

# 既存メディアと連動するオートプレゼンテーションロボットシステム

## Auto Presentation Robot System in sync with Conventional Media

○森光 亮介 應和 詩織 岩城 敏 (広島市立大学)

Ryosuke MORIMITSU, Hiroshima City University  
Shiori OWA, Hiroshima City University  
Satoshi IWAKI, Hiroshima City University

Aiming for the synergetic collaboration with a robot and conventional media such as video, poster, radio, we have been studying an auto presentation robot system in sync with the current de facto standard presentation software, Microsoft Office PowerPoint. In this report, we propose a control system in which robot equipped with a laser pointer can point arbitrary coordinate value embedded inside the audio file of the PowerPoint's slide show. An experimental system with a two DOF robot and PowerPoint is implemented on a single PC to confirm the validity of the proposed method.

**Key Words:** Robot system, Presentation, PowerPoint, Slide show, Laser pointer

### 1. 序論

近年、人間に代わって商品説明や場所案内などのプレゼンテーションを行うためのロボットが研究されている<sup>[1]</sup>。本研究では、ディスプレイやポスターなど既存のメディアと連動してプレゼンテーションを行うためのロボットのシステムを研究対象とする。本報告ではその第一歩として、プレゼンテーション用ソフトのデファクトスタンダードである“Microsoft PowerPoint”に着目し機能の一つであるスライドショーと連動してPCディスプレイ上の任意の点をレーザーポインタで指し示す(以降、ポインティング動作と呼ぶ)プレゼンテーションロボットとその設計法を提案する。

### 2. 提案システム

ロボットがスライドショーと連動して希望通りのポインティング動作を行うには、目標地点データの送受信機能と目標地点にレーザーポインタが当たるように制御する機能が必要である。この2つの機能を実現する手法を以下に提案する。

#### 2-1. PowerPoint からロボットへの座標値データ伝送

PowerPoint の API はユーザーに公開されていないので、ここでは PowerPoint の効果音再生機能に着目し、これをアプリケーションプログラムへの入力インターフェイスとして活用する。すなわち、ポインティング目標座標値データを音声信号に変換し、これをスライドショーコンテンツに挿入することで、希望のタイミングでロボット側にその座標値データを送信する。音声信号の伝達は同一 PC 内のオーディオ入力端子と出力端子を外部ステレオケーブルで直結することで実現する(図1参照)。

#### 2-2. ロボットの制御

ポインティング動作のための制御法は、ディスプレイとロボットの相対位置に関するフィードバック形態により次の3通りが考えられる。

- closed loop : ディスプレイ上でポインティングの誤差を直接検出しそれが0になるようにロボットを制御。
- semi closed loop : ディスプレイとロボットの位置関係のみ検出

しその情報を元にロボットを制御。

- open loop : ディスプレイとロボットの位置関係を全て固定してロボットを制御。

今回は比較的实现し易い ii の方法を提案する、人間はレーザーポインタを持ち、手首の傾きのみを制御することでポインティング動作が可能である。ロボットの場合も、運動自由度として少なくとも2自由度が必要である(図2参照)。従って一般のN自由度ロボットに対しては、(N-2)自由度が冗長となり、何らかの指針でこの冗長性を解消する必要がある。ここでは人間のポインティング動作を参考に、レーザーポインタの並進運動エネルギーを最小化する手法を以下に提案する。ただし、前提条件としてアームの順運動学と逆運動学が以下のように与えられているものとする。

$${}^R T_L = \begin{pmatrix} {}^R R_L & {}^R P_L \\ \mathbf{0} & 1 \end{pmatrix} = \mathbf{FK}(\boldsymbol{\theta}), \quad \boldsymbol{\theta} = \mathbf{IK}({}^R R_L, {}^R P_L) \quad (1)$$

- $\Sigma_D$  から  $\Sigma_C$  への同次変換行列  ${}^D T_C$  をカメラで検出し、事前に求めた  ${}^C T_R$  を用い  ${}^D T_R = {}^D T_C \cdot {}^C T_R$  を計算。
- $\Sigma_D$  上における  $\Sigma_L$  の原点  $(\alpha, \beta, \gamma)$  からポインティング座標  $(x_D, y_D, 0)$  までの方向ベクトル  $\mathbf{l}_L$  及び単位方向ベクトル  $\mathbf{l}_{Le}$  を計算。

$$\mathbf{l}_L = \begin{pmatrix} x_D - \alpha \\ y_D - \beta \\ 0 - \gamma \end{pmatrix}, \quad \mathbf{l}_{Le} = \mathbf{l}_L / \|\mathbf{l}_L\| \quad (2)$$

- ${}^R \mathbf{z}_L = {}^R \mathbf{R}_D \cdot \mathbf{l}_{Le}$  ( $\because$  レーザーポインタ光ベクトルが  $\Sigma_L$  の  $z$  軸上に存在),  
 ${}^R \mathbf{y}_L$  は  $\Sigma_L$  の原点を始点とする  ${}^R \mathbf{z}_L$  に直交する任意の単位ベクトル,  
 ${}^R \mathbf{x}_L = {}^R \mathbf{y}_L \times {}^R \mathbf{z}_L$ ,  
これらより,  ${}^R \mathbf{R}_L = ({}^R \mathbf{x}_L, {}^R \mathbf{y}_L, {}^R \mathbf{z}_L)$  を計算。

④  ${}^R P_L = {}^R P_L(\theta)$  ( $\therefore$ 並進制御無しでのポインティング動作)

⑤ これらを逆運動学の式に代入し,  $\theta$  を決定する.

$$\theta = \mathbf{IK}\left({}^R x_L, {}^R y_L, {}^R z_L, {}^R P_L\right) \quad (3)$$

### 3. 実験

本実験システムでは, 図3に示す片アーム回転2自由度(ヨー・ピッチ角)のロボットを使用し, 先端にレーザーポインタを取り付けた右アームを制御の対象とした.

#### 3-1. PowerPoint からロボットへの座標値データ伝送

周波数変調方式を用い,  $\Sigma_D$  上の座標値  $(x_D, y_D, 0)$  の  $x_D$  を左チャネル,  $y_D$  を右チャネルに割り当て, 次式のようにステレオの音声信号(WAV ファイル)を作成した.

$$f_x(t) \propto \sin(wx_D t) \quad \text{ただし } w \text{ は定数} \quad (4)$$

右チャネルの場合も同様である. また, ポインティング動作を行わせたいタイミングで音声信号が再生するようにスライドショーコンテンツを作成した.

#### 3-2. ロボットの制御

ロボットに web カメラを搭載し, ポインティング対象のディスプレイにビジュアルマーカを付加し ARTToolKit を用い, 両者の位置・姿勢の関係, すなわち同次変換行列  ${}^D T_R$  を算出する. これにより, ロボット位置が変化しても常に  ${}^D T_R$  が更新されるので, 式(1)と  ${}^C T_R$  の正確性を前提とする, ロバスタなポインティング動作が実現される. 実験では, 以下のように  ${}^R T_L$  が求まり, これを式(1)に代入することで, ロボットの順運動学と逆運動学が得られピッチ角  $\theta_1$ , ヨー角  $\theta_2$  が算出された.

$${}^R T_L = \begin{pmatrix} \cos\theta_2 & 0 & \sin\theta_2 & g \cdot \sin\theta_2 + k \\ \sin\theta_1 \cdot \sin\theta_2 & \cos\theta_1 & -\sin\theta_1 \cdot \cos\theta_2 & -g \cdot \sin\theta_1 \cdot \cos\theta_2 \\ -\sin\theta_2 \cdot \cos\theta_1 & \sin\theta_1 & \cos\theta_1 \cdot \cos\theta_2 & g \cdot \cos\theta_1 \cdot \cos\theta_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$\begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -90^\circ + \arcsin\{(b - x_D) / (A \cdot \cos(\arcsin\{(c - y_D \cdot \sin\phi) / A\}))\} \\ \arcsin\{(c - y_D \cdot \sin\phi) / A\} \end{pmatrix} \quad (6)$$

$k$ :  $\Sigma_R$  からアーム回転軸までの  $x$  軸上の距離

ただし  $g$ : アーム長,  $\phi$ :  $\Sigma_D$  に対する  $\Sigma_C$  の  $y$  軸周りの回転角

$$A = |L_L| + g, \quad {}^R P_D = (a, b, c)^T$$

#### 3-3. 実験内容と結果

ロボットのポインティング動作確認及び, 連動コンテンツの作成を行い, 設計通りの動作を確認した(図4参照).

### 4. 結論

既存メディアである Microsoft PowerPoint に連動してポインティング動作を行うためのロボットシステムを提案し, 実験によりその妥当性を検証した.

### 参考文献

- [1] ATR 知能ロボティクス研究所 “ユビキタスマーケット”  
<http://www.irc.atr.jp/research/project-2/ubima2010/>
- [2] 岩城敏宏ほか: “画像メディアとモーションメディアの融合: ScreenServo 方式の

提案(ロボットコミュニケーション及び一般),

電子情報通信学会技術研究報告.HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎 103(32), 19-20, 2003-04-18

[3] 西村義隆ほか: “マルチモーダルプレゼンテーション記述言語 MPML のヒューマノイドへの拡張とその心理的評価(ロボットとコミュニケーション及び一般), 電子情報通信学会技術研究報告.HCS, ヒューマンコミュニケーション基礎 105(220), 5-10, 2005-07-22

[4] 西山裕之ほか: “GRID コンピューティングに基づくサービスロボットシステムの設計”, 人工知能学会 第18回全国大会, 2004-06-04

[5] 森光亮介: “位置運動型 PPT ロボット” 計測自動制御学会モーションメディアコンテスト, 2010-11-13

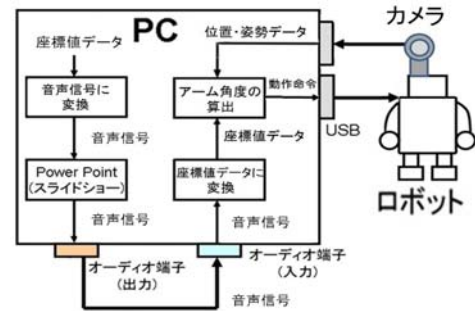


Fig. 1 Block diagram of the system

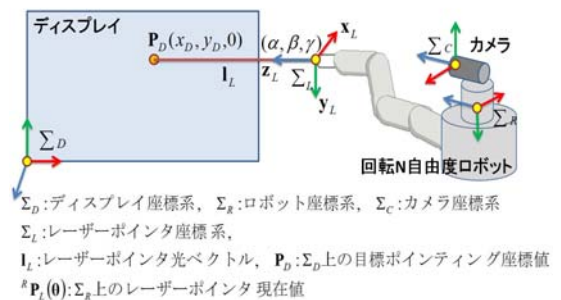


Fig. 2 Geometrical relation between robot and display

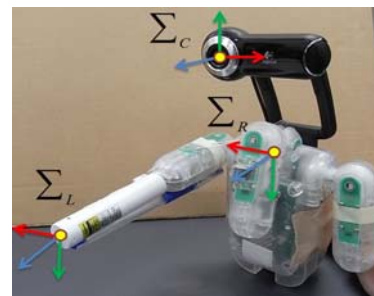


Fig. 3 Experimental robot



Fig. 4 Pointing in sync with PowerPoint