

実スケール身体動作がバーチャルペットセラピーに与える影響

Effects of Direct Body Motion on Virtual Pet Assisted Activity

精密工学専攻 40号 深田潤

Jun Fukada

1. はじめに

本研究は、精神疾患予防のため、アニマル・セラピーに基づく知見によってバーチャルペットによるセラピーを行うための要件を明らかにしようとするものである。

近年、精神疾患による経済的損失は GDP の 4 %以上といわれ⁽¹⁾、精神疾患対策の需要が高まっている。精神疾患の治療は長期間かかり患者本人の生産性も低下するため、コスト削減には常日頃からの予防が求められる。精神的な健康の回復手段の一つに、動物とのふれあいにより癒しを得るアニマル・セラピーがある。アニマル・セラピーには、医療従事者と共に行う AAT (Animal Assisted Therapy) とペットと人々の表面的なふれあい活動である AAA (Animal Assisted Activity) があり、どちらも心理的・生理的・社会的利点が認められている⁽²⁾。しかし、アニマル・セラピーは生物が関わるため、育成・維持コストや命に対する責任、アレルギーなどの問題がある。

アニマル・セラピーにおける動物の代わりに、ペットロボットやバーチャルペットと呼ばれるペット代替を用いるロボット・セラピーが研究されている。ペットロボットは数多く研究がなされており、認知症の改善・予防に効果があるとしてアメリカ医薬品局に認可されたパロ⁽³⁾がよく知られている。ペットロボットは、物体として実空間に存在するため物理的な接触が可能であるが、見た目や動作の自由度が低くペット代替として行うインタラクションとしては限定的である。一方、バーチャルペットは一般的にゲームや携帯アプリとして実装されたものであり、見た目や動作の自由度が高い。しかし、バーチャルペットは物理的な接触ができずにボタンや画面を用いた入力が主流であるため、ペットロボットに比べ現実感が希薄になりやすい課題がある。

以上より本研究では、精神疾患を予防するための日々の癒しにロボット・セラピーを用いることを考える。しかし、これまでのロボット・セラピーに関する知見は被験者が基本的には認知症の老人や発達障がい児であり実験条件が偏っているといえる。そのため、精神疾患予防の要件をアニマル・セラピーから既存ロボット・セラピーと照らし合わせて求めることを考える。

アニマル・セラピーにおいて心理的利点とは、自身を否定しない存在がいることによる不安の軽減や共通目標の達成感、それらによる気力の向上などである。次に生理的利点とは、行動する動機ができることによる活動の増加や血圧やコレステロール値の低下などである。そして社会的利点とは、他者とのコミュニケーションにおける触媒効果である。また、これらの利点は相互に作用しあいセラピー効果を高めるため、全ての利点を活用できる環境が推奨される。そのことから、動作に制約のあるペットロボットでは生理的利点の直接的な獲得は難しいとわかる。よって、生理的利点の獲得を容易にするためには、動作自由度の高く人の身体動作を誘導で

きるインタラクションが可能なバーチャルペットが適していると考えられる。

また、物理的接触は人と動物の関係構築を助ける効果と直接的な癒し効果がある。しかしそれが全てではなく、運動を伴った共通目標達成の過程や一緒に遊ぶなどの多くの要素によって成り立っている。ロボット・セラピーにおいても、物理的接触は使用者の記憶の想起や関係構築を容易にする重要なファクターであるが、ペットロボットの場合は認知症患者や発達障がい者のように脳の障がいによって接触行為そのものに意味の大きい患者における知見と限定的であり、ストレス対策における絶対的な有用性は確かではない。

一方、バーチャルペットを用いて使用者に運動する動機を与える研究⁽⁴⁾がある。これは癒しを目的とした研究ではないが、使用者の身体動作にバーチャルペットが連動して変化し、使用者にバーチャルペットへの愛着を持たせ運動を自発的に行わせるものであり、心理・生理的利点を共に満たしているといえる。実験結果からも、使用者の運動量・バーチャルペットへの愛着共に良い結果が得られており、物理的接触がなくともロボット・セラピーの効果は期待できることがわかる。しかし、この既存研究においてバーチャルペットとのインタラクションの身体動作のスケールは現実と一致しておらず、出力インタフェースも一般的な 2 次元ディスプレイであり使用者はペットとの間に壁を感じ、現実感の課題がある。

現実感の向上はバーチャルペットをより身近に感じさせ、親密感の向上に繋がり関係構築を容易にし、セラピー効果の向上を期待できる。そのため、本研究では、実スケールのインタラクションを行うためのインタフェースは VR (Virtual Reality) によって実現する。そして、実スケールの身体動作をバーチャルペットとのインタラクションに適用することにより、生理的利点の獲得を容易にしてセラピー効果の向上を目指す。

ロボット・セラピーの効果は長期的な実施によって得られるため、人とペット代替の親密な関係性の維持が重要となる。一方、短期的には人がペット代替に対して興味を持ち、可愛さや楽しさを感じることで親密な関係性を構築させることが重要である。アニマル・セラピーにおいては、人と動物が運動によって親密さを感じることはわかっているが、その要因が身体動作量そのものによるのか、身体動作量を変化させるペット代替の行動が要因なのか未解明である。そのため本研究では、人の身体動作量を変化させて比較検証を行い、実スケールの身体動作がバーチャルペットとインタラクションの印象に与える影響を調査する。

2 章ではバーチャルペット本体の要件と設計について述べる。3 章では実スケールインタラクションの要件と構成について述べる。4 章では提案システムによる人の身体動作量を変化させた検証実験を行い、5 章でまとめと今後の課題について述べる。

2. バーチャルペット

アニマル・ロボットの両セラピーにおいて、動物ないし代替物とのインタラクションで環境を限定しない癒し効果を得る統一的手法は未解明である。そこで本研究では、アニマル・セラピーの知見からバーチャルペットのモデルや環境、インタラクションを具体化していく。アニマル・セラピーにおいて、人が動物と通じ合っていると思えることが重要とされている。しかし実際に通じ合っている必要はなく、人側がそう感じとられればよい。よって、バーチャルペットから心を感じさせ、使用者に親しみや興味をもたせ、飽きさせないことが必要となる。しかし心を感じ飽きさせないものとしても、使用者に親しみや興味を持たすことができなければ関係の構築はできない。そのため、親しみや興味を使用者に持たせることを第一として設計する。

2.1 バーチャルペットとVR空間の設計

バーチャルペットとその存在するVR空間には、ゲーム開発エンジンであるUnityを使用する。また、バーチャルペットのCGモデルと基本的なモーションは、Unity用の部品であるアセットを利用する。使用者が存在する屋内の狭い空間を想定すると、大型の動物では運動を伴った実スケールのインタラクションは適さない。そのため、バーチャルペットのモデルには犬（ダックスフンド）を採用する。使用するモデルをFig. 1に示す。犬は、古くから人のパートナーとして独自の進化⁶⁾をしている身近な動物であり、知見が多く人がイメージをしやすくふれあいやすい。特に、ダックスフンドは人懐こさが強いといわれ、親しみやすい特徴がある。



Fig. 1 Appearance of the virtual pet

次にVR空間は、日々のストレス解消のために非日常的な開放感のある空間を目指す。作成した空間をFig. 2に示す。

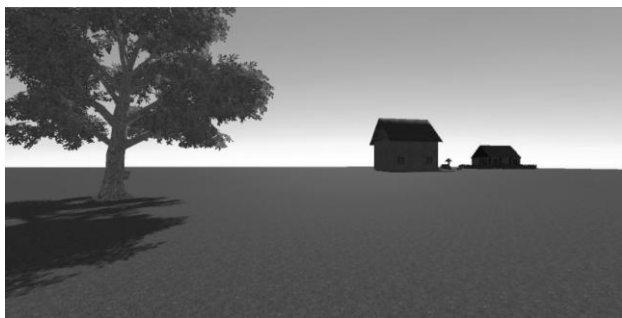


Fig. 2 View of the VR space

使用者が日常的には住宅街に住んでいると仮定し、VR空間の基礎は普段目にしない広々とした草原と青空とする。しかし、ただ草原が広がっているだけでは現実的でなく遠近感も狂うため、目立たず緊張感を与えないオブジェクトを配置する。まず、遠近感を出すため5本の木を別々の方向に使用者の移動可能範囲から0.5 mずつ距離ずらして配置する。配置

した木では方角がわかりにくいいため、牧場をイメージさせる古い建築物を遠方に配置する。遠方に配置するのは、背景のように見せ、バーチャルペットとのインタラクションに関係ないと使用者に認識させるためである。

2.2 バーチャルペットの行動設計

動物の姿をして動作をすれば人が親しみを覚えるわけではない。モデルとした動物のイメージを壊さないように振る舞う必要がある。

まず、使用者からのアクションがない場合に棒立ちのまま待機すると違和感となるため、自律的に行動する仕組みが必要であると考え。そこで、人とロボットが同じ空間に共生するパートナーとして、犬の愛着行動をロボットの行動モデルとして研究されているEtho-Engine⁶⁾をバーチャルペットの行動モデルのベースとする。Etho-Engineでは、使用者に呼ばれておらず探索欲求が高い場合、ロボットは空間内の探索行動を行う。探索行動に際し、犬は匂いで情報を得ることから、探索行動を一定時間行うごとに床の匂いを嗅ぐような動作を新たに設定する。そして、飼主である使用者の側でバーチャルペットがのんびり動くように見せるため、歩行速度は人の一般的な歩行速度の半分である2 km/hとし、走行速度も速すぎないように人の一般歩行速度4 km/hとした。また、バーチャルペットが使用者に呼ばれて接近する際には、使用者の顔を常に見ることでバーチャルペット側からの興味を示すようにする動作させることとした。

2.3 インタラクションの設計

本研究のバーチャルペットと使用者との関係構築の要件は、人が持つ犬のイメージを守るよう行動し、人に親しみを持たせ、バーチャルペットから使用者に働きかけることである。そのためのインタラクションを以下のように定義する。

- ① シャガむと寄ってくる
- ② なで続けると横たわる
- ③ ボール遊び

まず、①はバーチャルペットと遊ぶためにバーチャルペットを呼ぶ行為である。次に②は、リラックスしていて懐いているように見せるための行為である。最後に③は、バーチャルペットから人への働きかけを有する双方向的なインタラクションである。

上記のインタラクションでも身体動作は含まれるものの、直接的な生理的利点を能動的に獲得するための補助になるはいえない。そのため、運動を伴い、かつ親密さを増すことができる共同作業の達成を含むインタラクションが有用であると考え。

犬と行う運動を伴った共同作業としてイメージするのは、障害物走である。障害物走を行うためには部屋の広さが必要となるが、日本家屋での使用を想定しているため省スペースで実施可能であることが望まれる。これより、使用者は走るのではなく、高低差のある障害物を越えるためにバーチャルペットを誘導することにより運動の機会を得ることとした。障害物は、ハードルと小山の二種類とし、バーチャルペットの誘導は使用者の手の動きで行う。またバーチャルペットがハードルを飛び越えるためのジャンプの高さは、ジェスチャーで指示することをモチーフにし、手の上下運動量で変化させる。

3. 実スケールインタラクション

実スケールのインタラクション要件は以下の通りである。

- 入力 (身体動作)
 - ◆使用者の位置・姿勢が VR 空間と実空間で一致すること
 - ◆センシングによって使用者の動作を制限しないこと
- 出力 (映像提示)
 - ◆VR 空間と実空間のスケールが一致すること
 - ◆立体的に見えること
 - ◆VR 空間と実空間の視覚的境界を排除すること

直接的な身体動作を入力に用いても、使用者がバーチャルペットを同じ空間にいるように感じさせなければ楽しさや親しみが半減すると考えられる。また、自己位置決定には頭部が必要であり、人は通常手で物に触れコミュニケーションをとるために両手も必要だが、脚をコミュニケーションに使う場面は多くない。これらのことから実スケールのインタラクションを可能にするには頭と両手で十分である。必要となる使用者の位置姿勢計測と映像提示には、HMD (Head Mounted Display) HTC Vive を用いる。Vive にはコントローラがあり、このコントローラには振動機能がある。手に振動を与えることで、疑似触覚による現実感の向上が期待できる。振動は手がバーチャルペットをなでる時のみ用いる。HMD と VR 空間やバーチャルペットのスケール合わせにより本システムは構成される。

4. 実験

本実験では、提案したバーチャルペットシステムで、2.3 節で提案した障害物の高低を 2 種類用意し、身体動作量がバーチャルペットとそのインタラクションの印象に影響を与えるかの比較検証を行う。

4.1 実験設定

本実験では、被験者は障害物の配置されたコースを一周する。研究室内の 3 m × 3 m の空間を被験者の移動可能範囲に設定する。障害物の配置は Fig. 3 に示す。障害物は移動可能範囲の外枠から 30 %越えるよう線対称に橋を計 2 つ設置し、ハードルは橋から橋へ移動する間に 2 つ設置する。なお、障害物とバーチャルペットが移動可能範囲を越えても、被験者が越えなければ問題とならない。

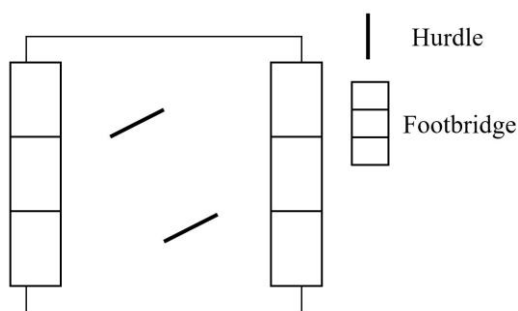


Fig. 3 Placement of obstacles

被験者は 10 名 (20 代男性) で行った。被験者は半数ずつの 2 グループに分かれ、それぞれ障害物の高さが違う環境を用いる。障害物の高さが高いグループを Group A、低いグループを Group B とする。各グループの障害物の高さを Table 1 に示す。被験者は実験の説明を受けた後、それぞれの条件において事前に練習を行う。実験の説明では、ノルマ達成とい

う作業感を被験者に与えないため、「アスレチックの楽しさとシステムの動作確認を行う」と伝える。また、練習の段階で VR のバーチャルペットに慣れさせるために、本番で行うコースを一周する前に被験者はボール遊びとバーチャルペットをなでるインタラクションを行う。

評価方法には主観評価として、Table 2 に示す 5 段階評価のアンケートを本番終了時に行い、Watson らの提案するポジティブ感情 (PA : Positive Affect) とネガティブ感情 (NA : Negative Affect) の二因子分析である PANAS⁽⁷⁾を実験開始前、練習後、本番後の 3 回行う。また、客観評価は被験者の頭および両手の動作を測定し、主観評価との相関をみる。

Table 1 Height of the obstacles

Obstacles	Group A	Group B
Hurdle [m]	0.40	0.30
Footbridge [m]	0.65	0.45

Table 2 Questionnaire

Number	Question
1	Did you feel emotions from a dog?
2	Did you feel the dog was cute?
3	Did you feel the dog was smart?
4	Did you get along with a dog?
5	Did you feel like being with a dog?
6	How was the perspective feeling correct?
7	Did you have any discomfort in brightness or color?
8	How was your satisfaction with completing the course?
9	Did the dog move as you intended?
10	How much did you enjoy moving in the virtual world?

4.2 実験結果と考察

はじめに、使用者の身体動作量を評価する。バーチャルペットと使用者それぞれの身体動作量の平均を Fig. 4 に示す。バーチャルペットの身体動作量は空間内の移動量である。また使用者の身体動作量は、使用者の頭部移動量と頭部から両手それぞれの相対移動量の和に、重心動揺軌跡長の差を求めたものとする。ここで、重心動揺軌跡長は健常者の値とされる 10.5 mm/sec とする⁽⁸⁾。使用者がバーチャルペットにジャンプ指示を出した回数の平均が Group A では 5.2 回、Group B では 5.8 回であった。Fig. 4 において有意差はなかったが、Group A 側が 15 m 以上身体動作量が多く、かつ犬のジャンプ回数も Group A 側が少なかった。このことから、Group A の方が難易度が高いためやり直しが多くなり身体動作量が多くなったのではなく、障害物の高さによって使用者の身体動作量が制御できていることがわかる。

つぎに、PANAS の結果について考察する。PANAS の結果を Fig. 5 に示す。実験前は PA・NA とともに 30 以下であるが、標準的な PANAS は 35 が中心であり実験前の値はそれより低い。この数値は、元気で不調でもなく意志力の弱い無気力気味といえ、健康的とはいえず潜在的な精神疾患患者の疑いがある値といえる。本番終了後は両グループとも PA が上昇し、NA に上昇はなく、PA - NA 間で有意差があるため、幸福感が得られていることがわかる。これより、本システムは健常者ないし潜在的な精神疾患患者に短期的なセラピー効果

を發揮していることが確認できる。また練習を行った段階で、両グループとも NA に比べ PA が多く上昇しており、Group A では練習後の PA が練習前 PA および練習後 NA の 2 ヶ所で有意差がみられる。このことから、身体動作量が多い方がセラピー効果を高める可能性が示された。

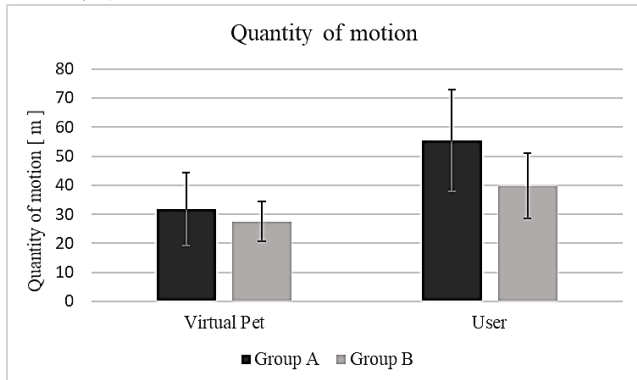


Fig. 4 Quantity of motion

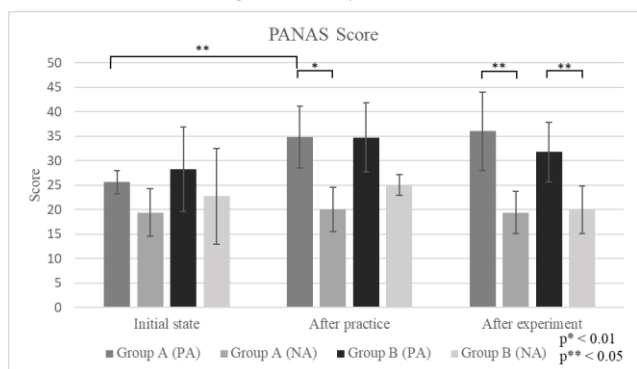


Fig. 5 PANAS Score

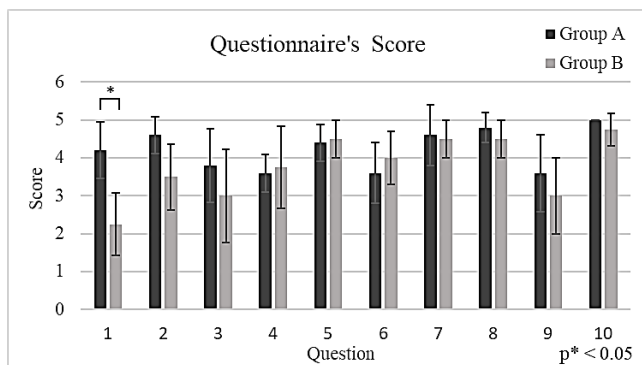


Fig. 6 Questionnaire's Score

最後に、アンケート結果を Fig. 6 に示す。質問は 1 から 4 がバーチャルペットへの印象、5 から 7 が現実感、8 から 10 がインタラクションへの印象を目的とした内容となっている。現実感を除き、バーチャルペットとインタラクションへの印象共に Group A で高い傾向があり、身体動作量の増加が好印象化の要因になると考えられる。特に、全体的な傾向および質問 1 にみられる有意差から、インタラクションに対するよりもバーチャルペットに対する印象への影響が多いことがわかる。このことから、コースの楽しさ以外の要素が身体動作量増加によって起こり、犬への印象を変えていると考えられる。このことと Fig. 4 の結果から、難易度が高いことによる達成感ではなく、バーチャルペットと一緒に運動して達成したことがそれぞれの印象に影響を与えていると考え

られる。つまり、心理・生理的利点の相互作用による癒し効果の向上が予期される。

5. おわりに

本研究では、精神疾患予防のために運動を促進するバーチャルペットを用いたセラピーシステムを提案し、設計したインタラクションによって使用者の身体動作量を制御し、身体動作量がバーチャルペットとインタラクションへの印象に影響を与えるかの評価を行った。実験より、障害物の高さにより使用者の身体動作量を制御し、短期的な幸福感を与えることが確認された。また身体動作量の大小によって、インタラクションよりもバーチャルペットそのものの印象への影響が強く心理・生理的利点の相互作用が予想される。

今後の課題として、アニマル・セラピーにおける社会的利点を考慮した、バーチャルペットを通じた使用者と他者のコミュニケーションの潤滑化がある。また短期的には確認されたセラピー効果が、実際にどれだけ活力を与えたかを調査し、長期的に継続するための関係維持手法も課題にあげられる。

参考文献

- (1) “OECD による分析と提言 OECD 日本政府代表部 Making Mental Health Count プレスリリース (日本語)”, (参照 2016-02-06), <http://www.oecd.emb-japan.go.jp/pdf/Making%20Mental%20Health%20Count%20Press%20Release.pdf>
- (2) 横山章光, アニマル・セラピーとは何か, 日本放送出版協会, 1996.
- (3) Takanori Shibata, “Therapeutic Seal Robot as Biofeedback Medical Device : Qualitative and Quantitative Evaluations of Robot Therapy in Dementia Care”, Proceedings of the IEEE, Volume 100, Issue 8, (2012) pp. 2527 - 2538.
- (4) Kyle Johnsen, Sun Joo Ahn and James Moore, “Mixed Reality Virtual Pets to Reduce Childhood Obesity”, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Volume 20, Issue 4 (2014) pp. 523 - 530.
- (5) Brian Hare, Michael Tomasello, “Human-like social skills in dogs?”, Trends Cogn Sci, Volume 9, Issue 9, (2005) pp. 439 - 444.
- (6) Soh Takahashi, Gacsi Marta, Peter Korondi, Hideki Hashimoto, Mihoko Niitsuma, “Leading a Person Using Ethologically Inspired Autonomous Robot Behavior”, 10th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (2015) pp. 87 - 88.
- (7) Watson D, Clark LA, Tellegen A, “Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales.”, Journal of Personality and Social Psychology, 54 (1988) pp. 1063 - 1070.
- (8) 浅井正嗣, 大橋直樹, 渡辺行雄, 小林英人, 中川肇, 将積日出夫, 水越鉄理, “ルーチン検査としての重心動揺検査の診断的意義について”, Equilibrium Research, Volume 43, Issue 2, (1984) pp. 276 - 280.