

看護実習用患者ロボットの感情モデルに基づく表情生成

前泰志 (大阪大学) 橋本智治 土屋智子 見浪護 (福井大学)
大西武夫 ((株) システム・ワン)

Expression Generation of Patient Robot based on Emotion Model

*Yasushi MAE (Osaka University), Tomoharu HASHIMOTO, Satoko TSUCHIYA,
Mamoru MINAMI (University of Fukui), Takeo ONISHI (System-one Co. Ltd.)

Abstract— The paper describes expression generation of a patient robot using visual-sensing and chaos-driving emotion model. Patient robot simulates human physiologic and physical reaction for training and evaluation of nursing skill of student nurses. The patient robot will be used for not only training but also objective evaluation of nursing action for improvement of nursing skill. Looking at the patient face in nursing actions is important so that the patient feels safe. Small CCD cameras are embedded into the eyes of a head of a simulation model in order to evaluate whether the nurse is looking at the patient face. Servo motors are embedded in the head and they actuates the skin of the face based on an emotion model. A developed prototype patient robot changes expression depending on the emotional states determined by the face recognition and chaotic state transition.

Key Words: Patient robot, Emotion model, Chaos

1. はじめに

近年、無資格の学生が実施する看護実習には非常に危険が伴うことや倫理的な側面を考慮し、看護学生が学生同士や患者に対して技術トレーニング（特に倫理的問題や身体侵襲を伴う看護技術）を行いながら熟練度を高める機会が失われつつある。しかし一方、社会が看護者に求める看護技術能力は高まっている。とくに、看護において、患者が安心して安全に看護を受けられるためには、看護者は、患者を常に観察し、患者の肉体的、心理的苦痛を和らげるように患者の様子に合わせて看護を行わねばならない。このような看護の訓練のためには、看護動作に合わせて、表情を変えたり、手足を動かすなどの生理的、心理的に引き起こされる身体動作を実現可能な、できるだけ生身の人間に近い実習用教材の開発が求められている。

現在、人体を模したファントムと呼ばれる人体モデルもいくつか開発されているが、その多くは医療・看護における部分的な個別技術の技量訓練用であり、人間相手の訓練とは現実感が大きく違うことが問題である。全身の人体モデルも存在するが、患者が引き起こす意識的、無意識的な反応に対する対応を訓練できる高機能なものは存在しない。

実践的な看護技量を高めるためには、看護学生が患者からの反応に対する対応も学習できる教材が必要である。そのための教材として、人体モデルにカメラや圧力センサなど各種センサを埋め込み、看護学生の看護動作における動きや力を計測し、それに応じた生理的反応や反射的身体動作を模擬可能な人体モデルがあるとよい。さらに、看護実習においては、看護技量を客観的に評価できることも重要である。人体モデルに埋め込んだセンサの計測データから熟練者と初心者の看護動作の違いが区別できれば、看護技術のトレーニングだけでなくその評価も可能となる。本稿では、以上

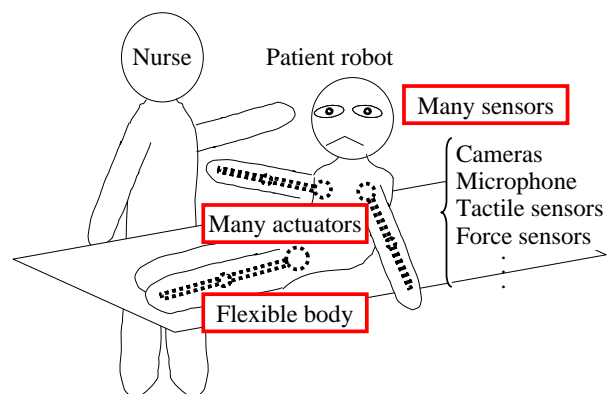


Fig.1 Training and evaluation of nursing skill with patient robot

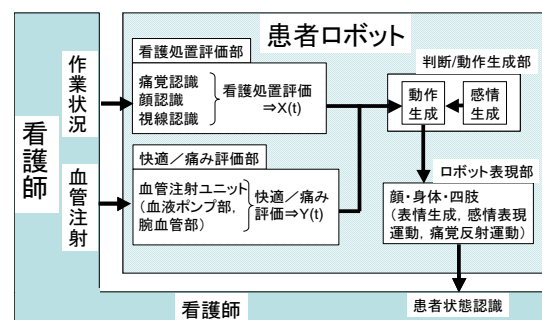


Fig.2 Structure of patient robot

のような人間の生理反応や反射動作を模擬でき、看護技量の評価も可能な高機能な人体モデルを患者ロボットと呼ぶ。



Fig.3 SAKURA

患者ロボットの概念図を Fig.1 に示す。患者ロボットの構成図を Fig.2 に示す。患者ロボットには多数のセンサや埋め込まれており、看護動作をセンシング可能とする。さらに多数のアクチュエータも埋め込まれており、看護動作によって引き起こされる患者の心理状態や生理状態を模擬し、状態に合わせて表情を変えたり、手足を動かすなどの身体表現が可能とする。本研究の最終目的は、看護や医療行為に対して人間を模した身体反応を出力し、看護技量の評価も可能な患者ロボットを開発することである。

これまでに、[1] では、従来ある看護実習用モデルの頭部の目の部分に小型 CCD カメラを取り付け、注射動作を例に看護学生が患者の様子を伺いながら注射をしているかどうかを画像認識を用いて評価可能なことを実験によって確認した。しかし、看護学生の動作に合わせて患者ロボットが表情を変化させることはできていなかった。本報告では、新しく試作した表情生成可能な患者ロボットとカオス軌道を用いた表情生成法について述べる。

2. 患者ロボットの試作

2.1 頭部の設計

患者ロボットの人体モデルには以前試作した患者ロボット同様、万能型実習モデル“さくら”(Fig.3)を使用している。さくらは全長 158cm の成人女性型の全身モデルであり、首の回転から足のつま先まで、人間とほぼ同等の自由度を確保している。材質には主に軟質特殊樹脂や硬質特殊樹脂を使用しており、その重さは 18kg である。このさくらの頭の表面の皮膚の役割をしている軟質特殊樹脂の内側には頭蓋の役割をしている硬質特殊樹脂がある。この硬質特殊樹脂を切断し、その内部の両眼部分に CCD カメラやラジコン用のサーボモータを Fig.4 に示した図面のように取り付ける。試作した頭内部の画像を Fig.5 に示す。

2.2 駆動機構

頭内部に取り付けた表情を生成するためのモータは、全部で 9 個である。これらのモータを用いて、眉毛の

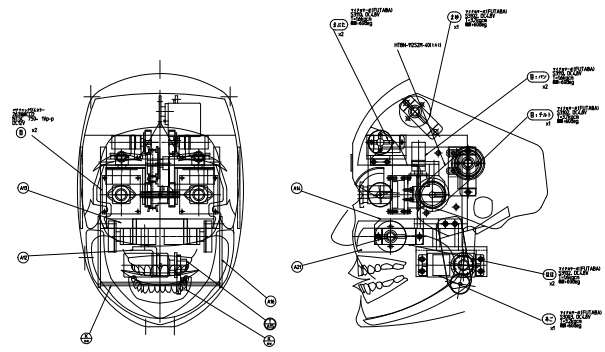


Fig.4 Structure of head

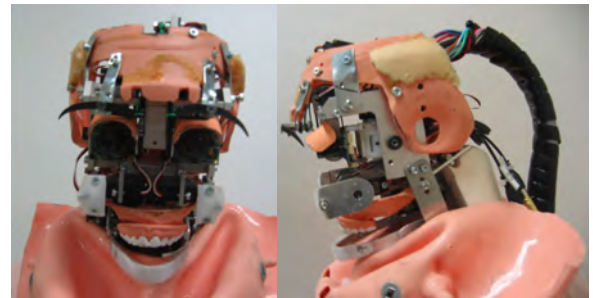


Fig.5 Overview

1 自由度、両まぶたの 2 自由度、両ほほの 2 自由度、あごの 1 自由度、CCD カメラのパンの 2 自由度、チルトの 1 自由度を駆動している。眉毛の 1 自由度によって、左右の眉毛を同時に上下に動かすようにしている。カメラのチルトの 1 自由度で、左右のカメラを同時に上下に向きを変えられるようにしている。

この他に顔を左右に向けられるようにするため、首にステッピングモータを取り付けている。

このように今回試作した患者ロボットは頭と首の部分で計 10 自由度ある。

2.3 システム構成

試作したロボット頭部のシステム構成図を Fig.6 に示す。患者ロボットの目に取り付ける CCD カメラにはシーアイエス製の DCC-2010N を使用している。このカメラは 25 万画素 CCD、1 / 4 インチレンズ、 $f = 1.9[\text{mm}]$ である。本研究は将来的に両眼視により看護師の認識が可能になることを目標にしているため CCD カメラ及び画像入出力ボードを 2 つずつ用意し、人体モデルの両目に CCD カメラを取り付けている。画像入出力ボードとして(株)サイバーテックの CT-3001 を使用している。

3. 表情生成法

今回試作した患者ロボットの表情生成を行う。人間の個性の違いや機嫌の変化をカオス軌道の変化によって感情を表す状態を変化させる感情モデルを考え、患者ロボットが、感情の状態を表情によって表現できるようにすることを考える。

感情の状態変化にカオス軌道の変化だけではなく、力

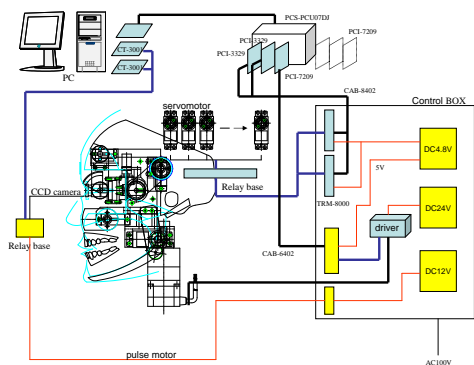


Fig.6 Connected Chart

メラから得られる看護師の行動結果からでも感情の状態を変化させることによって、看護師の動作に応じた患者ロボットの表情変化が可能となる。

3.1 感情モデル

患者ロボットの感情の状態を変化させるカオス軌道の例として、レスラーモデルと呼ばれる非線形微分方程式

$$\dot{x} = -y - z \quad (1)$$

$$\dot{y} = x + ay \quad (2)$$

$$\dot{z} = b + (zx - c) \quad (3)$$

$$(a = 0.2, b = 0.2, r = 5.7)$$

の $x - y - z$ 空間内の解軌道を Fig.7 に示す。この軌道は、ある周期軌道に収束することはなく、常に新しい時間軌道を生成し続ける。 $x - y$ 平面内の解軌道を Fig.8 に示す。Fig.8 の $x - y$ 平面軌道を別々に $x(t)$, $y(t)$ として時間軌道を描いたものが Fig.9 である。この $x(t)$, $y(t)$ を感情の変化に用いる。

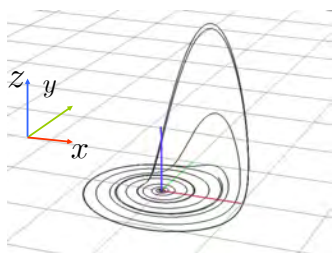


Fig.7 Rössler model solution orbit

3.2 表情生成実験

表情生成は、カメラのパン・チルト及び首の回転の機構を除いた眉毛、まぶた、ほほ、あごの計 6 自由度で行う。ここでは、今回試作した患者ロボットに実装させたサーボモータを用いて実際に表情が生成されるか確認した実験について説明する。目標とする表情は、まず、以前試作された患者ロボットにより生成された、笑顔、標準顔、痛そうな表情の 3 種と今回より新たに実装した感情モデルに適応させるための怒っている表

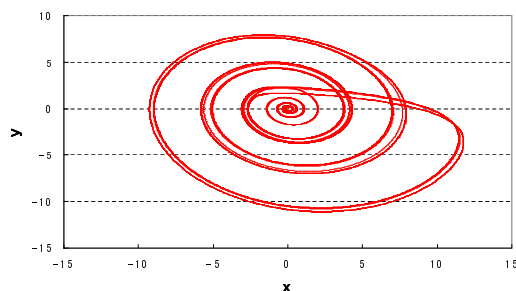


Fig.8 x-y orbit

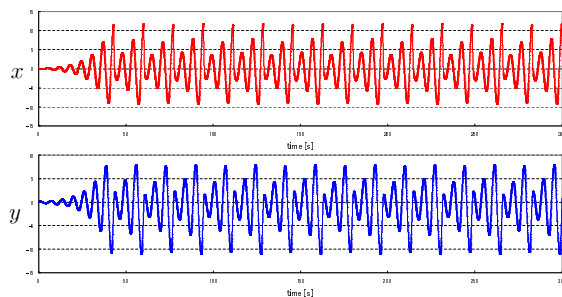


Fig.9 $x(t)$, $y(t)$ time orbit

情を加えた計 4 種である。まず、まぶたを構成しているサーボモータ以外を全て中立点にした際の表情を標準顔 (Fig.10) とし、この状態を普段の表情に定めている。次に、笑っている表情をさせるため、眉毛の外側の端を下げ、両まぶたを中立点にし、あごを下げるようにサーボを制御した。結果、まぶたを薄く閉じて安心しているような表情 (Fig.11) が生成された。そして、怒った表情をさせるため、眉毛の内側の端を下げ、両ほほ、あごおよびまぶたを上げるようにサーボを制御した。結果、眉間に力を入れた不愉快そうな表情 (Fig.12) が生成された。最後に、痛そうな表情をさせるため、眉毛の内側の端を下げ、左ほほと右まぶたを上げ、右ほほと左まぶたを下げるというこれまでとは違い、左右非対称になるようにサーボを制御した。結果、片目を閉じ、片ほほを引きつらせ痛みを耐えているような表情 (Fig.13) が生成された。以上の結果よりサーボモータを用いて表情が生成されることが確認できた。

3.3 感情モデルの動作確認

画像を用いた正面顔認識とカオス軌道を用いた感情モデルが正常に機能しているか確かめるために行った表情生成実験について述べる。看護師の代わりに、Fig.15 に示した人形の顔を患者ロボットに取り付けた CCD カメラから 500mm の位置に人形を固定するという状況のもとで行った。

実験は Fig.15 に示した人形の顔を人間の代わりに用いて、この人形から 500mm 離れた位置に CCD カメラを固定し、この状況の中で得た適合度を比較した。



Fig.10 Normal face



Fig.12 Angry face



Fig.11 Smile face



Fig.13 Painful face

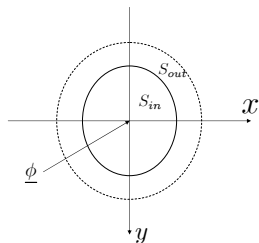


Fig.14 Ellipse Model



Fig.15 Target Face

3.3.1 看護者の正面顔の検出法

人体モデルの頭部に取り付けたカメラを一つだけ用いる。看護者の正面を向いた顔を検出するために、顔の色と形状を表した顔モデルを定義し、Model-based Matching 法によって正面顔を検出する。探索アルゴリズムとして GA (遺伝的アルゴリズム) を用い、高速な正面顔の検出を実現する。顔モデルによって顔が検出された後で、顔モデルの目、眉の位置に、目、眉に相当する特徴が画像上にあるかどうかを調べ、特徴が発見されるときに顔が正面を向いていると判断する。目と眉の特徴を検出する評価関数の値が十分大きい場合に、顔が正面を向いていると判断する。

ここで用いる看護者の正面顔の基本的な検出方法は、[1] と同じであるが、顔を検出する顔モデルの形状として円から楕円に変更している。これは、楕円モデルを用いた方が円モデルを用いる場合よりも顔検出の位置精度は上がるためである。楕円形状のモデルを Fig.14 に示す。

3.3.2 実験

実験はこの状態で機嫌の値を与えて固定した場合とカオスにより機嫌の値を変動させる場合の 2 通り行い、それぞれ 2000 フレームずつ解析させ続け、生成された表情の回数を計測するというものである。なお、表情を生成させる間隔は 100 フレームであり、2000 フレーム

Table 1 Frequency of expression generation I

Mood	Angry face	Standard face	Smile face
0	0	2	18
-20	20	0	0
20	0	0	20

Table 2 Frequency of expression generation frequency II

Mood	Angry face	Standard face	Smile face
Chaos	2	5	13

解析させた際の看護師が患者を見たカウント数の 100 フレーム毎の平均は 31 回である。

まず、機嫌の値を -20, 0, 20 とした固定した場合の実験を行った。Fig.15 の人形の顔を 2000 フレーム解析させた際の 100 フレーム内の治療者が患者を見た回数の平均は 31 回なので機嫌の値を 0, 20 とした場合は常に笑った顔が生成されるはずである。また、プログラムが正常に機能しているなら、機嫌の値が -20 なら常に怒った表情が生成されるはずである。結果を Table 1 に記載する。Table 1 より、予想通りの実験結果を得ることができたので感情モデルは正常に機能しているといえる。

次に機嫌の値をカオスにより出力する場合の実験を行った。カオスにはレスラーモデルの x 成分を使用している。カオスを用いた場合は 100 フレーム毎に機嫌の値がカオスにより変動するため生成される表情にバラつきが出るはずである。結果を Table 2 に記載する。Table 2 より、予想通りの実験結果を得ることができたのでカオスは正常に機能しているといえる。

以上により、今回実装した感情モデルが正常に働くことを確認できた。

4. まとめ

本稿では、看護や医療行為における患者の身体反応を模擬可能な患者ロボットの試作について述べた。

頭部にサーボモータを配置し、患者ロボットの顔表面の皮膚を動かすことによって、患者ロボットに標準顔、怒っているときの表情、笑っているときの表情、痛そうなどときの表情の 4 種類の表情生成を可能とした。感情モデルを定義し、状態の変化に応じて異なる表情を表現可能なことを確認した。

今後の課題として、患者ロボットの腕に注射の技量を測るセンサーを実装し、看護師の注射技量を測れるようにすることが挙げられる。さらに実際の患者は何か異常を感じた場合、声を発したり、手足を動かすなどで看護者に伝えることが可能である。患者から意識的な表現がない場合にも、生理的な状態が反映されるバイタルサインをモニタリングすることで、異常を検知可能である。患者ロボットにこのような人間と同様な機能を付加することが今後の課題である。

[1] 前 泰志 宋 薇 上木 強 見浪 護: “看護・医療技量の向上とその評価のための実習用患者ロボット - 注射動作における患者の視点からの正面顔検出 - ”, 第 23 回日本ロボット学会学術講演会, CD-ROM, 3J35, 2005.