振動子を用いた感情モデルとそのロボットへの応用

非会員 加藤 祥史 (名古屋大学)

非会員 竹内 義則 (名古屋大学, 理化学研究所)

非会員 松本 哲也 (名古屋大学)

正員 工藤 博章 (名古屋大学)

非会員 山村 毅 (愛知県立大学)

正員 大西 昇 (名古屋大学, 理化学研究所)

An Emotional Model with Oscillators and its Application to a Pet Robot

Shoji Kato, Non-member (Nagoya University), Yoshinori Takeuchi, Non-member (Nagoya University, RIKEN), Tetsuya Matsumoto, Non-member, Hiroaki Kudo, Member (Nagoya University), Tsuyoshi Yamamura, Non-member (Aichi Prefectural University), Noboru Ohnishi, Member (Nagoya University, RIKEN)

Nonlinear oscillators are often used to express the biorhythm. This paper proposes an emotional model with oscillators (EMO) to model mood and emotion. Mood is a steady state of feeling, which is maintained comparatively weakly for a long time, and it is represented by the Van der Pol nonlinear oscillator. Emotion is a transient of feeling, which is quickly caused, and it is represented by an overdamping oscillator. The EMO models such interactions between mood and emotions as attraction, and produces complicate and unpredictable changes of feeling. Applying the EMO to a pet robot, we conducted simulation and experiment, and obtained satisfactory results demonstrating the validity of the proposed model EMO.

キーワード：情動, 気分, 感情モデル, 振動子, ロボット

Keywords: emotion, mood, emotional model, oscillator, robot

1. はじめに

近年, AIBO⁽¹⁾に代表されるエンターテインメントロボットの研究が盛んである。これらのロボットは, ペットロボット⁽²⁾, 福祉工学⁽³⁾, ヒューマンフレンドリーなインタフェースへの応用⁽⁴⁾が望まれている。ロボットが人間と共生する社会が近づいているといわれるが, 人間がロボットへ親近感を抱くことは重要である。そのために姿, 行動パターン, 振る舞い等の研究⁽⁵⁾⁽⁶⁾や, 感情モデルの研究⁽⁷⁾も行われている。人がロボットを観察し, ロボットに感情の存在を認めれば, より人とロボットの間に円滑なコミュニケーションが築かれると考えられる。

次に, 生体はサーカディアンリズムに代表される様々なバイオリズムを持っている。生体のもつバイオリズムは一定の周期をもって振動しており, その振動は引き込み現象, 漸近安定といった特徴をもつことが知られている。これらの性質を表現するためリミットサイクル形の実線形振動が使用されることが多い。粘菌, 歩行のリズムへの応用⁽⁸⁾等

が研究されている。脳波や神経細胞の活動もリズムカルであることから, 我々は人の精神にもリズムがあると考ええる。我々は日常生活においても躁鬱や機嫌には反動があり, 正負が交互にやってくることを経験的に知っている。気分も長い周期でリズムがあると考えられる。

そこで本研究では, 複数の振動子を用いた感情モデル EMO (Emotional Model with Oscillators) を提案する。長い周期をもって変化する基本的な感情として『気分』を用意し, ファンデルポールを用いた非線形振動子により表現する。また, 短時間に激しい変化をする感情として『情動』を用意し, 過減衰振動子により表現する。

ロボットの情動モデルの構築に関する様々な研究がなされている。藤田は, 本能と情動モデルを用いた犬型ペットロボット AIBO を開発した⁽¹⁾。本能として食欲, 睡眠欲, 人とのインタラクション欲, 情動としての喜び, 悲しみ, 怒り, 嫌悪, 驚き, 恐怖をモデル化している。田島は, MaC (Mind and Consciousness) モデルを用いた猫型ペットロボット NeCoRo を開発した⁽²⁾。MaC モデルは, 心理学の

認知評価理論に基づいて構築した心のモデルであり、外界を認識し、その結果から感情が変化し、その感情に基づいて行動することを特長とする。感情モデルの処理構造は反射的動作を生成する反射的処理階層と、感情や欲求を生成する熟考的処理階層の階層構造で構成される。感情は、満足、怒り、不安、恐怖、嫌悪、驚きからなり、欲求として撫でてもらいたい、抱かれたい、眠いを生成している。MaCモデルを用いた研究としては、牛田らのインターフェースエージェントがある⁽⁴⁾。尾形らは情のモデルを元に行動を生成するロボット WAMOEBA-1Rを開発した⁽⁹⁾。人間の脳情報処理をモデル化し、情の評価基準として自己保存を用いている。その他、エモショナルスペースへの写像を提案した研究⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾、ファジー認知マップを知情意の工学的モデルに応用した研究⁽³⁾、ニューラルネットワークを利用した研究⁽¹²⁾、感情として Emotion, Mood, Feeling の3要素を提案した研究⁽⁷⁾等がある。いずれの研究も線形な反応であったり因果関係に縛られ、複雑で不確定的で予測不可能な感情の動きを表現するには至っていない。また、バイオリズムを考慮したモデルは本研究が初めてである。

本研究では EMO をロボットへ応用するため、知情意の工学的モデル⁽³⁾を利用し、心と体をもつベットロボットを提案する。四脚汎用ロボット TITAN-VIII を使用し実験を行う。

2. 振動子を用いた感情モデル

本研究では、振動子を用いた感情モデル EMO (Emotional Model with Oscillators) を提案する。各単語の定義は「三省堂国語辞典」(三省堂出版)による。

〈2・1〉感情の心理学的知見 感情(emotion)とは、『ある状態や対象に対する主観的な価値づけ。『美しい』『感じが悪い』など対象に関するものと、『快い』『不満だ』など主体自身に関するものがある。また、一時的なものを情動、持続的なものを気分と呼び分ける場合もある。』と定義されている。本研究では主に後者の主体自身に関する感情を扱う。そこで、定義の通り一時的なものを情動、持続的なものを気分とする。

〈2・1・1〉情動 情動(emotion)とは、『感情のうち、急速にひき起こされ、その過程が一時的で急激なもの。怒り・恐れ・喜び・悲しみといった意識状態と同時に、顔色が変わる、呼吸や脈拍が変化する、などの生理的な変化が伴う。』と定義されている。

筆者らは情動には正負の符号はないと考える。例えば、喜びが負の状態になった場合は、一概に悲しみであるとか、怒りであるとは言えない。ゆえに、それぞれの情動がそれぞれ、正の状態のみを取ると考える。また、情動は脳神経細胞の活動の影響を受けていると考えられるので、本研究では振動しつつ収束すると考えている。

〈2・1・2〉気分 気分(mood)とは、『からだの生理的な状態と密接な関係をもつ、比較的弱く長時間持続する感情の状態。』と定義されている。

図1 ファンデルポールの非線形振動子
Fig.1. Van der Pol nonlinear oscillator

気分の要素である躁鬱や機嫌は、正負の状態が長い時間をかけて交互にやってくる事は経験的に知られている。よって、気分は正負それぞれの状態の間を振動していると考えられる。また、気分は情動によって容易に変化する。嬉しい事があれば上機嫌に、いやな事があれば不機嫌になる。また、情動の影響は時間とともに減少し、長い時間が経つと情動による影響は見られなくなる。

〈2・2〉振動子 本研究では2種類の振動子を使用する。『気分』および、体内リズムを司る心拍では、ファンデルポールの非線形振動を用いたリミットサイクル形振動子を使用する。そして『情動』には、減衰振動にバイアスを与えて、過減衰のような振る舞いをする振動子を使用する。本研究では前者の振動子をファンデルポールの非線形振動子、後者を便宜上、過減衰振動子と呼ぶこととする。

〈2・2・1〉ファンデルポールの非線形振動子 ファンデルポールの非線形振動方程式は式(1)の通りである。

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -y + m(x - x^3) + k \times \text{Input} \\ \frac{dy}{dt} &= ax + b\end{aligned}\quad \cdots(1)$$

ここで、Inputは外部入力である。この振動子は引込み、漸近安定といった性質をもつ。 m は、非線形項にかかる係数で、 m を大きくすると波形が正弦波から崩れていく。 a は振動の周期、 b は直流成分、 k は外部入力の影響度に関係する。本研究では、経験的に

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -y + 0.37(x - x^3) + 1 \times \sum z \\ \frac{dy}{dt} &= 0.117188x + 0.017719\end{aligned}\quad \cdots(2)$$

$$x(0) = 0, y(0) = -1$$

とした。 z は後述する過減衰振動子の出力である。外部入力がないときの振動の様子を図1に示す。

〈2・2・2〉過減衰振動子 正弦波状の振動をする非減衰調和振動、

図 2 減衰振動
Fig. 2. Damped oscillation

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -\varepsilon_2 y \\ \frac{dy}{dt} &= \varepsilon_1 x \end{aligned} \quad (\varepsilon_1, \varepsilon_2 > 0) \dots\dots\dots (3)$$

を考える。この系は x と y の相互作用としてクロスカップリングをもっているが、セルフカップリングを考慮し拡張すると、

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -\varepsilon_2 y + \sigma_1 x \\ \frac{dy}{dt} &= \varepsilon_1 x + \sigma_2 y \end{aligned} \dots\dots\dots (4)$$

となる。この系は $\sigma_1 + \sigma_2 = 0$ のとき非減衰調和振動となるが、 $\sigma_1 + \sigma_2 < 0$ ならば減衰、 $\sigma_1 + \sigma_2 > 0$ ならば発散する。この振動子は『情動』に用いるので、時間が経つにつれて減衰するものが望ましい。

また、『情動』は正の値のみをとり、負の値を取る事はないので、

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -\varepsilon_2 y + \sigma_1 x \\ \frac{dy}{dt} &= \varepsilon_1 x + \sigma_2 y \end{aligned} \dots\dots\dots (5)$$
$$z = x - x_0 \exp(-\omega t)$$

とした。 x_0 は $t = 0$ の時の x の値である。 z を出力とし ω の値を適当に取る事により、過減衰のように負の値は取らずに 0 に収束し、かつ減衰振動をする過減衰振動子を『情動』のために用意した。本研究では、

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= -1.1y - 0.35x \\ \frac{dy}{dt} &= 1.1x - 0.35y \end{aligned} \dots\dots\dots (6)$$
$$z = x - x_0 \exp(-0.01t)$$

とした。初期値を $x(0) = x_0 = -1, y(0) = -1$ としたときの様子を図 2, 3 に示す。

〈2・3〉 振動子を用いた感情モデル この節では本研究の特徴である振動子を用いた『情動』と『気分』の働き、および感情モデル EMO (Emotional Model with Oscillators) について述べる。

図 3 過減衰振動
Fig. 3. Overdamped oscillation

図 4 EMO の概要
Fig. 4. Outline of EMO

〈2・3・1〉『情動』 『情動』は〈2・1・1〉で述べたことを実現するために〈2・2・2〉で紹介した過減衰振動子を使用する。『情動』は正の値しか取らないが、『気分』は後述する『気分』に対して、快の影響を与えるか不快の影響を与えるかで、『快的情動』と『不快的情動』に分類した。『情動』は『快的情動』として、喜び、驚き、興味、『不快的情動』として、怒り、不安、恐怖の計六つを用意した。各『情動』に対応する刺激が入力された場合、『情動』は興奮し、過減衰振動子の動きに従って『情動』の大きさが変化する。

〈2・3・2〉『気分』 『気分』は〈2・1・2〉において述べたことを実現するために〈2・2・1〉において紹介したファンデルポールの非線形振動子を使用する。気分は一つ存在し、正負の値を取る。

〈2・3・3〉 EMO (Emotional Model with Oscillators) EMO の特徴は『情動』と『気分』を振動子で表現し、それぞれが相互に影響を及ぼす点である (図 4)。

我々は経験的に上機嫌な時に嬉しい事が起こればとても嬉しいが、不機嫌な時に同じ事が起きても同じようには嬉

図 5 気分と情動の相互作用

Fig. 5. Interaction between mood and emotion

しくないという事を知っている。また、嬉しい事が続けば上機嫌になり、腹の立つ事が続くと不機嫌になる事を知っている。この事を考慮して、『情動』は『気分』の波形に影響を与え、『気分』も『情動』の強さに影響する。

『気分』は『情動』の影響を受け、引き込み現象を起こす。すなわち、『快的情動』がおこれば正の影響を、『不快的情動』がおこれば負の影響を『気分』におよぼす。これにより『気分』の波形は『情動』の波形に引き込まれ変形する。少しでも『情動』が興奮するタイミングが違うと、『気分』は異なった形に変形するために、同じ刺激が外部から入力されても、人間の感情の予測不可能性を表現できると考えられる。また、嬉しい事が続けば上機嫌になり、腹の立つ事が続くと不機嫌になるという状況を表現できる。

また、『気分』は『情動』に対して、増幅の効果を与える。すなわち、『気分』が正の時、『快的情動』が興奮すると、気分が良いほどその『情動』の波形は大きくなり、『不快的情動』が興奮すると、気分が良いほどその『情動』の波形は小さくなる。逆に『気分』が負の時、『快的情動』が興奮すると、気分が悪いほどその『情動』の波形は小さくなり、『不快的情動』が興奮すると、気分が悪いほどその『情動』の波形は大きくなる。これにより、上機嫌な時に嬉しい事が起こればとても嬉しいが、不機嫌な時に同じ事が起きても同じようには嬉しくないという事を表現できる。図 5 は、上述の増幅、引き込みを示す実験結果の一例である。

3. ロボットへの応用

本研究で提案する EMO はペットロボットへのインプリメントを前提としている。図 6 のように、ロボットは心と体をもつ。心は知情意の工学的モデル⁽³⁾を利用し表現する。体は顔表情、体内リズム（心拍）、振る舞い、動作からなっている。

また、外部環境は環境音とロボットのオーナーからなる。本研究では外部環境からの音声を入力としている。また、オーナーはロボットに対して、評価および指示を言語によって行う。

〈3・1〉心 心は知、情、意の三つのパートから成っている。知としては『解釈』、『動作の知識』、情とし

図 6 心と体と外部環境の構造

Fig. 6. Structure among heart, body and external environment

ては『情動』、『気分』、意としては『意志』からそれぞれ成っている。

入力はロボットの周囲の環境から、出力はロボットの体へと与えられる。

〈3・1・1〉知（『解釈』） 知のパートは『解釈』と『動作の知識』から成っている。

『解釈』はオーナーが行う言語入力に対して、特定単語から『動作の知識』および『情動』へ対応付けを行う。出力は、オーナーがロボットの動作を観察して評価する単語「よし」「だめ」「わ」の場合『情動』へ、ロボットへの動作の指示「歩け」「戻れ」「止まれ」「気を付け」「屈伸」「お手」の場合は『動作の知識』へとになっている。

〈3・1・2〉知（『動作の知識』） 知の『動作の知識』としてロボットは実行可能な動作を知っている。動作の指示が与えられ、かつ実行意志があれば、所持している『動作の知識』から、指示された動作を選択し実行する。本研究において所持する『動作の知識』は前進、後退、旋回、屈伸運動、お手、気を付け、止まれが用意されている。

〈3・1・3〉情（『情動』と『気分』） 情のパートとしての『情動』と『気分』は、2 で提案した EMO を使用する。

〈3・1・4〉意（『意志』） 意のパートとしての『意志』は『気分』に対し一定の閾値を設定する。閾値以上ならば『動作の知識』に動作を指示する。閾値以下では実行の意思を喪失し、動作を実行しない。

〈3・2〉体 心の変化の影響で、ロボットの体に現れる出力として、顔表情、心拍、動作を用意する。

〈3・2・1〉顔表情 感情を相手に伝える手段として、顔表情はとても重要である。

『情動』の強さがある閾値を超えるとその『情動』に対応した表情が生成される。そして別に用意した閾値より『情動』の強さが下がると、平静の表情が生成される。本研究では、六つの『情動』と平静の計 7 パターンの表情を用意した。各表情は重複せず、独り勝ちすることになっている。

よって、ある『情動』が高まって表情が出力されている場合に、他の『情動』がその『情動』を上回れば後者の『情動』の表情が出力される。一般的に人間の顔表情は感情の判別に利用され、複雑な感情が起こる場合などの例外を除けば、顔表情の分類は一意になされる。

〈3・2・2〉体内リズム（心拍） 体内リズムのなかでも心拍は情動の影響を受けた時に、最も実感できる変化である。

用意された『情動』は『快的情動』と、『不快的情動』に分類されるが、それとは別に心拍への影響としても分類できる。喜び、驚き、怒りは心拍を速くする効果がある。不安、恐怖は心拍を遅くする効果がある。本研究では、心拍を司る振動子として、〈2・2・1〉で述べたファンデルポールの非線形振動子を用意した。また、用意した振動子より周期が短い振動子と長い振動子をそれぞれ用意した。それぞれの振動子に対して心拍を司る振動子は引き込みを起こす。心拍を速くする『情動』が高まれば、周期が短い振動子に対して心拍を司る振動子が引込まれる。逆に、心拍を遅くする『情動』が高まれば、周期が長い振動子に対して心拍を司る振動子が引込まれる。

この体内リズムは心拍のほかに呼吸、歩行などのあらゆるリズムカルな運動に影響を与えるよう拡張することが可能と考える。

〈3・2・3〉振る舞い ロボットの振る舞いもまた、情動の影響を受けやすい。

喜び、驚き、恐怖などを感じた時、無意識な振る舞いが生起されやすい。ロボットが行う振る舞いは、喜びは前後方向のピストン運動、驚きは伸び上がり運動、恐怖は横方向の震えとして表現される。

〈3・2・4〉動作 動作は後述するオーナーの指示にしたがってロボットが行う動きである。

動作の種類は、前述の『動作の知識』により決定されている。また、前述の『意志』の強弱により、動作の実行を行うかどうかが決まる。ロボットが行う動作として、前進歩行、後退歩行（CGによるシミュレーションのみ）、旋回（実機のみ）、屈伸運動、お手動作、気を付け動作、停止が用意されている。

〈3・3〉外部環境 ロボットの外部環境は主にロボットに対する入力として作用する。

〈3・3・1〉環境音 外部環境として音声を用意した。本研究では環境音の特定の周波数帯に入力が有ると、周波数と情動との1対1の対応により『情動』が興奮することとした。

〈3・3・2〉オーナー オーナーはロボットに対して言語による指示、または評価を行う。本研究ではある特定の単語がオーナーから入力されると、前述の『解釈』において1対1の対応を行う。

入力単語が指示ならば、『意志』において実行の決定を行い、『動作の知識』において動作を選択する。指示として、「止まれ」、「気を付け」、「お手」、「屈伸」、「歩け」、「戻れ」

図7 システムの概要

Fig. 7. Overview of system

を用意した。

入力単語が評価ならば、対応する『情動』が興奮する。評価として「よし」、「だめ」、「わ」を用意した。

4. 実験と考察

〈4・1〉使用装置 本研究で行った実験での使用装置はワークステーション、パーソナルコンピュータ、四脚ロボットである（図7）。四脚ロボットは、東京工業大学と東京精機株式会社によって開発された TITAN-VIII である。ロボットは各脚3自由度の合計12自由度である。本研究で用いたロボットには顔が付いていないので、顔表情と心拍は、ワークステーションのモニタに表示する事とした。

〈4・2〉実験 ワークステーション付属のマイクより外部環境音をひろい入力とした実験を行った。本実験では、6個の『情動』それぞれに周波数の異なる入力を割り当てた。人の声が興味、銃声が驚き、鈴の音が喜び、手榴弾の投擲音が怒り、非常ベルが恐怖、警笛が不安のそれぞれの『情動』を引き起こすこととした。

パーソナルコンピュータ付属のマイクよりオーナーが音声でロボットに対し指示と評価を行う。指示として、歩け、戻れ、止まれ、気を付け、お手、屈伸のそれぞれを用意した。オーナーは主観的判断により音声指示に対するロボットの動作に評価をくだす。評価として、「よし」のとき喜びの、「だめ」の時不安の、「わ」のとき驚きの各『情動』を引

図 9 シミュレータの実験：感情を持っているように思いますか？

Fig. 9. Simulator result: Do you feel emotion?

図 10 シミュレータの実験：気分のリズムカルな変化が感じられますか？

Fig. 10. Simulator result: Do you feel rhythmical change of mood?

図 11 ビデオの実験：感情を持っているように思いますか？

Fig. 11. Video result: Do you feel emotion?

図 12 ビデオの実験：ふるまいが生き物らしく感じられますか？

Fig. 12. Video result: Do you feel a behavior like a creature?

き起こすこととした。

図 8 に実機による実験結果を示す。まず警笛が鳴り不安な『情動』が、『気分』が悪いため強く起こっている。不安という『不快的情動』に引き込まれ、『気分』がより悪くなっている。その後『気分』が回復し、「お手」の命令に従っている。それに対して、「よし」と褒めることによりロボットに喜びの『情動』が強く起こっている。その際、ロボットは喜びを示す振る舞いを行っている。

EMO の妥当性を評価するために心理実験を行った。被験者は 20 代の男女 21 名で、本ロボットと同じインタラクションの出来るシミュレータの操作、本ロボットの実際の動作を撮影したビデオの鑑賞を行ったあと、アンケートにより調査を行った。シミュレータの操作では、感情モデルの妥当性を評価するため CG によるロボット振る舞いだけでなく、情動と気分の変化をグラフで示している。評価項目として、シミュレータの操作では、感情を持っているように感じるか (図 9)、気分のリズムカルな変化を感じるか (図 10)、ビデオの鑑賞では、感情を持っているように感じるか (図 11)、ふるまいが生き物らしく感じるか (図 12) について質問した。結果をそれぞれの図に示す。

〈4・3〉考 察 外部刺激と情動との対応が単純で固定であるため、同じ入力に対して、対応する表情、振る舞いがいつも同じである。しかし、同じ刺激でも、入力時の『気分』により『情動』の強さが変わり、その『情動』が『気分』の波形に影響する。したがって、複雑で予測不可能な感情を表現できたと考えられる。さらに、『気分』が悪いときは、行動の『意志』を喪失する。よって、ロボットの行動にも複雑で予測不可能であることが反映されている。このことは、AIBO や NeCoRo のようなペット型ロボットや他の感情モデルでは実現されておらず、他のモデルと比べ有効であるといえる。

シミュレータの心理実験の結果から、90%の被験者が感情を持っている、どちらかといえば感情を持っていると感じ、81%が気分のリズムカルな変化を感じる、どちらかといえば感じると答えた。この結果から EMO は感情の動きを表現するのに妥当であるといえる。特に、43%の被験者は気分のリズムカルな変化を感じると答えており、感情を持つと答えた 29%よりも多い。このことから、躁鬱を繰り返す感情の表現に適しているといえる。したがって、複数の振動子を用いた感情モデルには妥当性があると考えられる。

ビデオの鑑賞から、63%の被験者が感情を持っている、ど

図 8 実機による実験結果

Fig. 8. Experimental result of real robot

ちらかといえば感情を持っていると感じ、53%がふるまいを生き物らしく感じる、どちらかといえば感じると思った。ビデオの鑑賞では情動や気分の変化の様子はロボットの行動を通じてしか感じ取ることができないため、直接それらを示すシミュレータの実験と比べ感情を感じにくくなっている。この数値は NeCoRo での実験と同程度の値である⁽²⁾。

また、第3者が実験を観察したところ、『お手』動作や『驚き』の振る舞いに対して、生き物らしさを感じることができたと評価をうけた。ペットロボットとして、人がロボットに感情を認めるためには、愛玩動物の仕草を真似るのが効果的であると考えられる。この際、耳や尻尾が重要な役割を果たしているのは飼育犬等を観察すれば明らかである。しかし、本研究で使用したロボットにはそのような慣性の小さいものが無く、全身もしくはモニタの表情で感情を表現しなければならなかったため、人がロボットに感情を認めるにあたり限界が生じたと考えられる。本ロボットの体(3・2)は、顔表情、体内リズム(心拍)、振る舞い、動作からなっている。これに、耳や尻尾を追加した場合、さらに感情の表現力が増すことになる。例えば喜びでは前後

方向のピストン運動に加え尻尾を振る、驚きでは伸び上がり運動に加え耳を立てるなどの表現が可能となる。

5. ま と め

本研究では、振動子を用いた感情モデル EMO を提案し、そのロボットへの応用を述べた。人間の感情が振動子によっている事は証明されていない。しかし、心理実験により、観察者がロボットに感情の動きを感じた。したがって、感情の内部状態を完全に表現できなくとも、複数の振動子を用いた感情モデルには妥当性があると考えられる。

『気分』の変化は、人間のバイオリズムと対応させることができる。したがって、長時間使用することによってその有効性を確認することが今後の課題である。

(平成 13 年 5 月 24 日受付, 同 14 年 3 月 15 日再受付)

文 献

- (1) 藤田雅博:「ペット型ロボットの感性表現」, 日本ロボット学会誌, vol.17, no.7, pp.947-951 (1999)
- (2) 田島年浩:「感情を持ったペット型ロボット」, 映像情報メディア学

- 会誌, vol.54, no.7, pp.1020-1024 (2000)
- (3) 橋本智己, 山口亨, 宮道壽一:「福祉知能ロボットにおける情動指向のマンマシンインタフェース」, 日本ロボット学会誌, vol.16, no.7, pp.993-1000 (1998)
- (4) 牛田博英, 平山裕司, 中嶋宏:「自律的行動決定モデルに基づくインタフェースエージェント」, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D-II, No.10, pp.1655-1665 (1999)
- (5) Hiroshi MIZOGUCHI, Tomomasa SATO, Katsuyuki TAKAGI, Masayuki NAKAO, Yotaro HATAMURA: "Realization of Expressive Mobile Robot," Proc. Int. Conf. on Robotics and Automation, vol.1, pp.581-586 (1997)
- (6) 中田亨, 安田悦子, 森武俊, 佐藤知正:「ロボットの行動による人間への感情表現」, 第15回日本ロボット学会学術講演会, pp.387-388 (1997)
- (7) Naoyuki KUBOTA, Norio BABA, Fumio KOJIMA, Toshio FUKUDA: "Evolving Pet Robot with Emotional Model," Proc. Congress on Evolutionary Computation, pp.1231-1237 (2000)
- (8) 宮腰清一, 多賀徹太郎, 國吉康夫, 長久保品彦:「神経振動子を用いた三次元2足踏みシミュレーション」, 日本ロボット学会誌, vol.18, no.1, pp.87-93 (2000)
- (9) 尾形哲也, 菅野重樹:「自己保存に基づくロボットの行動生成—方法論と機会モデルの実体化—」, 日本ロボット学会誌, vol.15, no.5, pp.710-721 (1997)
- (10) Jun SATO, Shigeo MORISHIMA: "Emotion Modeling in Speech Production using Emotion Space," Int. Workshop on Robot and Human Communication, pp.472-477 (1996)
- (11) Shigeo MORISIMA, Hiroshi HARASHIMA: "Emotion Space for Analysis and Synthesis of Facial Expression," Proc. Int. Workshop on Robot and Human Communication, pp.188-193 (1993)
- (12) Toyotoshi Yamada, Hideki Hashimoto, Naoko Tosa: "Pattern recognition of emotion with neural Network," Proc. Int. Conf. on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation, pp.183-187 (1995)

加藤 祥史 (非会員) 1976年6月24日生。1999年, 名古屋大学工学部電子情報工学科卒業。2001年, 同大学院工学研究科電子情報工学専攻博士課程前期課程修了。在学中は, 感性情報処理, ロボティクスの研究に従事。

竹内 義則 (非会員) 1972年3月13日生。1994年, 名古屋大学工学部情報工学科卒業。1996年, 同大学院工学研究科情報工学専攻博士課程前期課程修了。1999年, 同専攻博士課程後期課程修了。同年, 日本学術振興会特別研究員。2000年, 名古屋大学大学院工学研究科助手。平成10年度電子情報通信学会学術奨励賞。アクティブビジョン, ロボティクスの研究・教育に従事。博士(工学)。電子情報通信学会, 日本ロボット学会, IEEE各会員。

松本 哲也 (非会員) 1960年3月13日生。1982年, 名古屋大学工学部電気学科卒業。1984年, 同大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了。同年(株)東芝入社。1993年, 名古屋大学大学院博士課程後期課程修了。同年, 名古屋大学情報処理教育センター助手。現在, 名古屋大学大学院工学研究科助手。画像処理, ニューラルネットワークに関する研究に従事。博士(工学)。電子情報通信学会, 日本神経回路学会, 人工知能学会, 日本医用画像工学会各会員。

工藤 博章 (正員) 1968年6月5日生。1991年, 名古屋大学工学部電気学科卒業。1993年, 同大学大学院工学研究科電気系専攻博士前期課程修了。1996年, 同専攻博士後期課程修了。同年, 名古屋大学工学部助手。1999年, 同大学大学院工学研究科講師。2000年, 同大学情報メディア教育センター助教授。平成7年度日本学術振興会特別研究員。視覚情報処理機能の計測・モデル化, コンピュータビジョンの研究に従事。博士(工学)。電子情報通信学会, 映像情報メディア学会, IEEE各会員。

山村 毅 (非会員) 1964年10月27日生。1987年, 名大・工・電気卒。1989年, 同大学院情報工学専攻博士課程前期修了。1992年, 同博士課程後期単位取得退学。同年名古屋大学工学部助手。1995年, 同講師。1998年, 愛知県立大学情報科学部助教授。博士(工学)。自然言語処理, 人工知能, 視覚情報処理の研究・教育に従事。電子情報通信学会, 情報処理学会, IEEE各会員。

大西 昇 (正員) 1951年2月3日生。1975年, 名古屋大学大学院電気系専攻修士課程修了。同年, 労働福祉事業団研究員。1986年, 名古屋大学工学部講師。1989年, 同助教授。1993年, 理化学研究所バイオ・ミメティックコントロール研究センターチームリーダー併任。1994年, 名古屋大学工学部教授。2002年, 名古屋大学工学研究科教授。コンピュータビジョン・オーディション, ロボティクス, 生体工学, 福祉工学などの研究・教育に従事。工学博士。1996年度計測自動制御学会賞(技術賞)。電子情報通信学会, 情報処理学会, 計測自動制御学会, 日本ロボット学会, 日本神経回路学会, 映像情報メディア学会, IEEE等各会員。