

Virtual Performer : Virtual Musicianの映像表示と 指の動きのモデル化

6H-5

亀井克之* 片寄晴弘* 佐藤宏介** 井口征士**

* (財) イメージ情報科学研究所 ** 大阪大学基礎工学部

1. はじめに

人間との間でイメージ情報をコミュニケーションする Virtual Performer の研究を進めており、その一環として、人間の演奏に協調する仮想の音楽演奏パートナー (Virtual Musician) を提案している¹⁾。Virtual Musicianは、AV環境の下でリアルな演奏家像を与えるものである。リアリティを向上させるためには、その演奏方式はもとより、映像表示方式についてもCG, VRなどの技術の導入が要求される。本稿では、Virtual Musicianの映像表示部の構成について検討し、ギター演奏時の左手を表現するための指のモデル化手法を提案する。

2. 映像表示部の構成

映像表示部の構成を図1に示す。映像表示部はグラフィックワークステーションで構成し、制御部とはLANにて結ばれる。制御部から演奏情報を受け取り、これに合わせて映像を変化させる。現在、ギター演奏者の映像表示を対象としており、通信される演奏情報として、ギターのコード(左手用)と右手の上げ下げ情報を用いている。

Virtual Musicianの映像は、実画像とCG画像を合成して作成する。人物全体や背景部分には、実画像を用いるが、楽器演奏時に特に細かく動作する指の動きはCGで作成する。リアリティを向上させるためには、楽器演奏時の自然な指の動作を再現しなければならない。しかし、指運動の実時間計測は困難であり、また、楽器演奏の際の指の位置の移行パターンは数限りなく存在し、これらすべての運動を数値テーブル化することは不可能である。そこで、指をモデル化し、そのモデルにしたがって、指の形状、運動を生成していく。

3. 指の形状、運動のモデル

ギター演奏時の左手について考えると、モデル化において重要になるのは、(1)コードを指定したときの手(弦を押さえていない指も含む)の形状の決定、(2)コード進行が指定されたときの運動の生成、である。指の形状については、指先の位置を与え、関節角度による評価関数の最大化によって形状を決定する

手法が提案されている²⁾。われわれは、指相互の係わりも考慮に入れた手のエネルギー評価関数を定義し、その最小化によって、指先位置の指定されていない指も含め全指の形状を決定する。また、運動生成においても、このエネルギー評価関数を利用する。

(1) 評価関数の最小化による指形状の決定

指をセグメントと関節でモデル化する(図2)。各関節の角度と指先の位置によりエネルギー評価関数を定義する。i番目の指のj番目の関節角度 a_{ij} (0から1に正規化)とパラメタ α_{ij} , β_{ij} , γ_{ij} を用い、 $E_f = \sum_j \{ \alpha_{ij}(a_{ij} - a_{ij-1})^2 + \beta_{ij}(a_{ij} - a_{i-1j})^2 + \gamma_{ij}(a_{ij} - a_{ij}^0)^2 \}$ とする。 a_{ij}^0 は手の力を抜いた(弛緩)時の角度である。第一項は各指についての関節、第二項は隣り合う指の関節が同じ角度になるように作用する。第三項は弛緩時の形状に近づけるように作用する。また、指先の位置合わせのため、指先の位置を p_i 、望ましい位置を P_i として、

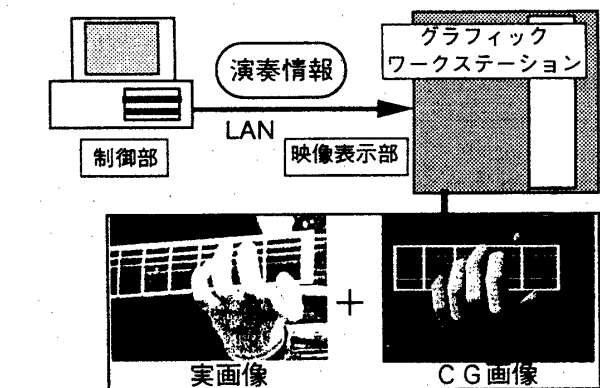


図1 Virtual Musicianの映像表示部の構成

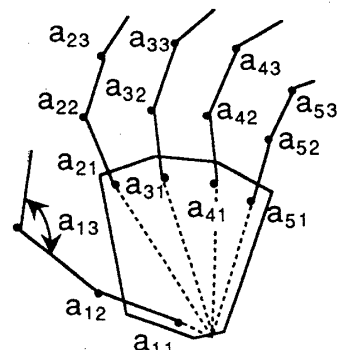


図2 手のモデル化

Virtual Performer: Display and Hand Modeling for Virtual Musician

Katsuyuki KAMEI,¹ Haruhiro KATAYOSE,¹ Kosuke SATO,² Seiji INOKUCHI²

¹ Laboratories of Image Information Science and Technology, ² Osaka University

$$E_p = \sum_i \eta_i (p_i - P_i)^2 \quad (2)$$

とする。弦を押さえない指では $\eta_i = 0$ である。 p_i は a_{ij} とセグメントの長さにより計算する。以上の和、

$$E = E_f + E_p \quad (3)$$

をエネルギー評価関数と定義する。この E が最小になるように a_{ij} を定め、これを手の形状とする。弦を押さえていない (位置を指定しない) 指の形状も定まる。

(2) スプライン補間による指の運動の生成

あるコードから次のコードへの指の運動 (関節の角度の移行) はスプライン補間により決定する。この際、エネルギー評価関数のうち E_f を利用し、指の弛緩を加味して運動させる。 $A = \{a_{ij}\}$ とおき、 A が A_0 (時刻 $t = 0$) から A_1 (時刻 $t = 1$) に変化するとき、時刻 0, 1 での速度 $V = \{da_{ij}/dt\}$ をそれぞれ V_0, V_1 とすれば、

$$A(t) = \begin{pmatrix} t^3 & t^2 & t & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 & -2 & 1 & 1 \\ -3 & 3 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_0 \\ A_1 \\ V_0 \\ V_1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

である。ここで、 V_0, V_1 を、

$$V_0 = -\phi_0 \{ \partial E_f(A_0) / \partial a_{ij} \} + \psi_0 (A_1 - A_0) \quad (5)$$

$$V_1 = \phi_1 \{ \partial E_f(A_1) / \partial a_{ij} \} + \psi_1 (A_1 - A_0) \quad (6)$$

とおく。第一項により、運動時に E_f の小さい形状を経るので、手が弛緩して開くように動作させることができる。第二項は動作に緩急をつける。このモデルにより、手が一時開きつつ、徐々に次のコードに移行していく過程が表現できる。

4. Virtual Musicianの指の運動生成

上で述べたモデル化手法を用いて、ギター演奏時の左手を動作させるシステムを作成した。図3に概要、図4に指の運動の生成例を示す。演奏コードが限定されているとして、あらかじめ必要なコードに対して手の形状を求めている。静的に実測して、エネルギー評価関数の値が最小になるように調整した。演奏情報でコードを指示し、それに対応する手の形状への運動を生成し、表示する。指は円筒モデルで表示しており、手全体でおよそ800ポリゴン、手の運動生成と描画には1フレームあたり約0.04秒要している (計算機はIRIS Crimson/VGX)。図4では、(a)と(f)の形状 (コードに対応) から (b)~(e) を生成している。 $\alpha_{ij} = 10.0$, $\beta_{ij} = 10.0$, $\gamma_{i1} = 100.0$, $\gamma_{i2} = \gamma_{i3} = 1.0$, 押さえている指で $\eta_i = 10.0$, $\phi_\sigma = 0.02$, $\phi_i = 0.0$, $\psi_\sigma = 3.0$, $\psi_i = 0.0$ である。

5. おわりに

Virtual Musicianの映像表示部について検討し、ギター演奏の左手を表現するための指のモデル化手法を提案した。手の形状に定義したエネルギーの最小化によ

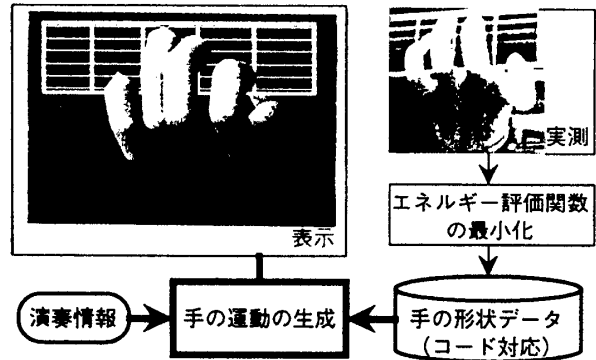


図3 Virtual Musicianの手の運動生成と表示

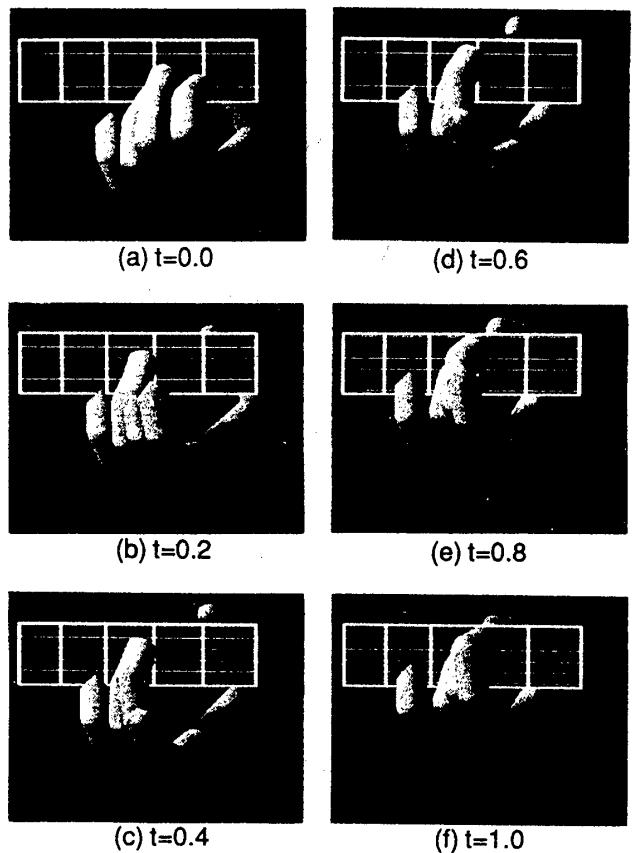


図4 手の運動生成例

り自然な形状が得られ、また、リアルな手の運動が生成できる。今後、CG、VR技術の導入をさらに進め、リアリティを向上させていく予定である。

参考文献

- 1) 片寄, 他: Virtual Performerの概要, 情報処理学会第46回全国大会6H-3 (1993).
- 2) 淡路, 他: 指の先端位置情報による手の形状モデリング, 信学論D-II, J75-D-II, 11, 1978-1980 (1992).
- 3) N.Magnenat, Thalmann and D.Thalmann: Computer Animation, Theory and Practice, 2nd Edition, Springer-Verlag (1990).