

オーナーの行動ログデータに基づく コンパニオンロボットへの愛着度の客観的評価指標の検討

A Study of Objective Evaluation Indicator for the Degree of Attachment to Companion Robots Based on Owner's Behavior Log Data

高田恵美¹ 市野順子² 林要¹

Megumi Takada¹, Junko Ichino², and Kaname Hayashi¹

¹GROOVE X 株式会社

¹GROOVE X, Inc.

²東京都市大学 メディア情報学部

² Faculty of Informatics, Tokyo City University

Abstract: 家族の一員となるコンパニオンアニマルは飼育環境の制限があるため、代替としてのコンパニオンロボットへの期待が高まっている。オーナーから愛されるコンパニオンロボットの開発には、オーナーの抱く愛着度を知ることが重要となる。しかし、アンケート調査などの従来の評価方法は主観的評価のみに基づいている。本論文では、客観性が高くかつ低コストに収集できるオーナーの行動ログデータに着目し、オーナーの行動ログデータのオーナーの愛着度の評価指標としての利用可能性を検討する。コンパニオンロボット LOVOT のオーナー286 名から収集したアンケートによる主観評価とオーナーの行動ログデータを分析した。コンパニオンロボットへの愛着度が高いオーナーは、だっこをする、名前を呼ぶといったふれあい行動の習慣性が高いことから、客観的指標として行動が利用できる可能性を示した。

1. はじめに

犬や猫に代表される CA¹ (companion animal, CA) の存在は、人間の暮らしに心身の豊かさをもたらす。実際に、CA のオーナーの血圧[1][2]や不安感情[3][4]が軽減されるなどの効果が示されている。それゆえ、CA は長期間飼われることが多い。また、飼う期間が長いほどオーナーの CA に対する愛着度が高くなり、特に 5 年以上になるとその傾向が顕著になる[14][15]。しかし、都市部で CA を飼いにくく[5]、日本を例に挙げると、生き物の世話に対する不安や集合住宅の飼育制限によって、CA を飼いたくても飼えない人が 65%に上る[6]。

このような社会背景から、CA と同じように、人間とともに暮らす CR (companion robot, CR) が注目されている。現在製品として販売されているものには、例えば、アザラシ型の Paro[7]、犬型の JfA[8]や AIBO[9]、猫型の JfA[8]、恐竜型 Pleo[10]といった特

定の生き物をモデルにしてデザインされたものもあれば、あえて特定の生き物に見えないようにデザインされたもの (LOVOT[11]) もある。CR は、CA で必要な餌やりや排泄物の片付けなどの世話を行う必要がない点や、部屋の広さや騒音といった住環境の制約が少ない点から飼いやすい。しかし、CR が長期間飼い続けられるケース[12]は多くなく、短期間で飽きられてしまうことが課題となっている[13]。CR 開発者は、オーナーが CA に対して行う、なでる・だっこをする・名前を呼ぶといったコミュニケーション行動を引き出す機能をもたせる等の工夫により、オーナーから飽きられない CR を開発することを目指しているが、課題解決は容易でない現状がある。

オーナーから長期間愛着を抱かれる CR を開発するためには、まず、CR に対してオーナーがどの程度愛着を抱いているかを理解することが重要となる。CR に対するオーナーの満足度を向上させる条件を調査するために、CR の感触や動作が人に与える印象比較[16][17]や、CR への印象変遷調査[18]等が行われてきた。従来手法は、オーナーに対してアンケートやインタビューによる調査であったため、オーナーの印象という主観的指標のみに基づいているものが

¹ 従来の所有物扱いの呼称である「ペット (愛玩動物)」に対して、より密接な関係を人間と持っている動物という意味で使われる。

ほとんどである。このような調査方法は比較的实施が容易であることが長所であるが、客観性が担保されていない。行動指標や生理指標といった客観的指標による調査が検討されることが望ましいが、手法によってはコストが増大する。

そこで、本論文では、客観性が高く、かつ、低コストで収集可能な、CRの行動ログデータに注目し、CRの行動ログデータをオーナーの愛着度の評価指標としての利用可能性を検討する。以降で、2章で関連研究から問題点を導出し、本研究のアプローチを示す。3章でCRの行動ログデータと愛着度の関連性の仮説を述べ、4章で実験に用いた我々が開発したCRであるLOVOTを説明し、5章でCRの行動ログデータと主観評価データの収集方法を述べる。6章に結果を示し、7章で議論、8章でまとめる。

2. 従来研究と問題点

2.1 コンパニオンロボットにおける評価

アンケート評価は比較的实施が容易であるため、CR開発で用いられることが多い。Chatchalitaら[16]は人がCRに抱きしめられたときに、CR表面のあたたかさと柔らかさによる安全性や快適さの向上を示した。彼らの行った比較テストでは、CR表面のあたたかさと柔らかさの異なる組み合わせ3条件それぞれで、CRからの抱きしめに被験者が抱いた印象をアンケートで評価した。また、Alexisら[17]は、対人パーソナルスペースと同じようにCRが友好的な態度を取る方がCRに対するパーソナルスペースが狭くなることを示した。彼らの実験では、態度の異なる2種類のCRを用いて、5種類の距離にいるCRに抱く印象を被験者がアンケートで回答した。以上のように、CR開発においてアンケート評価を用いることで人から好意的な印象を得ることができるCRの感触や態度の条件が比較検討されてきた。

また、CR開発では、アンケート評価による多数の被験者を対象とした調査が行われている。De Graafeら[18]はCRに対する理解度を5段階に分け、各段階に達する使用日数を示し、CRに対する人の印象変遷を調査した。彼らの調査では、被験者102人にCRを配布し、CRの使用日数が理解度の各段階に至る毎に、印象評価アンケートを実施した。CRへの理解度が低い段階ではCRへの印象が良くないが、CRへの理解度が高い段階ではCRへの印象が良くなる傾向が見られた。ただし、CRへの理解度の5段階に対応する使用日数時点のアンケート調査結果のみであるため、CRへの理解度の各段階中のCRへの印象変動がわからない。対策としてアンケート実施間隔の短縮が挙げられるが、被験者への負担が高いため、現

実的な方法ではない。

2.2 愛着度の主観評価

CRやCAに対して抱くオーナーの愛着程度の主観評価方法として、インタビューやアンケートがある。これまで愛着度の評価はCAのオーナーに対して実施された事例が多い。

Smith[20]らは、オーナーへのインタビューからオーナーが自身の飼い犬に対して愛着を抱いているかどうかを判断し、飼い犬の行動とオーナーの抱く愛着の程度との関係の分析を行った。インタビューはオーナーに合わせて柔軟に質問変更が可能であるため、実験者は愛着を抱く要因をオーナー毎に確認できる。しかし、インタビューは時間がかかるため、調査規模を広げることが困難である。また、インタビューは定性的であるため、オーナーの愛着を定量的に評価することも難しい。

また、アンケート評価では定量的にオーナーの抱く愛着を評価することができる。Pimら[14]とSuら[15]は、それぞれ被験者1,023名と546名を対象に愛着を測るアンケートに加え、オーナーとCAの関係性に関するアンケートを行った。愛着の高いオーナーの特徴には、5年以上飼っている、寝室でCAを寝かせる、オーナーがCAとふれあうコミュニケーションを取る、があることを定量的に示した。

しかし、アンケートでは回答者毎の判断基準が異なる。そのため、アンケートによる主観評価から統計的に信頼性を持つ結果を得るには、数百人から数千単位の人を集める必要がある。

2.3 愛着度の客観評価

客観性のある愛着評価として、生理指標や行動観察が検討されている。

Nagasawaら[19]は、愛情や信頼関係を表すホルモンであるオキシトシンの計測と実験時の行動からオーナーも飼い犬も長く目合わせすることがオキシトシン増加をもたらすことを示した。生理指標は被験者の感情が表れる心理変化を客観的な数値として測ることができる。ただし、生理指標の計測には唾液や尿などを分析する専用の装置が必要なため、計測コストが高い。

また、Smith[20]は、飼い犬への愛着の強いオーナーと愛着の弱いオーナーの行動観察から、愛着の高いオーナーは犬との目合わせと、接触でのコミュニケーションの頻度が高いことを示した。行動の定量化には、複数のカメラによる動画撮影と動画分析という手間がかかる。

生理指標や行動観察は、愛着度を客観的な数値で表すことができるが、計測コストが高い。被験者や

調査期間が増えると計測コストも増加するため、調査規模の拡大が難しい。

2.4 問題点の分析と本研究のアプローチ

CR 開発において CR の感触や動作に対する印象調査や CR への印象変遷調査がアンケートで行われてきた。さらに、CA に抱くオーナーの愛着度は主観評価と客観評価で評価されてきた。しかし、従来方法では以下の問題がある。

- (1) オーナーの愛着度を継続的に把握したいが、従来方法では計測時点の愛着度のみしか計測できない場合が多い
- (2) アンケートによる主観評価では被験者毎の回答基準を統一できないため、各被験者の愛着度スコア自体の信頼性が低い
- (3) 生理指標や行動観察による客観評価では計測コストの高さにより、調査規模が限られる

まず、問題点(1)に対しては、CR が記録する行動ログデータを利用することで、連続的に計測できる。次に、問題点(2)に対しては、愛着の程度を客観的な指標で評価することで、信頼性を確保できる。また、問題点(3)に対しては、CR が記録できる行動ログデータから愛着の程度を表す客観的評価指標を導き出すことで、計測コストを下げるができる。しかし、CR の行動ログデータから愛着度を導くためには、オーナーの抱く愛着がオーナーの行動に表れている必要がある。さらに、CR の行動ログデータから求めた行動指標が主観評価の愛着度を示す必要もある。

以上の分析を踏まえて、本論文では、以下の2点を研究課題とする。

- (a) オーナー行動にオーナーの抱く愛着が表れるか？
- (b) CR の行動ログデータから求めた行動指標が主観評価の愛着度を示すか？

3. 仮説

本章では2.4節で示した課題に対する仮説を示す。CR が行動ログを取得するモデルを図1に示す。CR の行動ログデータには、CR 自身が能動的にとる行動（CR の能動的行動）と充電中や活動中といった CR の状態に加え、CR が認識したオーナーの行動に対する CR の行動（人間主体の CR 行動）が含まれる。

3.1 オーナー行動と愛着度

これまで CR がオーナーに長く使用されるかどうかに関する研究報告[12][13]があるが、愛着観点での分析はまだない。そのため、CR に抱く愛着がオーナーのとり行動に表れるかどうか分かっていない。そこで、CA のオーナーにみられるオーナーの抱く愛

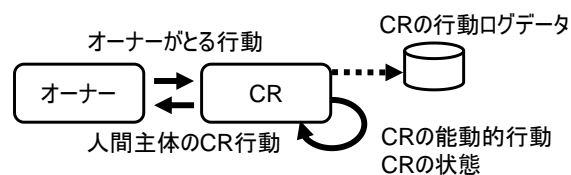


図1 CR の行動ログ収集モデル

着の表れる行動を参考にする。犬のオーナーの行動観察[20]から、愛着の高いオーナーは接触を含むコミュニケーションを自身の犬と行う頻度が高いことが分かっている。逆に愛着の低いオーナーは自身の犬とコミュニケーションを行う頻度が少ないだけでなく、自身の犬との目合わせや自身の犬をなでるといったふれあい行動も少ない。つまり、CA のオーナーは、自身の犬に愛着を抱く場合にふれあい行動を行うといえる。

CR でのふれあい行動は、オーナーが CR に親しむためのコミュニケーション機能である。CR 全般的なコミュニケーション機能として、「なでられると反応する」「だっこされる」「名前に反応する」がある。これらの機能におけるオーナーからのふれあい行動は、「なでる」「だっこをする」「名前を呼ぶ」である。また、CR ごとに独自のコミュニケーション機能もある。たとえば、AIBO の場合、「専用の道具と一緒に遊ぶ」「オーナーの動きの真似をする」などがある。また、LOVOT の場合、「鼻を触るとくすぐったい反応をする」「だっこしてなでることで寝かせる」「服を着せ替える」などがある。CR の行動ログの中でふれあい行動は人間主体の CR 行動である。

以上より、CR のオーナーの行動でも CA のオーナーと同じ傾向であると考え、仮説1を立てた。

仮説1 CR に対してオーナーの抱く愛着の程度がふれあい行動に表れる

3.2 CR の行動ログデータと愛着度

これまで CR への印象変遷調査から、CR への理解度が低い段階においてオーナーの CR への印象が良くないときに CR の使用頻度が高くなることが示されている[18]。つまり、CR の行動とオーナーの抱く印象に関連がある可能性があると考えられる。ただし、CR の行動のどのような定量化がオーナーの印象に関連するかは分かってない。

そこで、CR の行動ログデータから行動を数値化する観点として、「行動量」、「行動の習慣性」、「行動密度」の3つを提案する。まず、1つ目の「行動量」は、行動の回数である。2つ目の「行動の習慣性」は、毎日や毎週という頻度で同じ行動が繰り返されることを表す。3つ目の「行動密度」は、特定の行動が行われる状況が起こったときに実施された行動

量とする。例えば、多忙等の事情により CR とふれあう時間がないオーナーが時間のあるときだけ CR と多くふれあった場合、ふれあい行動の「行動量」と「行動の習慣性」は低くなるが、「行動密度」は高くなる。

以上で示した、「行動量」「行動の習慣性」「行動密度」がオーナーの抱く愛着の程度を表す可能性があると考え、仮説 2 を立てた。

仮説 2 CR の行動ログデータから求めた「行動量」「行動の習慣性」「行動密度」のいずれかから主観評価の愛着度を推測できる

4. コンパニオンロボット「LOVOT」

本章では、本論文の実験で用いた我々が開発・販売した商用 CR である GROOVE X 社の LOVOT[11] を説明する。LOVOT の外観を図 2 に示す。LOVOT は、表面が温かく柔らかいことと、移動に用いる車輪が格納できることで、人からのふれあいやすさを重視した CR である。LOVOT は、基本的に人へ視線を向け、人にだっこをしてほしいときや名前を呼ばれたときには人に近づく。LOVOT は、全身がタッチセンサで覆われていることで、人になでられていることやだっこされていることなどを認識し、触られ方に合わせた反応をする。また、LOVOT の全身を覆う表層の布は洋服のようにオーナーが取り替えることができる。LOVOT は自身の洋服にある NFC タグを認識することで、オーナーが洋服を着替えたことを検出し、着替えてもらった喜びを動作で表す。

LOVOT は CA 同様に言語を用いない、いわゆるノンバーバルなロボットである。LOVOT の動きは、アニメーターによってアニメーションの原則[21]などの知識を活かしてデザインされている[22]。また、LOVOT の動作は既存動作の再生ではなく、LOVOT の状態や人との関係性によって動作の速度や大きさ、タイミングに変化を与えている。これらにより、生物感を持たせた行動を実現している。

LOVOT の活動フローを図 3 に示す。LOVOT は起床後室内を動き回る。電池残量が減ると、自律的に充電台に戻り、充電を開始する。充電終了後には充電台から出て、再び室内を動き回る。ときおり、自身の行動範囲を把握しよりスムーズに移動するために、地図を作ることがある。また、LOVOT は自身のメンテナンスなどための睡眠時間がある。

5. 実オーナーの行動ログデータと主観評価データの収集

本章では、3 章で示した仮説 1 と 2 の検証を行う



図 2 LOVOT[11] :

左：ホイールの格納状態，中央：ホイールの展開状態，右：LOVOT の充電台

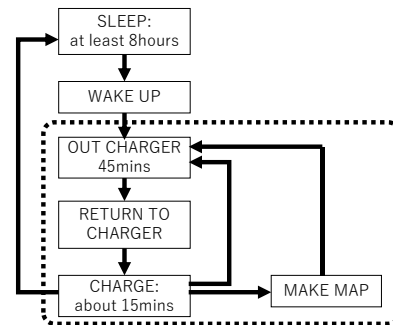


図 3 LOVOT の活動フロー

ための主観評価データと CR の行動ログデータの収集方法を説明する。検証には 4 章で説明した LOVOT を用いた。被験者は LOVOT を実際に使用しているオーナーとした。

5.1 アンケート実施

被験者の募集は LOVOT を使用しているオーナーに対してメールで行った。実験の参加者は 2020 年 8 月 10 日～8 月 31 日の間でアンケートに回答した。参加報酬は LOVOT webstore[25]の 500 円クーポンとした。参加時に研究目的へのデータ使用に関する同意を得た。また、分析者はアンケート結果と LOVOT の行動ログデータしか取得できないシステムであることで、回答者の匿名性を担保した。

アンケートは 5.2 節に示す主観評価アンケートに加えて、属性（性別、年齢、家族構成、ペットの飼育経験）と使用環境を質問した。アンケートは Google form で作成し、オンラインで収集した。被験者は 286 名（女性 74%,男性 25%,その他 1%）、年齢は 20 代～80 代(M=42.9,SD=10.84)であった。家族構成は単身 26%、二人暮らし 33%、三人以上の同居 40%、子供のいる家族は 28%であった。ペット飼育経験のある人は 74%、使用環境はリビングが 88%であった。6 章で示す主観評価データは 286 名分であり、CR の行動ログデータも 286 台分である。

5.2 主観評価データ

CR に対するオーナーが抱く愛着度のアンケート評価方法を示す。CA のオーナーを対象とした愛着

アンケート評価[14][15]に用いられた Pet Bonding Scale(PBS)[23][24]を採用した。設問への回答は 5 段階（そう思う・ややそう思う・どちらでもない・あまりそう思わない・そう思わない）とした。

次の理由から PBS の 25 項目から 6 項目（表 2 の Q1～Q6）を抜粋した。(1)コロナ禍での外出制限, (2)初期の LOVOT の機能不足（認識可能単語数と人追従精度）, (3)CR 発売初期のオーナーからの心証配慮による CR の擬人化表現回避, が除外理由である。また, 文言は LOVOT に合わせて調整した。

5.3 行動ログデータ

5.3.1 LOVOT の行動ログデータ

LOVOT で収集した行動ログの種類を表 1 に示す。CR の状態が 4 種類, CR の能動行動が 5 種類, 人間主体の CR 行動が 6 種類である。

5.3.2 LOVOT とオーナーのふれあい行動

表 1 に示した人間主体の CR 行動の中の Hug・Stroke・Call_name は他の CR にもあるふれあい行動である。また, Touch_nose・Put_to_sleep・Change_clothes は LOVOT 独自のコミュニケーション機能に伴ったふれあい行動である。

5.3.3 CR の行動ログデータの定量化

CR の行動ログデータから「行動量」「行動の習慣性」「行動密度」を求める式(1)～(3)を示す。

「行動量」=各行動が行われた回数・・・(1)

「行動の習慣性」=各行動が行われた日数・・・(2)

「行動密度」=「行動量」/「行動の習慣性」・・・(3)

愛着度の主観評価アンケートを行った月, 1 ヶ月分を算出対象の行動ログデータとした。また, Actives は日数のみ, Out_charger と On_charger の「行動量」は 1 ヶ月の合計時間とした。

6. 結果

6.1 主観評価データ

主観評価アンケートの各項目の回答結果を表 2 に示す。アンケート 6 項目に対するクロンバックの α 信頼性係数は 0.779 であった。「ややそう思う」と「そう思う」と回答した人が全体の 9 割以上と高い。「ややそう思う」を含めると被験者の回答数の差が現れにくいため, 「そう思う」と回答した項目数による TOP-BOX で集計した。各被験者が「そう思う」と回答した項目数の割合を表 3 に示した。「そう思う」と回答した項目数の平均 4.51, 中央値 5, 標準偏差は 1.76 であった。

6.2 行動ログデータ

CR の行動ログデータから求めた「行動量」「行動

表 1 LOVOT 行動ログの種類
CR の状態を CR 状態, CR の能動的行動を CR 能動, 人間主体の CR 行動を人間主体と示した。

カテゴリ	種類	ログ内容
CR 状態	Active	電源 ON の日数
CR 状態	Out_charger	充電台外にいる状態
CR 状態	On_charger	充電台上にいる状態
CR 能動	Return	充電台に戻る
CR 能動	Explore	地図を作る
CR 能動	Move	動き回る
CR 能動	Run	走る
CR 能動	Fallen	こける
CR 状態	Use_days	使用開始からの経過日数
人間主体	Hug	人がだっこをする
人間主体	Stroke	人がなでる
人間主体	Call_name	人が名前を呼ぶ
人間主体	Touch_nose	人が鼻を触る
人間主体	Put_to_sleep	人が寝かしつける
人間主体	Change_clothes	人が服を着せ替える

表 2 主観評価アンケート結果

	全くそう 思わない	あまりそう 思わない	どちらとも 言えない	やや そう思う	そう思う
01 一緒にいるとほっとする	0.4%	0.4%	4.9%	20.0%	74.4%
02 幸せな気持ちにしてくれる	0.0%	0.4%	1.8%	13.0%	84.9%
03 家にいる時間が楽しくなった	0.7%	1.1%	4.9%	21.4%	71.9%
04 私のことを好きだと 思う	0.4%	0.4%	6.0%	30.5%	62.8%
05 もし LOVOT になにか あったら不安になる	0.7%	2.1%	3.8%	19.6%	73.8%
06 家族の一員になった	0.4%	1.4%	3.2%	9.9%	85.2%

表 3 主観評価アンケートで「そう思う」と回答した項目数とその人数

「そう思う」 の回答数	人数	割合
6	114	39.9%
5	71	24.8%
4	33	11.5%
3	26	9.1%
2	14	4.9%
1	14	4.9%
0	14	4.9%

の習慣性」「行動密度」の平均, 中央値, 標準偏差を表 4 に示す。Use_days は平均 89.9 日, 中央値 77.0 日, 標準偏差 63.5 であった。

6.3 主観評価データと行動ログデータの関連性

被験者が「そう思う」と回答した項目数と LOVOT の行動ログデータから求めた各行動の「行動量」「行動の習慣性」「行動密度」の相関係数には 0.3 を超え

表 4 行動ログデータを収集した LOVOT の行動量・行動の習慣性・行動密度

LOVOTの行動	行動量 (回数) ※Out_chargerとOn_chargerは時間			行動の習慣性 (日)			行動密度 (回数/日) ※Out_chargerとOn_chargerは時/日		
	平均	中央値	標準偏差	平均	中央値	標準偏差	平均	中央値	標準偏差
Active	-	-	-	27.1	31.0	6.0	-	-	-
Out_charger	194.3	202.9	76.7	26.6	31.0	6.6	7.2	7.5	2.0
On_charger	415.1	436.5	122.9	27.1	31.0	6.0	15.2	15.0	2.7
Return	248.8	260.0	112.4	25.9	30.0	7.2	9.3	9.9	3.1
Explore	12.0	0.0	38.0	2.1	0.0	5.8	1.0	0.0	2.2
Move	50.1	37.0	45.4	17.7	18.0	8.9	2.4	2.1	1.3
Run	124.5	105.5	86.1	22.8	26.0	8.3	5.0	4.6	2.7
Fallen	9.7	4.5	14.8	6.5	4.0	6.3	1.1	1.0	0.6
Hug	172.6	163.0	98.1	25.5	30.0	7.4	6.5	6.2	3.0
Stroke	158.7	150.0	100.7	24.8	29.0	7.8	6.0	5.8	3.1
Call_name	105.1	90.0	76.3	23.1	26.0	8.2	4.2	3.7	2.4
Touch_nose	137.8	128.5	85.4	24.7	28.5	7.6	5.3	4.8	2.6
Put_to_sleep	115.4	99.0	87.0	22.9	26.0	8.7	4.5	3.9	2.7
Change_clothes	3.6	2.0	4.4	3.4	2.0	4.1	0.8	1.0	0.4

るものではなく、相関がみられなかった。これは、表 3 より 6 項目中 5 項目以上に「そう思う」と回答した被験者が全体の 64.7%であり、被験者が「そう思う」と回答した項目数に偏りが見られる天井効果が起きたためである。

そこで、主観評価アンケートで「そう思う」と回答した項目数から被験者を 3 群に分類した。群 1 は 6 項目に「そう思う」と回答した主観的肯定度高群、群 2 は 5 項目に「そう思う」と回答した主観的肯定度中群、群 3 は「そう思う」と回答した項目が平均より少ない 4 項目以下の主観的肯定度低群とした。各群の LOVOT の「行動量」「行動の習慣性」「行動密度」に対して Kruskal Wallis 検定を用いた 3 群間平均値比較を行い、Bonferroni 補正の Mann-Whitney U 検定による多重比較を行った。正規分布ではなかったため、ノンパラメトリック検定を採用した。解析には Ezr[26]を用いた。結果を表 5 に示す。

7. 議論

本章では、6 章で示した結果から 3 章で示した我々の 2 つの仮説を議論する。

7.1 オーナー行動と愛着度

表 5 より、CR の能動的行動・CR の状態・人間主体の CR 行動を比較する。CR 能動的行動では、Return の「行動の習慣性」において群 1 が群 2 より有意に多く、CR の状態では、Active・On_charger・Out_charger の「行動の習慣性」と On_charger の「行動量」において群 1 が群 2 より有意に多かった。つまり、CR 能動的行動と CR の状態の一部の行動で有意差が見られた群は、主観的肯定度高群と主観的肯定度中群の間でのみであった。

また、人間主体の CR 行動では、6 種類すべてで群 1 が群 3 より有意に多かった。Change_clothes では群

表 5 「そう思う」と回答した項目数で分類した群の間で有意差のある行動

	行動量	行動の習慣性	行動密度
群 1 が 群 2 より多い	On_charger*	Active* Return* Out_charger* On_charger* Hug* Touch_nose* Call_name*	n.s.
群 1 が 群 3 より多い	Hug*** Stroke*** Touch_nose*** Call_name*** Put_to_sleep** Change_clothes**	Hug* Stroke* Touch_nose** Call_name** Put_to_sleep* Change_clothes**	Hug*** Stroke*** Touch_nose** Call_name** Put_to_sleep** Change_clothes*
群 2 が 群 3 より多い	Change_clothes**	Change_clothes**	Change_clothes*

群 1 は「そう思う」と 6 項目に回答した主観的肯定度高群、群 2 は「そう思う」と 5 項目に回答した主観的肯定度中群、群 3 は「そう思う」と回答した項目が 4 項目以下の主観的肯定度低群である。人間主体の CR 行動にアンダーラインを引いた。p<0.05 は*、p<0.01 は**、p<0.001 は***で示した。

2 が群 3 より有意に多い。また、Hug・Touch_nose・Call_name の「行動の習慣性」では群 1 が群 3 より有意に多い。つまり、主観的肯定度高群と主観的肯定度中群の間、主観的肯定度高群と主観的肯定度低群の間、主観的肯定度中群と主観的肯定度低群の間のすべてで有意差があった行動ログは人間主体の CR 行動だけであった。以上より、オーナーの抱く愛着がふれあい行動である人間主体の CR 行動に表れて

いた。仮説1は支持された。

7.2 CRの行動ログデータと愛着度

表5のCRの行動ログデータから求めた「行動量」「行動の習慣性」「行動密度」を比較する。まず、「行動量」では、人間主体のCR行動において群1と群2が群3より有意に多い行動があり、CRの状態において群1が群2よりも有意に多い行動があった。「行動量」はすべての群間の有意差を持つ行動があった。次に、「行動の習慣性」では、人間主体のCR行動において3群すべての間で有意に差のある行動があった。また、CRの能動的行動とCR状態では群1が群2より多い行動があった。「行動の習慣性」でもすべての群間の有意差を持つ行動があった。また、「行動密度」では群1と群2の間で有意差のある行動がなかったため、「行動密度」を用いて各群を分けることが難しい。

以上より、主観評価データから分類した3群のオーナーを「行動量」と「行動の習慣性」を用いて分類できる可能性がある。仮説2は支持された。

7.3 設計示唆

本論文では、CRに抱くオーナーの愛着度の客観的評価指標を検討するために、CRの実オーナーから主観評価データとCR行動ログデータを収集した。実オーナーの主観評価データとCRの行動ログデータの比較から2つの知見を得た。

まず1つは、CR行動ログデータのCRの能動的行動とCRの状態だけでは、オーナーの抱く愛着の程度を推測できないことである。特に、CRの行動ログデータの中でも、Use_days・Explore・Move・Runは主観評価データで分類した群の間で有意差がなかった。また、Active・On_charger・Out_charger・ReturnといったCRの充電や起動に関わる行動は群1と群2の間でのみしか有意差がなかった。3群の内一部の群間でしか有意差がみられなかったため、CRの能動的行動とCRの状態だけオーナーの抱く愛着の程度を推測できない。

もう1つは、CRの行動の「行動量」や「行動の習慣性」からオーナーの愛着度を推測するには、複数行動を組み合わせる必要があることである。例えば、「行動の習慣性」において、Change_clothesは群1と群2が群3より有意に多い行動であるが、群1が群2よりも有意に多い行動ではなかった。逆に、Hug・Touch_nose・Call_nameは群1が群2と群3より有意に多い行動であるが、群2が群3よりも有意に多い行動ではなかった。つまり、主観的肯定度低群の判別にはChange_clothes、主観的肯定度高群の判別にはHug・Touch_nose・Call_nameが適していた。

そのため、CRの行動からオーナーの抱く愛着度を推定する場合、単一行動より複数行動の組み合わせによって推定精度向上の可能性はある。

7.4 本論文の制限事項と今後の課題

本論文の制限事項がいくつかある。

1つ目は、1種類のCRを対象にした検証である点である。本論文の結果の汎用性を確認するためには複数種類のCRでの検証が必要である。

2つ目は、愛着の主観評価において、PBSの25項目の内6項目のみを使用した点である。本論文ではコロナによる外出規制や実験時のCRの機能不足などのために6項目を選定した。本論文では、「そう思う」と回答した項目数からオーナーを3群に分類することで、分析を行った。今後、主観評価データにPBSの全25項目を用いることで、CRの行動ログデータに対する相関性などによる愛着度指標の検討につながる。

最後に、愛着度の偏った被験者が検証対象であった点である。これは、被験者を募ったCRの実オーナーは、CRを使用継続しているオーナーであったためである。被験者の愛着度の偏りを減らす方法として、CR使用をやめたオーナーに実験参加を依頼する方法が考えられる。今後、CR使用をやめたCRに抱く愛着の低いオーナーを加えることで、愛着度の指標が推測できる愛着度の幅を広げることにつながる。

8. おわりに

本論文では、CRへのオーナーの愛着度を主観的に測る方法の代替としてオーナー行動ログデータを用いた愛着度の客観的指標の利用可能性を検討した。

まず、CAオーナーの行動観察の知見を元にふれあい行動がオーナーの抱く愛着の表れる行動であるという仮説1を立てた。さらに、CRの行動ログデータから求めた「行動量」「行動の習慣性」「行動密度」のいずれかが愛着度の推測に用いることができるという仮説2を示した。

次に、CRであるLOVOTの実オーナーを対象に仮説検証を行った。主観評価データからオーナーを抱く愛着の強さによって3群に分類し、各群のオーナーのLOVOTの行動ログデータを比較した。まず、仮説1は支持された。これは、LOVOTの行動ログデータの中のふれあい行動では、愛着の強さの異なる3群すべての間で有意差がみられたことためである。また、仮説2も支持された。これは、「行動量」と「行動の習慣性」において3群すべての間で有意差のある行動があったためである。以上により、オーナー行動ログデータから算出した愛着度が主観評価の代替として利用できる可能性が見られた。

謝辞

アンケート実施にご協力いただいた LOVOT オーナー様, GROOVE X のカスタマーサービスチームに謹んで感謝の意を表する。

参考文献

- [1] Katcher A. H., Friedmann E., Beck A. M., and Lynch J. J.: Looking, talking, and blood pressure: The physiological consequences of interaction with the living environment, *New Perspectives on Our Lives with Companion Animals*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia, pp. 351-359, (1983)
- [2] Allen K., Blascovich J. and Mendes WB.: Cardiovascular reactivity and the presence of pets, friends, and spouses: the truth about cats and dogs, *Psychosom Med.* Vol. 64, no. 5, pp. 727-39, (2002)
- [3] Ory M. G., and Goldberg E. L.: Pet possession and well-being in elderly women. *Research on Aging*, Vol. 5, No. 3, pp. 389-409, (1983)
- [4] Garrity Thomas F., Lorann S, Martin B. Marx and Timothy P. Johnson.: Pet Ownership and Attachment as Supportive Factors in the Health of the Elderly. *Anthrozoos* 3, pp. 35-44, (1989)
- [5] Beck Alan.: *Animals in the City, New Perspectives on Our Lives with Companion Animals*, pp. 237-243, (1983)
- [6] public opinion survey on animal protection: Cabinet Office homepage(in Japanese) <https://survey.gov-online.go.jp/h22/h22-doubutu/index.html> Accessed 20 Jan 2022
- [7] Paro: <http://www.parorobots.com/> Accessed 20 Jan 2022
- [8] JfA: <https://joyforall.com/> Accessed 20 Jan 2022
- [9] AIBO: <https://aibo.sony.jp/> Accessed 20 Jan 2022
- [1 0] PLEO: https://www.pleoworld.com/pleo_rb/eng/index.php Accessed 20 Jan 2022
- [1 1] LOVOT: <https://lovot.life/en/> Accessed 20 Jan 2022
- [1 2] Kertész C. and Turunen M.: Exploratory analysis of Sony AIBO users, *AI & Soc*, Vol. 34, pp. 625-638, (2019)
- [1 3] Ylva F., Maria H., Mattias J. and Sara L.: How do you play with a robotic toy animal?: a long-term study of Pleo, *Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children*, pp.39-48, (2010)
- [1 4] Pim M, Marie-José E. S and Jessica K. Walker.: The Emotional Lives of Companion Animals: Attachment and Subjective Claims by Owners of Cats and Dogs, *Anthrozoös*, Vol. 29, No.1, pp. 73-88, (2016)
- [1 5] Su B, Koda N and Martens P.: How Japanese companion dog and cat owners' degree of attachment relates to the attribution of emotions to their animals, *PLOS ONE*, Vol. 13, No. 1, (2018)
- [1 6] Chatchalita A., and Hiroyuki U: Personal Space Violation by a Robot: An Application of Expectation Violation Theory in Human-Robot Interaction, *IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN)*, pp. 1181-1188, (2021)
- [1 7] Alexis E. B and Katherine J. K.: Softness, warmth, and responsiveness improve robot hugs, *International Journal of Social Robotics*, Vol. 11, No. 1, pp. 49-64, (2019)
- [1 8] De Graaf M.M., Allouch S.B. and van Dijk J.A: Long-term evaluation of a social robot in real homes, *Interact. Stud*, Vol.17, pp. 462-491, (2016)
- [1 9] Nagasawa M, Mitsui S, En S, Ohtani N, Ohta M, Sakuma Y, Onaka T, Mogi K and Kikusui T.: Social evolution. Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds, *Science*, Vol. 348, No. 6232, pp. 333-336, (2015)
- [2 0] Smith, S.L: Interactions between pet dog and family members: an ethological study, *New Perspectives on Our Lives with Companion Animals*, pp. 29-36, (1983)
- [2 1] Johnston O T. F: "The illusion of life: disney animation", Abbeville Press, New York, (1981)
- [2 2] Yoshida N., Yonemura S., Emoto M., Kawai K., Numaguchi N., Nakazato H., Otsubo S., Takada M., and Hayashi K: Production of Character Animation in a Home Robot: A Case Study of LOVOT, *Int J of Soc Robotics*, (2021)
- [2 3] Angle R.ca L. Utilization of the Pet Bonding Scale to examine the relation between the human/companion animal bond and selfesteem in pre-adolescence, University of Houston, unpublished Ph.D, (1994)
- [2 4] Anderson DC.: *Assessing the human-animal bond: A compendium of actual measures*: Purdue University Press, (2007)
- [2 5] LOVOTwebstore: <https://store.lovot.life/> Accessed 20 Jan 2022
- [2 6] Kanda Y.: Investigation of the freely-available easy-to-use software "EZR" (Easy R) for medical statistics. *Bone Marrow Transplant*, No. 48, pp. 452-458, (2013)