には有意差は確認できなかった。

事前アンケート結果と実験後のアンケートの比較から、ウォーキング中の楽しさについて評価の平均値が上昇したことより、システムを利用した方が楽しいと感じることができたことが分かったが、実験間の有意差がなかったことから、ウォーキング中の楽しさは仮想ペットの存在自体が大きく個別の仕草は小さいと考えられる。アンケートの中には「猫がかわいかったです」という意見もあった。さらに、グループ A, C に行なった実験①では「1人じゃなくて犬もいるから寂しくなかった」、実験③では「猫を追いかけると、ゲーム感覚で楽しかったため」といった意見があげられていた。

以上より、本システムは、「楽しい」と感じることでできる環境を作り出すことができたと考えられる。

7.2. モチベーション

短期的なモチベーションについては、図 10 より、グループ A, C の実験①の平均が 3.6(標準偏差 1.1)、実験③の平均が 4.7(標準偏差 0.5)、グループ B, D の実験②の平均が 4.0(標準偏差 0.5)、実験③の平均が 4.5(標準偏差 0.5)であった。t 検定の結果、グループ A, C の実験①と③とグループ B, D の実験②と③の結果の間に有意差が見られた。

実験③のアンケートの自由記述欄から、「キャラクターがアクションを起こしながら誘導してくれるので一回目(実験①)よりモチベーションが上がったように感じる」「現実と仮想が混ざった空間で、リアルな動物が行動していたので新鮮だったし、追いかけて歩くのが楽しいと感じた」という意見が得られた。

長期的なモチベーションについては、グループ A, C で、実験①の平均が 3.0(標準偏差 1.2)、実験③の平均が 3.7(標準偏差 0.9)、グループ B, D で、実験②の平均が 4.1(標準偏差 0.3)、実験③の平均が 4.6(標準偏差 0.5)であった。t 検定の結果、グループ A, C で行なった実験①と③とグループ B, D で行なった実験②と③の間に有意差が見られた。

以上より、先行研究[5]と同様に、本システムは短期的、さらに長期的なモチベーションの向上の影響を与えることが分かった。

7.3. 目標速度の維持

運動に適した目標速度で歩くことができた時間は、実験③が最も長い時間目標速度で歩くことができた。最長で実験時間のうち 56%(201.6 秒)目標速度で歩くことのできるユーザも存在した。

グループ A, C による実験①と③の計測結果で t 検定を行なったところ、有意差はなく、グループ B, D による実験②と③の計測結果では、有意差を認められた実験②と③の有意差から、仮想ペットの派生仕草は目標速度で歩かせるために有効であり、仕草だけでも運動中のユーザの運動の制御が可能であると考えられる。また、実験①と③で、有意差が出なかったのは、実験①の方がより長い時間目標速度で歩くことのできるユーザが存在するためである。これは、グループ C のユーザであり、実験③を終えた後に実験①を行なったことで、事前に目標速度の速さを体感していたためと考えられる。

実験後の感想から今回のシステムでは、目標速度が少し速いと感じるユーザが多かったこと、目標速度よりもかなり遅く歩いている時に仮想止まる仕草と歩く仕草が交互に提示されるような状態になった際に、スピードを上げさせるような仕草が提示できなかったことが原因と考えられる。

7.4. 仕草への気づき

仮想ペットの仕草に気付いたかという点では図 11 より、グループ A, C では、実験③の平均が 4.4(標準偏差 0.7)であるのに対し、グループ B, D では、実験②の平均が 3.6(標準偏差 1.1)、実験③の平均が 4.4(標準偏差 0.8)であった。また、グループ B, D の実験について t 検定を行なったところ、有意差が認められた。これより、基本仕草に派生仕草が加わると仕草への意識が増すことが分かった。

アンケートの自由記述欄からはグループ A, C の実験③では「自分に合わせて歩いてくれている気がしました」、グループ B, D の実験②では「歩いているだけだったので、自然と目に入った」、実験③では「しぐさをする時にこちら側を向いてくれたので、ただ歩いている時と区別できて分かりやすかった」という意見が得られた。

以上より、ほとんどのユーザは仕草に気づいており、基本仕草に派生仕草が加わると、仕草に意識を向ける点でさらに影響があったことが分かった。

7.5. 仮想ペットのリアリティ

仮想ペットにリアリティを感じたかという点では、図 12 より、グループ A, C では、実験①の平均が 2.9(標準偏差 1.2)、実験③の平均が 4.1(標準偏差 1.0)であるのに対して、グループ B, D では、実験②の平均が 3.9(標準偏差 0.7)、実験③の平均が 4.0(標準偏差 0.9)であった。グループ A, C における実験①, ③の間で t 検定の結果、有意差が認められたが、グループ B, D における実験②, ③では、有意差が認められなかった。以上より、仮想ペットの仕草のあるなしがリアリティに影響するが、6 種類仕草を増やしても有意な差を得るまでに至らなかったことがわかる。

7.6. 環境の変化への影響

図 13 より、グループ A, C とグループ B, D のどちらも本システムを用いた実験③のほうが平均値が高い結果となったが、他の実験との t 検定による有意差はなかった。

一方でアンケートの自由記述欄からは、「犬から目を離さずに歩いていたら、気がついたらさっきとは違う場所を歩いているという感じでした」「歩いているうちに少しずつ疲れたりはしましたが、同じ動作を繰り返して行ったので、環境の変化はあまり感じませんでした」「歩いている際に仮想ペットが褒めてくれたとき、適切な早さで歩くことができていることに気づき、自分の歩く速度に変化を感じることができたからです」という意見が得られた。

これらから、実験を通して、ユーザは仮想ペットをよく見ていることがわかったが、仮想ペットの存在、先導、基本仕草、派生仕草だけは運動している環境に変化を与えたと、ユーザが感じるまでにはならなかったことが分かる。しかし、7.3 節より基本仕草や派生仕草は、ユーザ自身で歩く速度を変化させることができることから、ユーザの運動そのものには影響を与えることができ、運動の支援をする環境の基礎を作ることができる可能性があると考えられる。

8. まとめと展望

本研究では、運動する環境が変化しにくく飽きやすい問題に対し、その解決手段として仮想のペットがウォーキング実施者の前を歩き、仕草といった視覚効果を与える機能を持つシステムの概要を述べ、楽しさ、モチベーション、目標速度の維持、仕草への気づき、仮想ペットのリアリティ、環境の変化などに関する実験を行い、その結果について議論した。

実験の結果、本システムは環境の変化をユーザに感じさせるまでには至らなかったが、ウォーキング中に楽しさを感じさせる環境の提供とモチベーションの向上に貢献することができた。また、目標速度で歩くという点においてはユーザの歩行速度を仕草でフィードバックすることが有効であることが分かり、仕

草により運動中に行っているユーザの運動そのものに対する制御の可能性が示せた。

今後の課題としては、実験結果より、環境の変化と派生仕草の提示に改善の余地があることがわかった。前者については MR を用いているため、壁等に重畳表現を用い、仮想ペットだけではなく、風景そのものを変えてしまうことで環境の変化を作ることが考えられる。後者については、目標速度よりもかなり遅く歩いている時に止まる仕草と歩く仕草が交互に提示されるような状態になった際、スピードを上げさせるような仕草が提示できなかったため、目標速度とそれ以下の速度についての条件を見直す必要がある。

9. 参考文献

- [1] 伊藤淳子, 桑野優基, 宗森純: フォトウォークと SNS の利用による運動継続支援システムの提案と適用, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.1, pp. 294-304 (2016).
- [2] 厚生労働省健康局健康課栄養指導室: 統計資料紹介 平成 29 年 国民健康・栄養調査結果の概要, Vol.66, No.1, 54-59 (2019)
- [3] 宮地元彦 (監修): わたしたちは健康家族! 健康日本 2 1 (第二次), pp.18-19, 健康・体力づくり事業財団 (2013)
- [4] Becofsky, K. aMasteller, B. bCawley, E. bMudway, R., et al. A. Preliminary findings from a stealth physical activity intervention targeting inactive dog owners. American College of Sports Medicine. Minneapolis, MN.2018.
- [5] 松下卓矢, 濱川礼: ~CyclePet~ プロジェクト型 AR を利用したサイクリング促進システム, 23rd Workshop on Interactive Systems and Software WISS (2015)
- [6] 桑野優基, 伊藤淳子, 宗森純: 位置情報と心拍数を利用した運動継続支援システムの開発: 情報処理学会論文誌 コンシューマ・デバイス&システム, Vol.3, No.1, pp.1-9 (2013)
- [7] 北村愛実: Unity の教科書 Unity2019 完全対応版 2D&3D スマートフォンゲーム入門講座, SB クリエイティブ (2019)
- [8] 日本マイクロソフト株式会社 高橋忍: Windows Mixed Reality アプリ開発入門 Unity で作る VR&HoloLens アプリケーション, 日経 BP (2018)
- [9] 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
- [10] 森島繁生: 特集 アンドロイドやエージェントに感じる人の存在感 CG キャラクタの存在感, 日本バーチャルリアリティ学会誌, Vol.14, No.1, pp.23-28 (2009)