

One-shot 3D scanning method for capturing a human motion
 --- ワンショットスキャンによる動作中人物の3次元計測手法 ---
 2008. 9. 16@DHRC
 古川亮(広島市立大学), 川崎洋(埼玉大学)
 佐川立昌(大阪大学), 八木康史(大阪大学)

目的

- 動物体(特に人物)の3次元形状を獲得したい
- 過去の3次元計測→主に静止物体を対象
- 応用例
 - 顔の表情のモーションキャプチャ
 - ロボットビジョンのアプリケーション
 - 医療・VR利用
 - 映画・ゲームなど

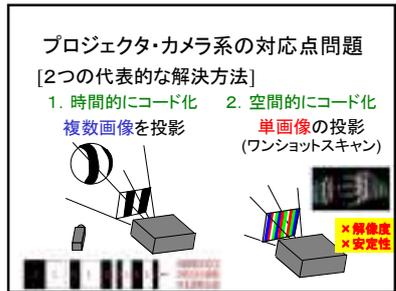
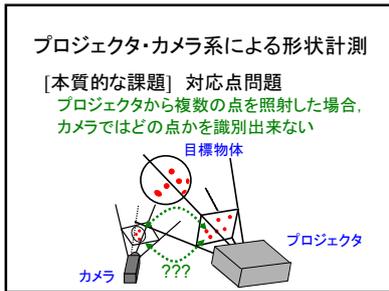
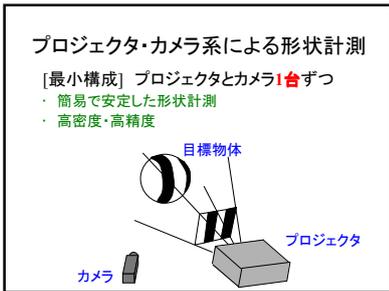
過去の主な3次元計測手法

(アクティブ手法) 実用性 動物体を対象

- レーザレンジファインダ(Time of flight)
 - 高精度・高密度 ×機械的な制御が必要(低速)
- プロジェクタ・カメラシステム
 - 高精度・高密度 ・多くの高速化の試み(△実用化に問題)

(パッシブ手法)

- 画像ベースステレオ
 - カメラのみ ×不安定・疎な復元

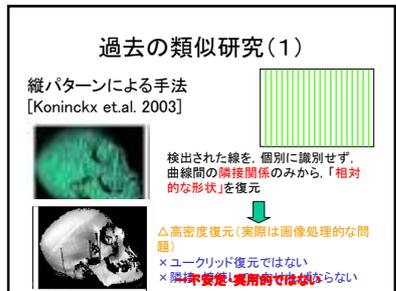
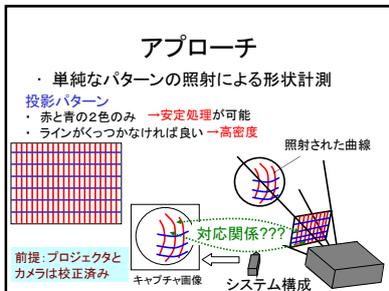


プロジェクタ・カメラ系の対応点問題

	動物体	解像度	安定性
時間的コード化 (複数枚)	△	○	○
空間的コード化 (単画像)	○	△	×

本研究の課題

単画像を用いて、高解像度、安定した処理による対応点問題の解決



過去の類似研究(2)

- 横線を追加[Koninckx et.al.'06]

キャプチャ画像

エビポーラ線

重大な問題: 全ての縦線が横線に接続されている必要がある

過去の類似研究(2)

- 横線を複数追加[Koninckx et.al.'06]

キャプチャ画像

エビポーラ線

対応点の候補 → 複数存在

過去の類似研究(2)

Koninckx et.al.(2006)

縦線に、補助的な横線を組み合わせたパターンを利用し、エビポーラ拘束を利用する方法

一つの線について、複数の候補が残る。
「相対的な番号付け」「組み合わせ最適化」
「縦パターンの幾つかの色を変える」などの手法が組み合わせられる
→非常に複雑なアルゴリズム・計算量が非常に多い

提案手法

- エビポーラ拘束
- 共面性による制約条件 [Kawasaki and Furukawa ACCV '07]

アルゴリズム概要

一意な平面識別

共面性条件による解決

共面性による制約条件①

画像から抽出された曲線は (未知) 3次元平面上に存在する $a_i x + b_i y + c_i z + 1 = 0$

ただし、全ての平面は L_i を通る!

対応は未知

縦パターンの3次元平面

既知の縦パターン平面

カメラ

プロジェクタ

$L_i(Q_x, Q_y, Q_z)$

$O_p(P_x, P_y, P_z)$

共面性による制約条件②

横線も同様 $d_i x + e_i y + f_i z + 1 = 0$

ただし、全ての平面は L_i を通る!

対応は未知

縦パターンの3次元平面

既知の縦パターン平面

カメラ

プロジェクタ

$L_i(R_x, R_y, R_z)$

$O_p(P_x, P_y, P_z)$

交点による制約条件③

画像上の曲線の交点から、未知横パターン平面と未知縦パターン平面との制約条件が得られる

視線 $(x, y, z) = (su, sv, -s)$

交点 (u, v)

カメラ

キャプチャ画像

$a_i x + b_i y + c_i z + 1 = 0$

$d_i x + e_i y + f_i z + 1 = 0$

$u a_i - u d_i + v b_i - v e_i + c_i - f_i = 0$

制約条件の表記

置き換え

$(a_i, b_i, c_i) \rightarrow v_i$ $(P_x, P_y, P_z) \rightarrow o_p$

$(d_i, e_i, f_i) \rightarrow h_i$ $(Q_x, Q_y, Q_z) \rightarrow l_i$

$(u, v, 1) \rightarrow u$ $(R_x, R_y, R_z) \rightarrow h_i$

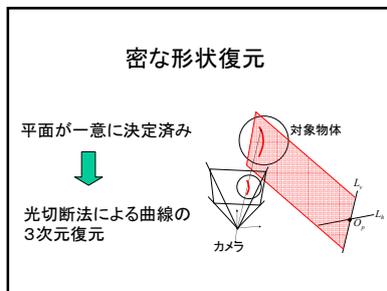
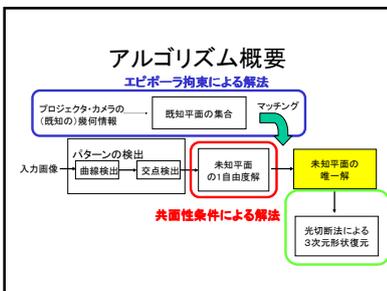
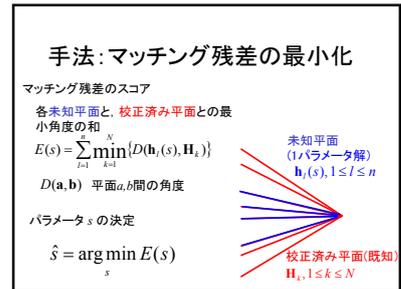
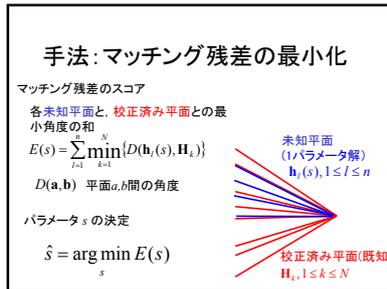
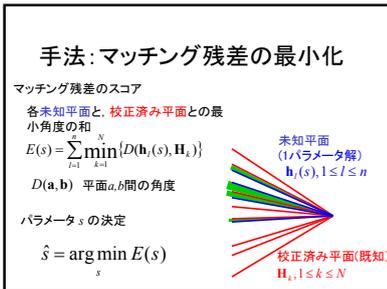
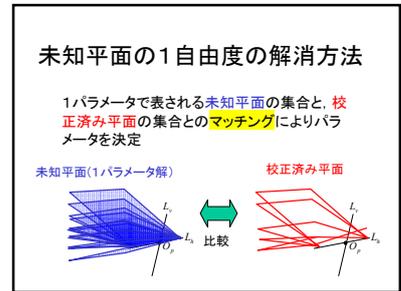
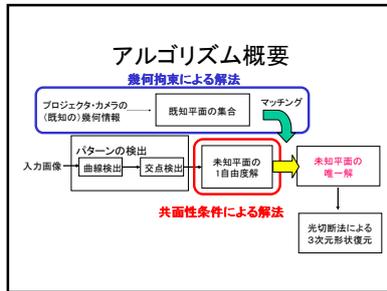
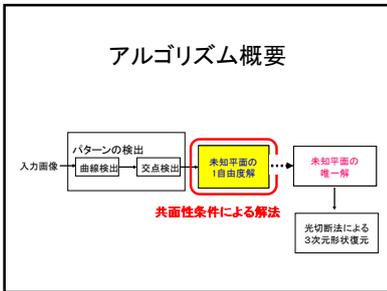
$a_i P_x + b_i P_y + c_i P_z + 1 = 0$ $v_i \cdot o_p = -1$

$a_i Q_x + b_i Q_y + c_i Q_z = 0$ $v_i \cdot l_i = 0$

$d_i P_x + e_i P_y + f_i P_z + 1 = 0$ $h_i \cdot o_p = -1$

$d_i Q_x + e_i Q_y + f_i Q_z = 0$ $h_i \cdot l_i = 0$

$u a_i - u d_i + v b_i - v e_i + c_i - f_i = 0$ $(v_i \cdot h_i) \cdot u = 0$



照射パターンの検出手順

- 原画像
- 初期ライン検出
- 孤立点除去
- 曲線検出
- 短い線分の除去
- 交点の抽出



照射パターンの検出手順

- 原画像
- 初期ライン検出
- 孤立点除去
- 曲線検出
- 短い線分の除去
- 交点の抽出



照射パターンの検出手順

縦パターン

- 原画像
- 初期ライン検出
- 孤立点除去
- 曲線検出
- 短い線分の除去
- 交点の抽出



照射パターンの検出手順

横パターン

- 原画像
- 初期ライン検出
- 孤立点除去
- 曲線検出
- 短い線分の除去
- 交点の抽出



照射パターンの検出手順

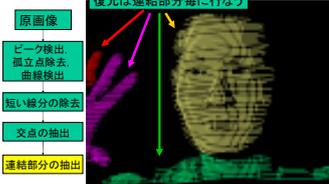
- 原画像
- 初期ライン検出
- 孤立点除去
- 曲線検出
- 短い線分の除去
- 交点の抽出



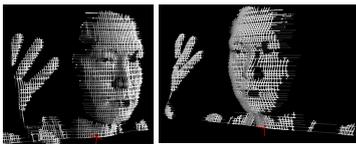
照射パターンの検出手順

復元は連結部分毎に行なう

- 原画像
- ピーク検出
- 孤立点除去
- 曲線検出
- 短い線分の除去
- 交点の抽出
- 連結部分の抽出

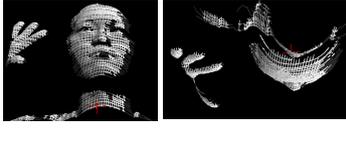


復元結果



光切断法により全てのラインから3次元復元

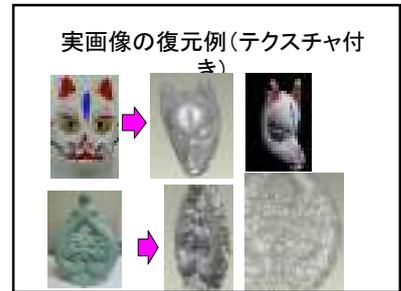
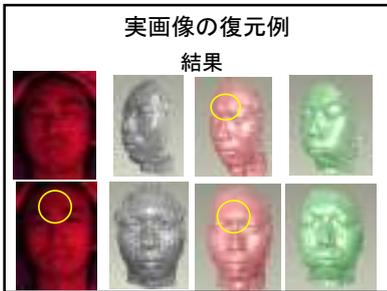
復元結果



光切断法により全てのラインから3次元復元

実画像の復元例





- まとめ
- グリッドパターンを照射した単一の画像から、3次元形状を復元可能な手法を提案した
 - 実際にリアルタイム3次元形状測定を行うシステムを構築した
 - 特徴
 - 単純なグリッドパターンを利用するため、画像処理の安定性と計測密度が高い
 - 既存手法と違い、曲線の隣接性の判定は不要

- 今後の課題
- 提案手法の誤差解析
 - グリッド線の誤接続への対応
 - 計測密度などを適応的に調整するパターンの検討
- ・博士・ポスドク研究員募集中
・共同研究募集中