短脚二足歩行ペットロボットの研究 (クマのぬいぐるみをモチーフにした2足歩行ペットロボットの開発)

中里 裕一^{*1}, 伊藤 章人^{*2}, 中島 一^{*3}, 滝田 謙介^{*4}, 樋口 勝^{*1}

Study on the biped walking pet robot with short legs (Development of the biped walking pet robot with a stuffed bear)

Yuichi NAKAZATO^{*1}, Akihito ITO^{*2}, Hajime NAKAJIMA^{*3},
Kensuke TAKITA^{*4} and Masaru HIGUCHI^{*1}

^{*1,*4} Department of Innovative Systems Engineering, Nippon Institute of Technology
4-1-1 Gakuendai, Miyashiro-machi, Minamisaitama-gun, Saitama 345-8501, Japan

^{*2} Department of Mechanical Systems Engineering, Graduate school of Nippon Institute of Technology
4-1-1 Gakuendai, Miyashiro-machi, Minamisaitama-gun, Saitama 345-8501, Japan

^{*3} Department of Innovative Systems Engineering, Graduate school of Nippon Institute of Technology
4-1-1 Gakuendai, Miyashiro-machi, Minamisaitama-gun, Saitama 345-8501, Japan

Received 24 June 2014

Abstract

The aging population and the ratio of 65 years old or more increase rapidly at time when the baby boom generation and baby boomers enter the aging population, receive lower birthrates afterwards, and increase gradually in recent years. In addition, the number of elderly person single homes increases aging. The animal therapy from which a physiological effect, a psychological effect, and a social effect have been achieved as the solution for these problems is paid attention to. On the other hand, it might be difficult to keep the animal from the problem of pet care, the allergy, and the infectious disease in the hospital and senior citizen's facilities. In this study, we focus on the pet robot in substitution for the pet animal. First of all, to decide externals of the pet robot liked by the senior citizen, it proposed the solution of the problem of the pet robot. It paid attention to "Fabulous animal and character" as a form that filled the solution, and externals of the pet robot that developed were assumed to be "Characterized bear of biped walking type as prettily". Then, the mechanism of four joints was developed by two one foot joints and both feet. The joint of the upper-body arranged three joints in the waist, and arranged four joints in the right hand by two joints and both arms, and arranged two joints as a neck and a head aiming at the improvement of communications. The bear of biped walking type with a short leg liked by the senior citizen was designed, produced, the questionnaire survey with a real machine was executed, and the effect of healing that the pet robot that was developed gave the senior citizen was verified.

Key words : Pet robot, Biped walking, Stuffed bear, Animal therapy, Human interface

1. 緒 言

現在、日本社会の高齢化に伴い認知症の高齢者が増加しており、その症状の改善や発症抑制の策が求められている。現状で効果が実証されているものにアニマルセラピーがある(太湯他, 2008)。しかし、これは動物の噛み付きや感染症、世話などの問題から一般的に普及するまでには至っていない。そこで、アニマルセラピーの代用としてペットロボットによるセラピーが注目され、現在、猫型や犬型、アザラシ型などのペットロボットの研究が盛んに行われている(柴田, 2006)(南保他, 2009)(永沼, 2012)。セラピーに使われるペットロボットには、対象者に親しみや楽しみ、安らぎを与えることが要求されている。しかし、現在のペットロボットの課題点として

No. 14-00340 [DOI: 10.1299/transjsme.2014trans0347]

^{*1} 正員, 日本工業大学 創造システム工学科 (〒345-8501 埼玉県南埼玉郡宮代町学園台 4-1-1)

^{*2} 日本工業大学大学院 機械工学専攻

^{*3} 学生員, 日本工業大学大学院 機械システム工学専攻

^{*4} 日本工業大学 創造システム工学科

E-mail of corresponding author: nakazato@nit.ac.jp

[DOI: 10.1299/transjsme.2014trans0347]

© 2014 The Japan Society of Mechanical Engineers

長期的に親しみや楽しみ, 安らぎを与えることができず (Shibata, 1999), その解決策が求められている. そこで本研究では, アニマルセラピーに見られる問題点を踏まえ, 代用となるペットロボットの形状・動作をアンケートにより調査し, より好まれるペットロボットの開発を行う. 特に, 事前のアンケート調査より判明した高齢者に好まれる形状・動作をもつペットロボットを設計・製作し, 実機を用いたアンケート調査を実施して高齢者に与える癒し効果を検証したので, 報告する.

2. クマをモチーフにした2足歩行ペットロボットの提案

人が持つ動物に対する知識や経験を引き出しつつ, 感情的な行動を主観的に連想させるロボットの形態として以下の4つが考えられる (浜田他, 2003). (1)人型・(2)身近な動物型 (犬, 猫)・(3)身近でない動物型 (アザラシ)・(4)架空の動物やキャラクター. 以上の4つの中から本研究では(4)の架空の動物やキャラクターに注目し, デフォルメされた2足歩行型のクマを選んだ. 図1に本研究のペットロボットの形状を示す. 現在のペットロボットには長期的な親しみや楽しみ, 安らぎの効果がなく, これを解消する方法として会話機能をペットロボットに付加しコミュニケーション機能を増やすことが挙げられる. しかし, 会話機能を付加するにあたり, (2), (3)で挙げた動物型では本来, 会話するはずのない動物が話しをすることで違和感が生まれると考えられる. また, (1)の人型は会話をする対象としては良いが, 人型という形態からアニマルセラピーの代用としては向いていない (柴田, 2003) (Mori, 2012). これらに対し(4)の形態のデフォルメされた2足歩行のクマは, 形態が人に近いことやアニメの中でクマのキャラクターが話しをしているため違和感が少ない. このことからデフォルメされた2足歩行のクマと会話することは, 受け入れやすいと考えられる. また, デフォルメされた2足歩行のクマは犬や猫, 人とは違い実際に存在していないものであるため, 高齢者にとって, ペットロボットの動きが実際の動物とは違うといった違和感が生じづらいと考えられる.

さらに, 本研究では多くの高齢者が乳児や幼児を可愛いと思い, 親しみを感じていることに着目した. 体型において乳児や幼児は大人とは違い腕や脚が短く, 頭が大きいのが特徴であり, 高齢者が親しみを持つ理由は乳児や幼児の体型にあるのではないかと推測する.

以上のことからペットロボットとしてデフォルメされた2足歩行型のクマを選択した.

Fig.1 Stuffed bear of biped walking (drawn by CG)

3. ペットロボット設計のためのアンケート調査

前章で述べたように, 本研究ではペットロボットの形状を乳児や幼児に近い体型, つまり腕や脚が短く, 頭が大きい形状を意識したクマをモチーフにした2足歩行ペットロボットの設計を行う. ロボットは歩行することを考慮しており, 脚の長さや比率・歩容によって印象が大きく変化することが予想される. また寸法や比率を特定するだけでなく, 関節配置や自由度の決定など設計要件に欠かせない. そこで脚の寸法や胴体との比率, 歩行方法に関してのコンピュータグラフィックスを使ったアンケート調査を高齢者に実施し, その結果を設計指針とす

る. コンピュータグラフィックスにはエクス・ツールズ株式会社製 Shade 7 によって得られた画像及びアニメーションを用いた.

3・1 アンケート調査の方法

アンケート調査に当たっては, 高齢者に対する負担も考慮し, より具体的なアンケート回答項目(反応語)をあげ, それに対し被験者がどう感じるかを調査する制限連想法を採用した(金森他, 2001). また, 制限連想法の評価方法は, Yes か No か, 好きか嫌いかなど両極端なものばかりでなく, 5段階もしくは7段階に分けた5点評価法や7点評価法が挙げられる. しかし, 本研究では, 5点評価法や7点評価法が高齢者にとって点数の判断が難しく負担であることと判断し, 最低限, 好ましいか好ましくないか, どちらでもないかといった具合に分かりやすいデータを得るため, 3点評価法を用いることとした. アンケートに用いた反応語の選定には, i)動物介在療法の心理的効果と, ii)癒しのイメージとされる言葉, から感性語を選択しアンケートに用いた. また, アンケートの実施に際しては, 研究者らの聞き取り調査によって実施し, 各種画像やアニメーションを高齢者に提示しながら, 前述した感性語に最もあてはまる評価を1つだけ選んでもらった.

3・2 感性語の選択

アンケートを行う際に必要な感性語(木本, 1999)を i)アニマルセラピーの精神的効果と, ii)癒しのイメージ(柴田, 2003)を参考に決定した. 表1にアニマルセラピーの心理的効果と選択した感性語, 癒しのイメージと選択した感性語の対応表を示す.

Table 1 Mapping of evaluated adjectives

i)Psychological effect by animal therapy	Evaluated adjective
Lovely	kawaii
Relax	ochituku
Acceleration of friendly emotion	Shitashimi-yasui
ii)Image of healing	Evaluated adjective
Relax	ochituku
Nature	shizenna

Table 2 Ratio between the length of leg and body of the pet robot

	Short	Medium	Long
Body height	1	1	1
Leg length	0.25	0.33	0.40

Fig.2 Comparison of ratio between the length of leg and body

3・3 デフォルメ形状・歩行動作

本研究では特に、クマをモチーフにした2足歩行ペットロボットにおける足長の比率と歩容について着目し、アンケート調査を高齢者に行った。表2・図2に足長の全長に対する比率を、図3に2種類の歩行動作を示す。図3(1)は人の歩容と似た印象を与えるため「人型歩行」、図3(2)はこの研究独自の歩行動作であることから「回転型歩行」とする。なお、人型歩行は重力や慣性力などの物理演算はしておらず、フィクション作品中のクマのキャラクターの動きを参考に作成した。

(1) Walking like human (Walking type I)

(2) Rotating walking (Walking type II)

Fig.3 Comparison of two kinds of walking

3・4 アンケート結果

アンケート調査は、「介護老人保険施設しょうわ」・「デイサービスセンターもみの木」・「ふれ愛センターみやしろ」に訪れる高齢者と「全国産業教育フェア埼玉大会」・「学園祭」に来ていただいた高齢者、研究室に所属する学生の祖父母、計104人に実施した。図4～図7にアンケート結果を示す。図4及び図6では、脚の長さや歩行方法の違う3種類のペットロボットを高齢者に提示し「落ち着いた」「自然な」「可愛い」「親しみやすい」の4つの感性語においてもっとも好ましい形状・方法をひとつだけ答えてもらった。図5及び図7は図4及び図6でもっとも好ましいと回答された項目に関する3点評価の評価点を示している。そのため図4、6は総数、図5、6は平均値及び標準誤差を示す。また、図6、7は図4、5の結果を受け、短脚の歩行動作の結果のみを示す。図4、図5よりペットロボットの足の長さは短いもの(身長約1/4)が適していると言われた。また、歩行動作については提案している回転型歩行が高評価を得ており、特に「親しみやすい」「かわいい」の点で評価が高かった。

また、回転型歩行は人型歩行に比べアクチュエータ数が少なく、小型・軽量化できる利点がある。以上のことから、歩行動作は人型歩行より回転型歩行が適していると判断した。

Fig.4 Comparison of impression by the pet robots with different leg lengths

Fig.5 Impression about the pet robot with short leg lengths

Fig.6 Comparison of impression by the different ways of walking

Fig.7 Impression about the rotated walking of pet robot with short leg

4. ペットロボットの設計

第3章のアンケート結果から、本論文では回転型歩行を実現するため脚部の形状や構造に独自の機構を導入する。そのため本論文ではまず脚部の機構設計を行い、ついでヒトとのコミュニケーションで重要な役割を担う上半身に注目し、各シナリオに適した動作目標から上半身の関節配置を決定した。また、ヒトに与える印象は全体的な形状も軽視できない。第3章で示されたアンケート結果を重視しつつ、最終的に上半身と脚部を組み合わせた動作を検討する。

4・1 脚部の設計

第3章のアンケート結果から、本論文では歩容や形状などに注目し、短脚で回転型歩行をするペットロボットを提案する。設計に際しては、以下の4つを指針とする。

- (1) 脚を短くするために膝関節を配置しない
- (2) 遊脚を持ち上げるために股関節にロール軸を持つ
- (3) 回転型歩行を行うために足首にヨー軸を持つ
- (4) 上半身を用いて重心移動を行うため、腰部にロール軸を持つ

これらの指針を満たし、かつモータ数を減らし軽量化するため、片足2自由度、両脚で4自由度、腰部に1自由度を配置した。片足に上から順にロール軸を1自由度、ヨー軸を1自由度とする。

図8に脚部の自由度の構成を示す。また、本研究のロボットの外観はデフォルメされたクマであるため、ロボットにぬいぐるみ人形のような毛皮状の外皮を被せる。そのため、外骨格には極力、曲面を多用し空間をあけてぬいぐるみ人形のような外観を持たせる。

以上の設計方針を踏まえ、図9に本研究で作製する短脚2足歩行型ペットロボットの脚の設計図、図10に脚の立体図を示す。

4・2 上半身の設計

ペットロボットに対して高い主観的評価を得るには、ペットロボットと人の触れ合いが重要である(柴田, 2003)。本研究のペットロボットは「握手」や「抱きつき」などの人と触れ合う動作を実現するため、歩行動作とは別にコミュニケーションにおいて重要な役割を担う上半身にも注目する必要がある。本研究ではアニマルセラピーの心理的効果における「回想作用」に注目し、子供が行うような動作を行わせることを提案している。子供が行うような動作を行わせることにより、高齢者は孫と遊んでいた過去の記憶を想起し、認知症の症状の抑制に繋がるのではないかと考えた。子供が行っている動作として、「握手」「抱きつき」「バンザイ」「おじぎ」「バイバイ」「駄々をこねる」「Yes か No かを首を振って答える」などに着目し、最低限これらの動作を行えるよう関節を配置した。

本研究における上半身の関節配置を図11に示す。図より、腰部に3関節、片腕に2関節、両腕で4関節、首・頭部として2関節を配置した。表3に各関節の回転軸と、配置目的をまとめる。なお、表3に挙げた目的はペットロボットが完成したときの動作や、会話機能があることを前提に挙げたものである。また、あくまでも一例であり、上半身に合計9関節を配置したことで他にも様々なコミュニケーション動作が可能であると考えられる。また、脚部と同様に軽量で高剛性を重視するため、極力、曲面を多用し、ぬいぐるみ人形のような外観を持たせるため、毛皮状の外皮を被せる。図12に本研究で作製する短脚の2足歩行型ペットロボットの上半身の設計図、図13に立体図を示す。

5. ペットロボットの動作検証

5・1 試作ペットロボット概要

脚部と上半身を設計し、組み上げた状態の設計図を図14、立体図を図15に示す。また、実際に製作したペットロボットの外観を図16(a)、ロボットにクマのぬいぐるみを被せたものを図16(b)に、主な仕様を表4に示す。アクチュエータにはラジコン玩具等に用いられるサーボモータを採用した。産業用途のモータに比べ、剛性が低く、出力が低いものの、近年の小型2足歩行ロボットのブームから様々なメーカーが小型で安価なサーボモ

ータを販売しており，バリエーションが豊富である．また，角度制御をPWM（Pulse Width Modulation）信号を用いて簡便に行える利点もある．本研究では近藤科学社製”KRS-2350HV ICS Red Version”を採用した．表 5 にサーボモータ諸元を示す．

Fig.8 Composition of degrees of freedom for the leg of the pet robot

Fig.9 Diagram for the leg of the pet robot

Fig.10 Cubic diagram for the leg of the pet

Table 3 Purpose of arranging in each joints of the upper body

Joint	Axis of rotation	Purpose of arrangement
Waist joints	Roll axis	Change position of the center of gravity
		For the action of "Bye-Bye"
	Pitch axis	For the action of "Bow"
		For sitting down
	Yaw axis	For turning to cross direction with the whole body
Shoulder joints	Roll axis	For the action of "Hurray"
		For the action of "Bye-Bye"
	Pitch axis	For the action of "Handshake"
		For the action of "Hug"
	Yaw axis	For turning to cross direction with head
Neck joints	Pitch axis	For looking skyward
		For the action of "Nodding"
	Yaw axis	For adverse reaction

Fig.11 Composition of degrees of freedom for upper body

Fig.12 Diagram for the upper body of the pet robot

Fig.13 Cubic diagram for the upper body of the pet robot

Table 4 Specification of the test model of the pet robot

Overall length (with stuffed bear suit)	96(120)	[mm]
Overall width (with stuffed bear suit)	167(210)	[mm]
Overall height (with stuffed bear suit)	320(360)	[mm]
Weight	2002	[gf]

Fig.14 Diagram for the test model of the pet robot

Fig.15 Cubic diagram for the test model of the pet robot

Fig.16 Appearance of the test model of the pet robot

Table 5 Specification of the adopted servo motor

Weight	62[gf]
Dimension	41×38×20[mm]
Supply voltage	9～12[V]
Maximum torque	2.89[$\text{N}\cdot\text{m}$]
Maximum angular velocity	16.11[rad/s]

5・2 回転型歩行の歩容教示

本研究で試作したペットロボットには、サーボモータの負担を考慮しつつ、安定した歩行ができるかどうかを検証するため、歩行モーションの作成しやすい静歩行をさせることとする。静歩行で、3章で述べた回転型歩行を実現するには、上半身を傾け、支持脚に重心を寄せきってから遊脚を持ち上げる必要がある。図17に示すように、支持脚の質量を除いた重心点から鉛直に下ろした点が、支持脚の足裏支持多角形内に収まるように上半身を傾ける。実際の歩行プログラムは、サーボモータの負担を考慮しつつ、研究者らが歩行時における姿勢を0.5[s]ごとに設定し、重心点が足裏支持多角形内に収まるよう姿勢を微調整しながら決定し、これらの値を直線補完したデータを使用した。各関節角度および重心点の計算は、設計時のデータを Dassault Systèmes SolidWorks Corporation 社製”SolidWorks 2009”で処理した値を使用した。

5・3 動作実験結果

実際の歩行の様子を図18に示す。製作による誤差や締結部の狂い・ガタ、重量の増大などにより、歩行スピードや歩幅は一定しないものの、1歩当たり約2[s]、歩幅3.2[cm]程度で歩行を行うことに成功し、提案している回転型歩行を行うことを確認した。

Fig.17 The point taken down vertically from the center of gravity

Fig.18 Gait of the test model of the pet robot

6. ペットロボットの実機によるアンケート調査

6・1 実機によるアンケート調査の目的

第3章で述べたように、本研究で製作したペットロボットは、その形状・歩行動作の選定に関して、高齢者にコンピュータで作画した「デフォルメされたクマ」を提示して実施したアンケート調査の結果を基にしている。第3章では、短脚で回転型歩行を行うアニメーションのクマが、「落ち着く」、「自然な」、「親しみやすい」、「可愛い」のいずれの感性語についても高評価を得ている。しかし、実際に製作したペットロボットに同じような高評価が得られるかは不明である。そこで、製作したペットロボットを用いたアンケート調査を実施し、第3章で行ったアンケート調査の結果と比較を行った。

6・2 アンケート内容

アンケートの内容を以下の3つの項目に分類し、調査を実施した。

- (1) 実際のロボットを見てもらったり、触ってもらったときの評価
- (2) 実際のロボットが歩行しているのを見てもらっての評価
- (3) 回転型歩行ロボットと人型歩行ロボットを並んで歩かせた動画を見てもらっての評価

(1), (2)において、製作したペットロボットの評価を行い、(3)において第3章で調査したアンケート結果と比較する。なお、第3章で用いたCGの人型歩行の動きは重力や慣性力などを無視したフィクション作品中のクマのキャラクターの動きを参考に作成したため、本研究で提案する短脚のクマの形状・大きさを維持したまま人型歩行を行う実機の作製が難しかった。アンケート用の動画にはひざ関節を有した10自由度(股関節にロール軸・ピッチ軸の2自由度・ひざ関節にピッチ軸の1自由度・足首にロール軸・ピッチ軸の2自由度、両足で計10自由度)の脚を持つ歩行ロボットを別途作製し、代用した。前記自由度配置による2足歩行ロボットに関しては多くの知見が既に発表されているため詳細は控えるが、歩行には動作指示によって予め指定した動きを行わせ、ジャイロ等による動的な制御は行わず、静歩行のみを行わせた。この機体は外見上、毛皮状の外皮等によって短脚に見えるが、ひざ関節を有するなどCGでの人型歩行と異なった歩容を行うため、アンケート調査においてはCG・実機の順に両方の動画像を示すこととした。アンケートに使用した実機の動画像の一部を図19に示す。

Fig.19 Video image for comparison of rotating walking with walking like human

6・3 アンケート方法

ロボットの見た目についてのアンケート調査では、図16(b)に示したクマのぬいぐるみを被せた直立静止状態のロボットを高齢者に見てもらい、第3章で述べた「落ち着く」、「自然な」、「親しみやすい」、「可愛い」の4つ

の感性語において答えてもらう。アンケートの手法は、第3章での調査と同様に、選択した感性語を反応語とした制限連想法を採用し、評価方法は3点評価法とした。

6・4 アンケート結果及び考察

アンケートは、「デイサービスセンターもみの木」を利用されている65歳以上の高齢者と、「学園祭」に訪れた同じく65歳以上の高齢者、計31人に実施した。各感性語について、3点評価してもらった結果を図20・図21・図22に示す。なお、図21に関しては第2章で示したCGでのアンケート調査における結果（図7）と比較が行いやすいよう、実機の結果に図7の結果を並べて示している。

Fig.20 Impression about the test model of the pet robot

Fig.21 Impression about the gait of the test model of the pet robot

Fig.22 Comparison of impression by the different ways of walking between real robot and CG

図 20 より、製作したペットロボットの見た目及び触ったときの印象は、「自然な」の評価が若干低いものの、第 3 章の結果と同様に概ね受け入れられていることが判明した。特に、「親しみやすい」「可愛い」といった評価では高い評価を得た。また、図 21 より、製作したペットロボットの回転型歩行はおおむね好印象を獲得しており、特に「落ち着く」「可愛い」といった評価では、第 3 章での CG で作製された動画のアンケート結果よりも高いポイントを示した。聞き取り調査では 3 点評価以外にも自由に感想を聞くようにしており、その際特に多く聞かれた感想が「思ったより重かった」というものであった。4.2 節で述べたように本研究では「回想作用」に注目し、子供の所作や行動を参考にしている。そのため、ペットロボットの総重量を新生児の体重と同等かやや軽い程度の約 2.5[kgf]に収まるように設計を行った。そのため、「ぬいぐるみにしては重い」、「ぬいぐるみと思って抱き上げると、中は機械」という印象につながり「自然な」のポイントを下げてしまったようだ。また「落ち着く」「可愛い」といった評価では、実機の持つ具体的な動作が提案した回転型歩行をより鮮明に印象付け、高ポイントに繋がったと思われる。

図 22 より「人型歩行」、「回転型方向」、「同じ」の各評価は特定の項目に印象が集中することなく、回転型歩行が人型歩行と遜色ない印象を与えることが判明した。しかしながら「自然な」「親しみやすい」といった項目では実機に比べ CG の回転型歩行のポイントが高い。実機のクマの形状が CG の形状と比べ肩幅が広く、回転型歩行を行わせると肩を怒らせたような威圧的なイメージを持たせてしまったため、CG と実機の動画を順次見せた場合、実機の評価点を下げる結果になってしまったようだ。これらの傾向は「落ち着く」「可愛い」といった評価でも見て取れる。また、実機の人型歩行は CG に比べ、ひざ関節を有したため違和感が少なく、いずれの感性語においても高いポイントを示しているが、「自然な」の項目以外では回転型歩行のポイントが若干ながら高い。今後は CG のイメージに沿うよう、丸みを帯びた撫で肩の形状に変更し、肩幅や頭部の大きさの比率などを考慮した設計を行う必要があると考えられる。

7. 結論

本研究では、従来に比べ長期的に高齢者に親しみ、楽しみ、安らぎを与えられるペットロボットをつくるために、コンピュータによって作画した画像によるアンケート調査を実施し、高齢者に好まれるペットロボットの形状、歩行動作を調査した。調査の結果から、従来にない短脚の2足歩行型ロボットの機構を提案し、また新たな歩行形態の提案をし、試作機を製作した。試作機は提案内容に即した回転型歩行を実現し、製作した試作機を用いたアンケート調査から、本研究で開発したペットロボットが、高齢者に癒し効果を与える可能性が有ることが示された。

文 献

- 太湯 好子, 小林 春男, 永瀬 仁, 生長 豊健, 認知症高齢者に対するイヌによる動物介在療法の有用性, 川崎医療福祉学会誌, Vol. 17, No. 2 (2008), pp.353-361.
- 浜田 利満, 横山 章光, 柴田 宗徳, ロボットセラピーの展開, 計測と制御, Vol.42, No.9 (2003), pp.756-762.
- 金森 雅夫, 鈴木 みずえ, 山本 清美, 神田 政宏, 松井 由美, 小嶋 永実, 竹内 志保美, 大城 一, 痴呆性老人ケアでの動物介在療法の試みとその評価方法に関する研究, 日本老年医学会雑誌, Vol.38, No.5 (2001), pp.659-664.
- 木本晴夫, 感性語による画像検索とその精度評価, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3 (1999), pp.886-898.
- Mori, M., The uncanny valley, Robotics & Automation Magazine, IEEE, Vol. 9, Issue2 (2012), pp.98-100.
- 永沼 充, 高齢者自身が操作するシステム : ロボット犬を用いた歩行リハビリテーションの提案, 計測と制御, Vol.51, No.7 (2012), pp.629-632.
- 南保 英孝, 木村 春彦, 原 未来, 阿部 孝司, 田嶋 拓也, 癒し型ペットロボットの飼い主判別手法の改善, 電気学会論文誌. C, 電子・情報・システム部門誌, No.129 (2009), pp.1662-1668.
- Shibata, T., Emergence of emotional behavior through physical interaction between human and robot, Proceedings of the 1999 IEEE International conference on Robotics and Automation, Vol.4 (1999), pp.2868-2873.
- 柴田 宗徳, ロボットと癒し, 映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.1 (2003), pp.38-42.
- 柴田 宗徳, メンタルコミットロボット・パロとロボット・セラピーの展開, 日本ロボット学会誌, Vol.24, No.3 (2006), pp.319-322.

References

- Futoyu, Y., Kobayashi, H., Nagasawa, H. and Ikenaga, T., Usefulness of dog-assisted therapy in elderly patients with dementia, Kawasaki medical welfare Journal, Vol.17, No.2 (2008), pp.353-361 (in Japanese).
- Hamada, T., Yokoyama, A. and Shibata T., Evolution of robot therapy, Journal of the Society of Instrument and Control Engineers, Vol.42, No.9 (2003), pp.756-762 (in Japanese).
- Kanamori, M., Suzuki, M., Yamamoto, K., Kanda, M., Matsui, Y., Kozima, E., Takeuchi, S. and Oshiro, H., Evaluation of animal-assisted therapy for the elderly with senile dementia in a day care program, Japanese Journal of Geriatrics, Vol.38, No.5 (2001), pp.659-664.
- Kimoto, H., An image retrieval system using impressional words and the evaluation of the system, Journal of Information Processing, Vol.40, No.3 (1999), pp.885-898 (in Japanese).
- Mori, M., The uncanny valley, Robotics & Automation Magazine, IEEE, Vol.19, Issue2 (2012), pp.98-100.
- Naganuma, M., Robot assisted activity system operated by elderly : Promotion of walking exercise using robotic dog, Journal of the Society of Instrument and Control Engineers, Vol.51, No.7 (2012), pp.629-632 (in Japanese).
- Nambo, H., Kimura, H., Hara, M., Abe, K. and Tajima, T., Improvement of the owner distinction method for healing-type pet robots, The transactions of the Institute of Electrical Engineers of Japan. C, A publication of Electronics, Information and System Society Vol.129, No.9 (2009), pp.1662-1668 (in Japanese).

Nakazato, Ito, Nakajima, Takita and Higuchi, Transactions of the JSME (in Japanese), Vol.80, No.820 (2014)

Shibata, T., Emergence of emotional behavior through physical interaction between human and robot, Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Vol.4 (1999), pp.2868-2873.

Shibata, T., Robot and healing (robot and culture), ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol.57, No.1 (2003), pp.38-42 (in Japanese).

Shibata, T., Therapeutic robot Paro for robot therapy, Journal of Robotics Society of Japan, Vol.24, No.3 (2006), pp.319-322 (in Japanese).