

平成20年度 国立情報学研究所 市民講座
「未来へつながる情報学」
第2回(2008年7月3日開催)

画像情報とマシンビジョン

～ロボットが世界を見て理解するために
必要となる技術とは？～

国立情報学研究所
杉本 晃宏

ロボットの動作例

産業用ロボット

ファナックの箱詰めロボット(2007国際ロボット展)

作業対象物の位置決め

物体の3次元形状の計測

サービスロボット

埼玉大久野研究室(大原美術館2007年)

人物の位置や動きを知る

カメラによる対象(主に人物)の追跡技術

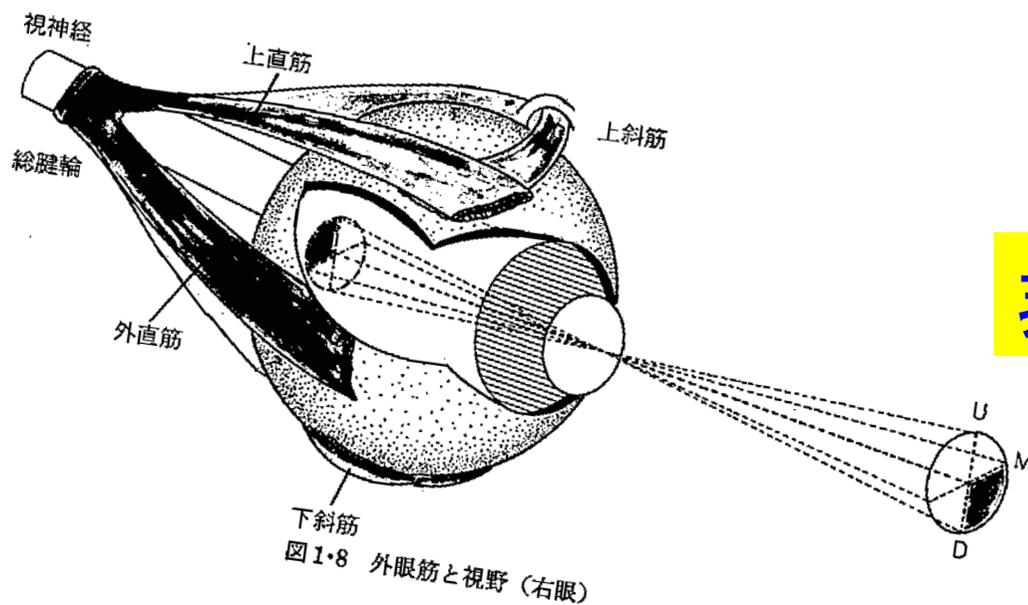
本日の講座では

- ロボットの眼に必要な機能の例
- 人間の視覚
- 3次元形状復元技術
- 人物追跡技術

百聞は一見にしかず
(見て楽しむスライド)

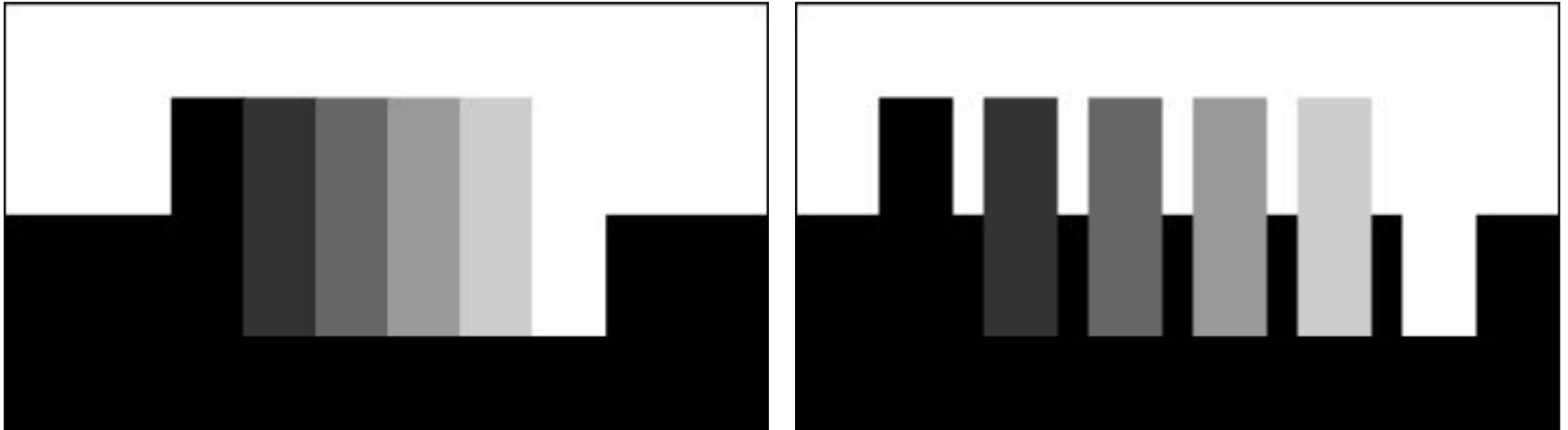
人間の視覚機能

可視光を物理的入力とした感覚



非線形、文脈依存

文脈依存の例



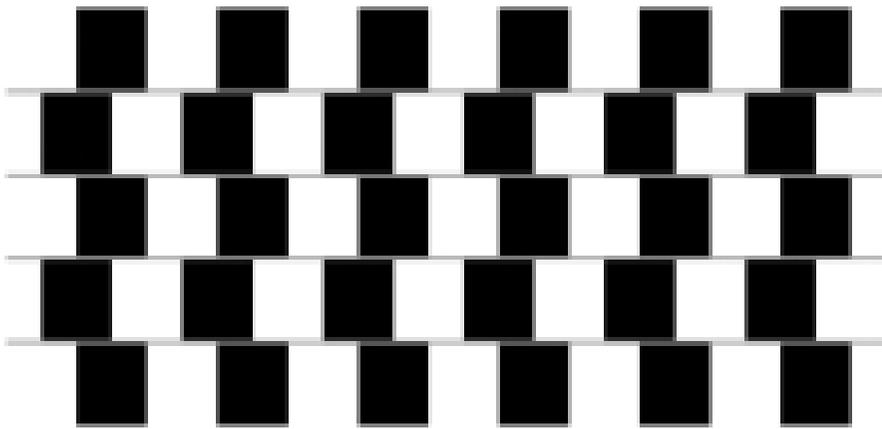
マツバンド現象

眼からの情報を通して外界を理解

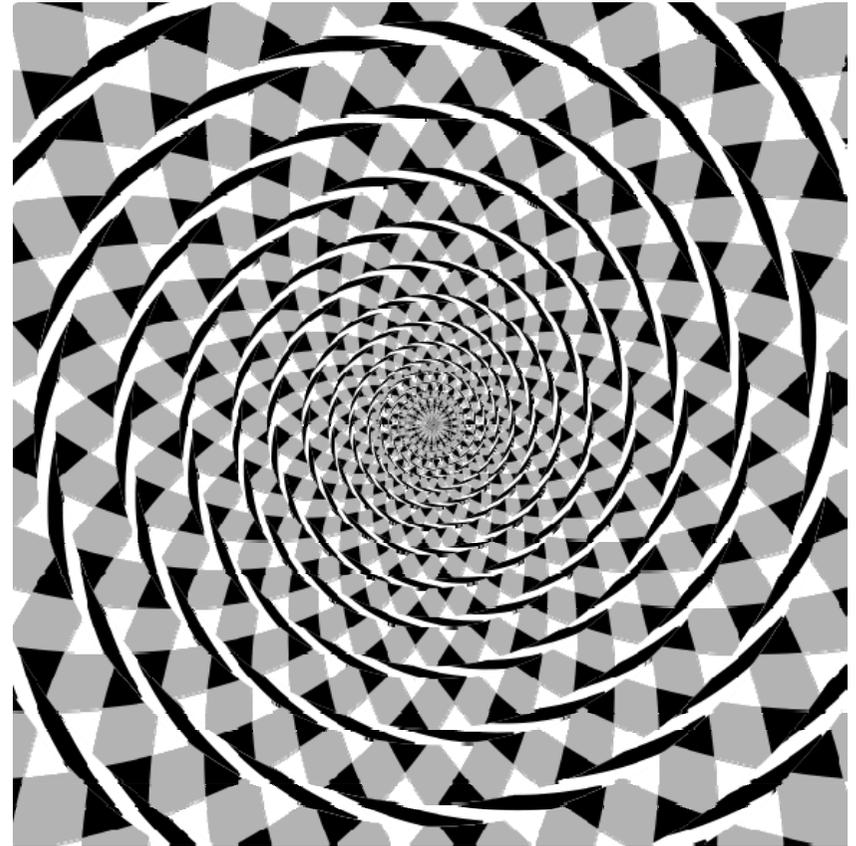


人間の目は簡単にだまされる

形の錯覚

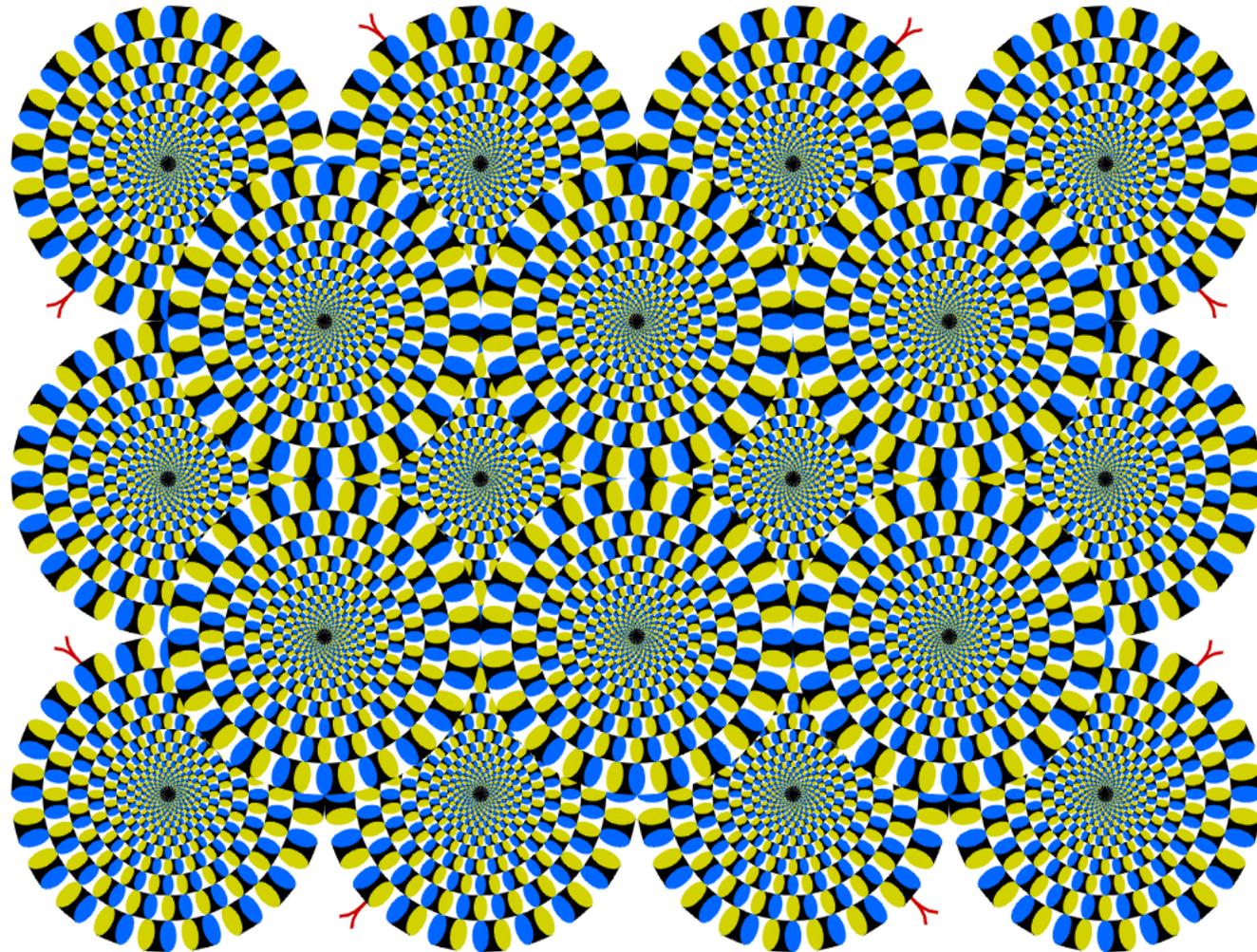


カフェウォールの錯視



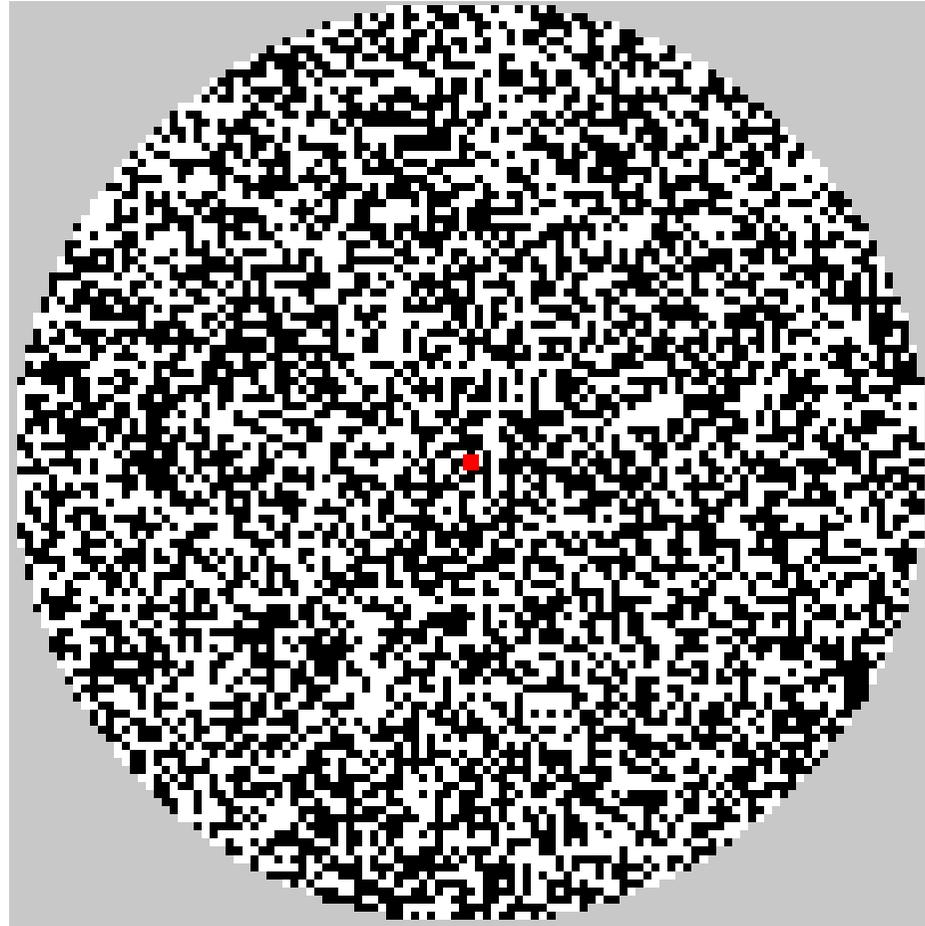
フレイザー図形

動きの錯覚(その1)



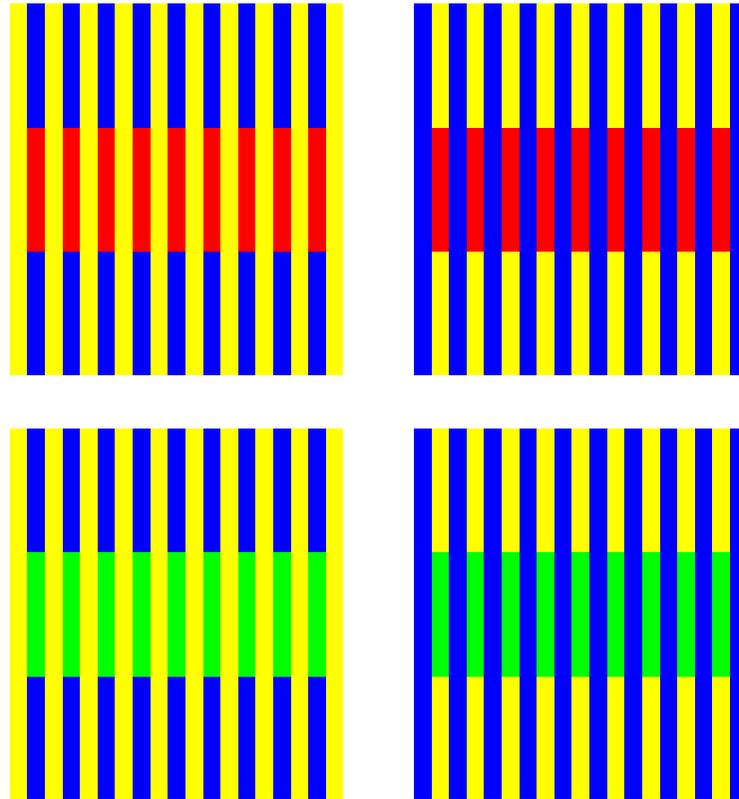
蛇の回転(©北岡2003)

動きの錯覚(その2)



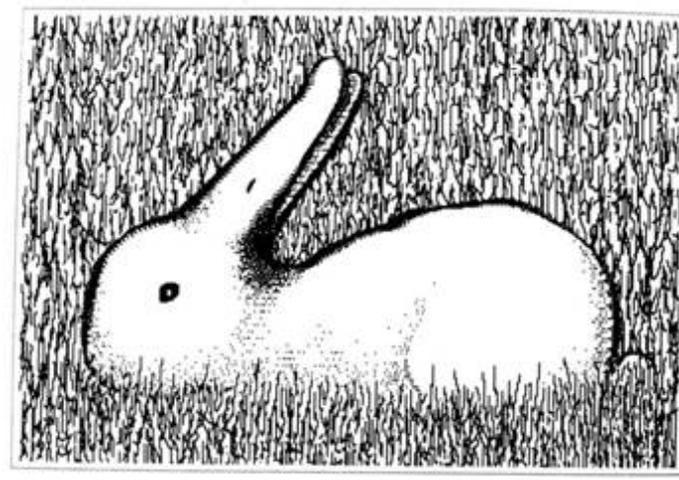
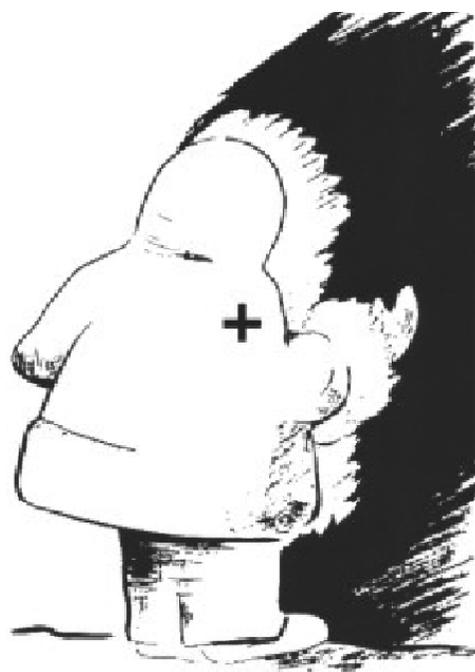
Jitter錯視

色の錯覚

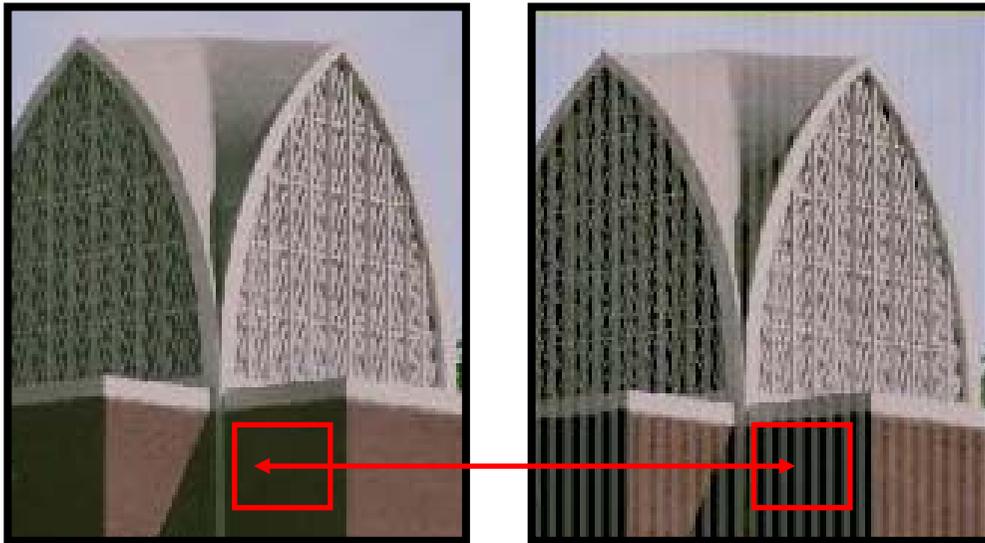


ムンカー錯視

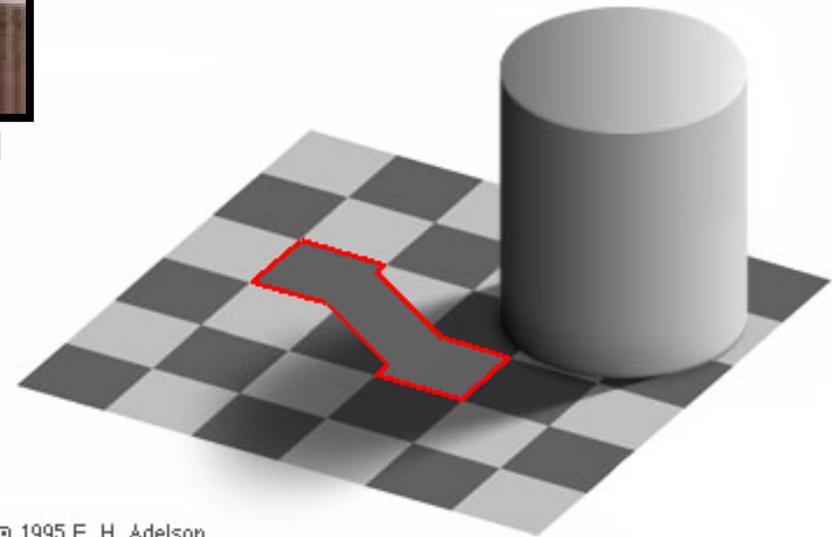
形の知覚



模様や色の知覚



[Bolin & Meyer 98]



© 1995 E. H. Adelson

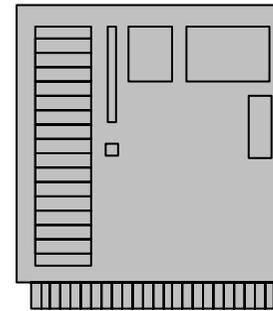
エイムズの部屋



ロボットの眼の実現

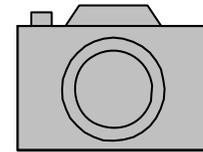


≒



計算機

+



カメラ

3次元シーンの認識・理解

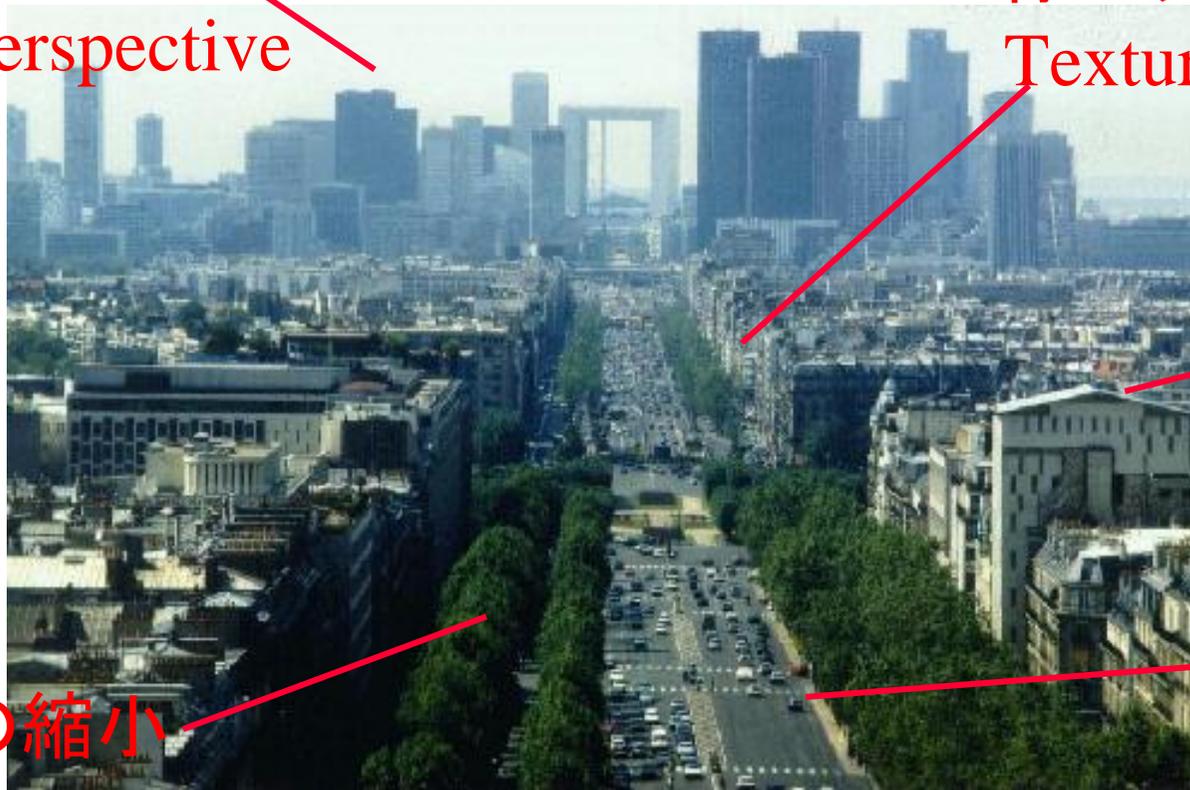
(~画像から外界の3次元構造を推定)

視覚知能の計算機上での実現

シーン理解のための手がかり

遠景のかすみ
Aerial perspective

一様パターンの勾配
Texture gradient



重なり
Occlusion

像の大きさ
Size

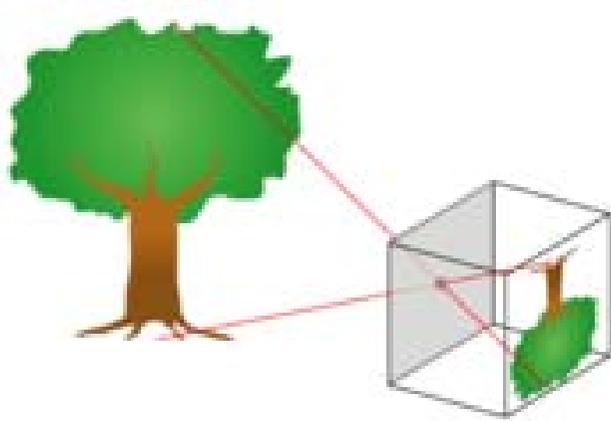
遠景の縮小
Linear perspective

問題の難しさ

- 3次元から2次元への投影
 - 情報の欠如(3次元空間→2次元画像)
 - 隠れ(オクルージョン)
- 見えの多様性
 - 対象物の違い(形状、表面特性)
 - 見る位置の違い(カメラの位置)
 - 見る向きの違い(カメラの向き)
 - 照明条件の違い
- 処理の実時間性



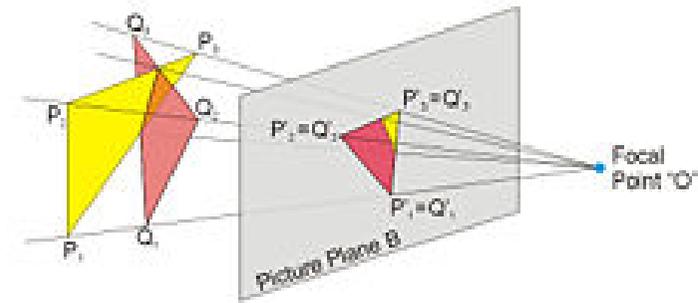
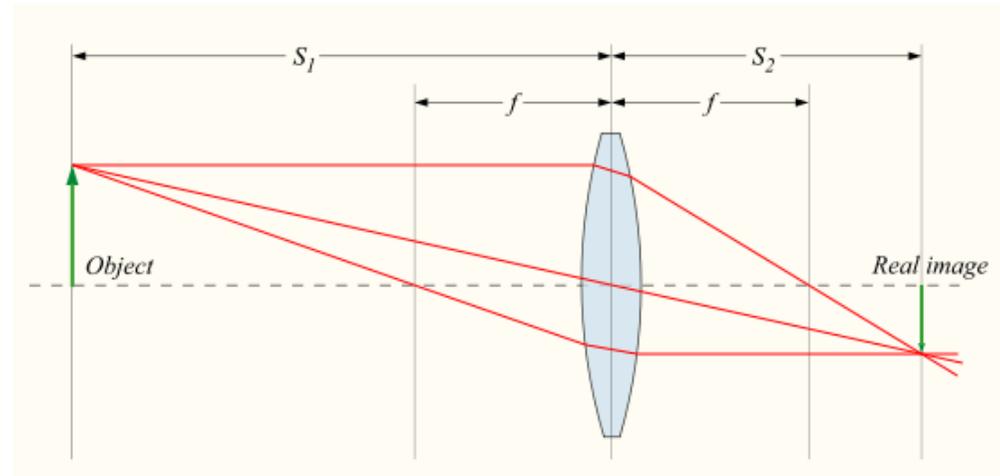
投影の数理モデル



ピンホールカメラ



針穴写真機



透視投影

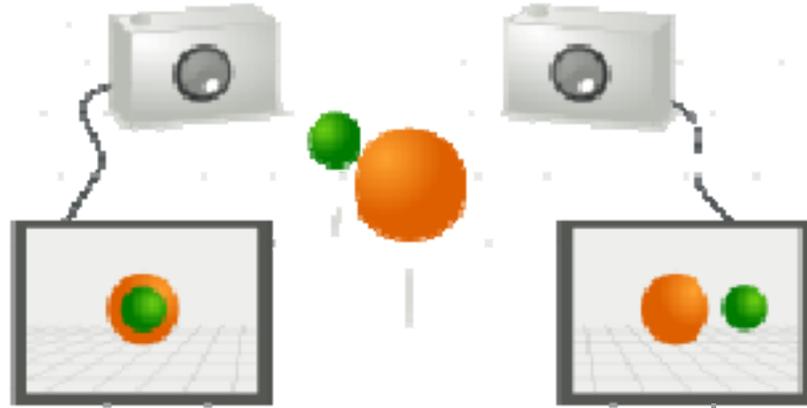
3Dから2Dへの非線形な投影

3次元形状復元技術

技術的課題

- カメラの特性、配置
- 特徴の検出
- 特徴の対応付け
- オクルージョン

人間の眼に倣う

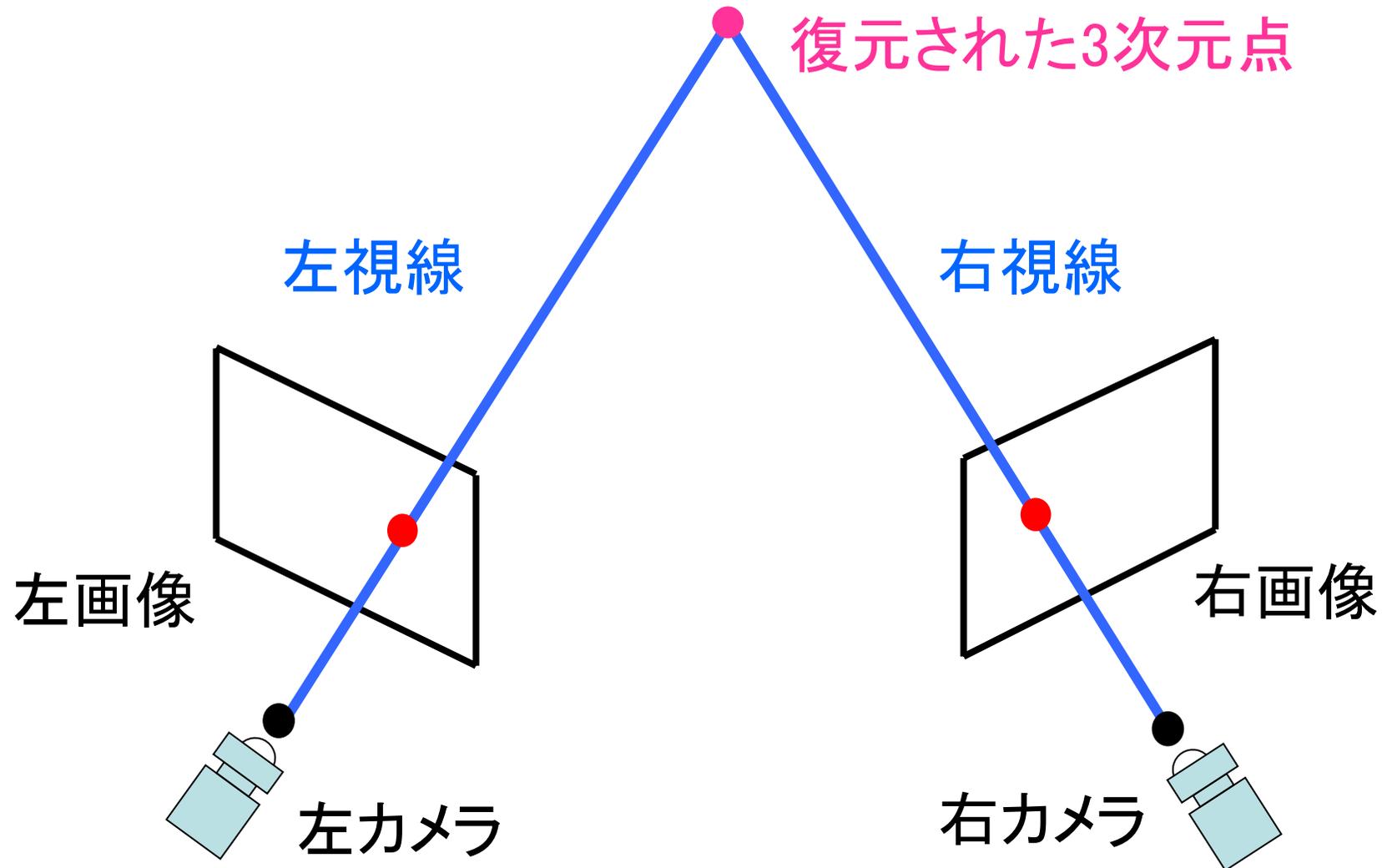


左右のカメラでの見え方の違いを利用

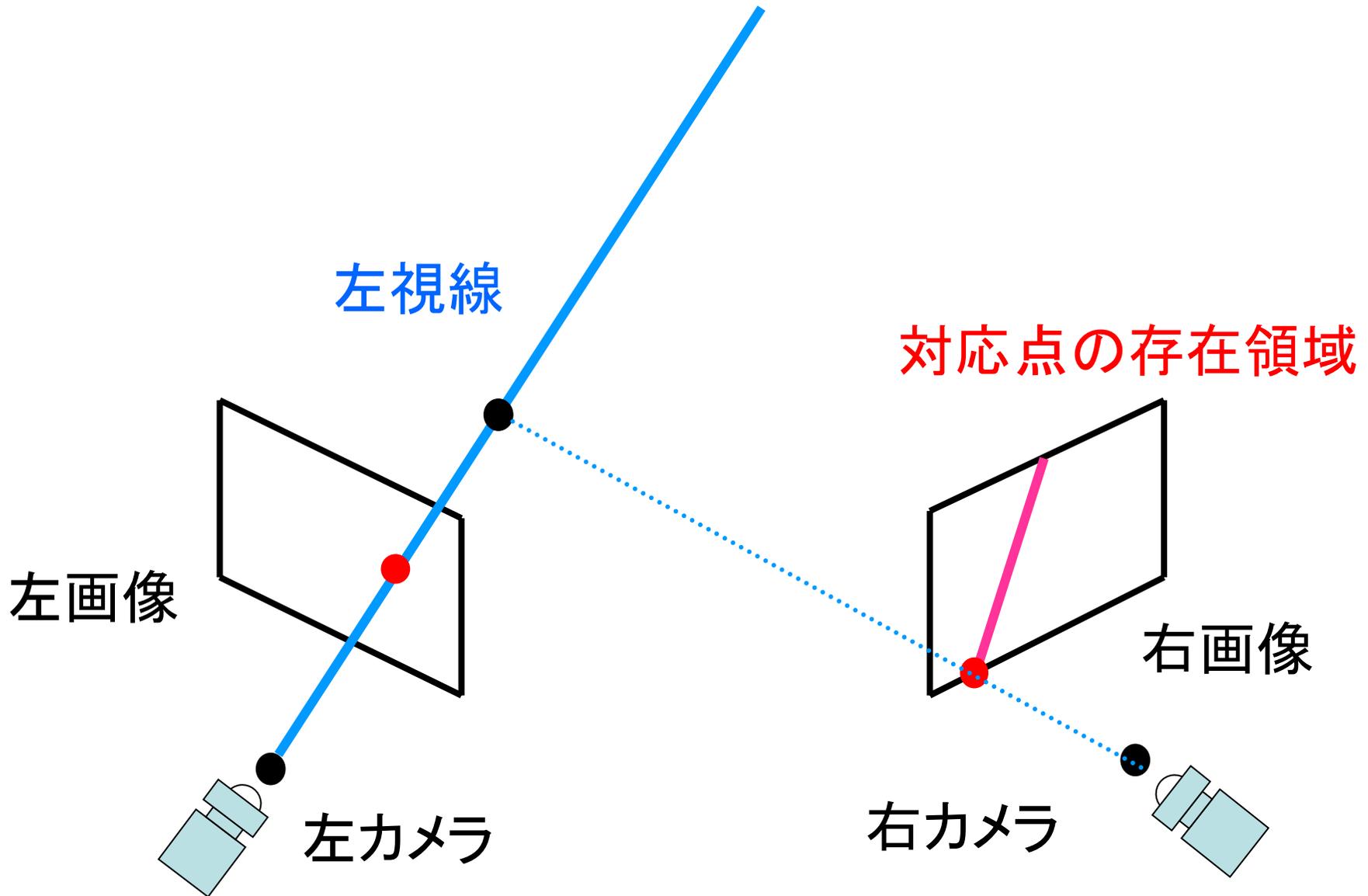
両眼立体視(ステレオ視)

三角測量の原理に基づいて奥行き推定

対応点对からの3次元情報復元



対応点の探索



2.5次元の復元

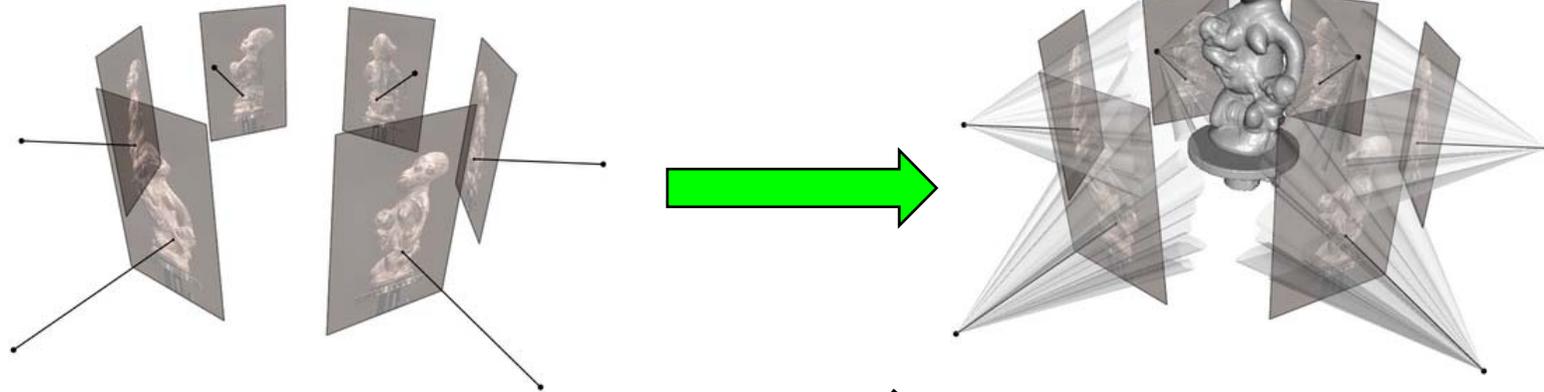
復元されるのは見えている部分のみ
点集合として復元される

点集合から面パッチを作成し、
面に模様を貼付けて可視化

結果その1

結果その2

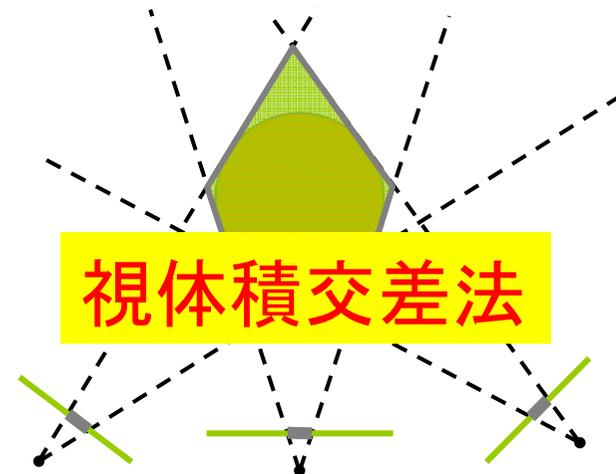
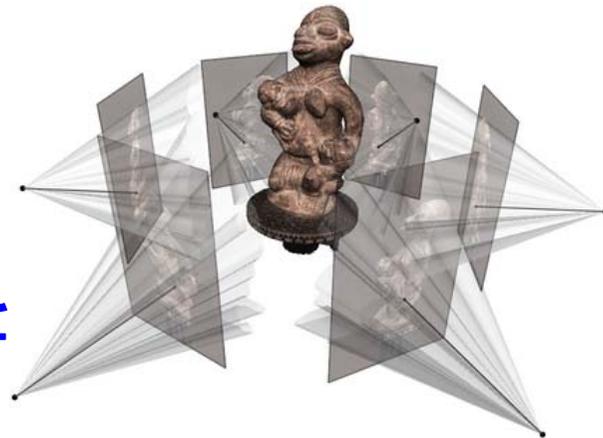
多数のカメラを使った形状復元法



各カメラでの画像撮影
シルエットの切り出し

情報統合による対象の
存在可能範囲の限定

表面の生成と
模様貼付



復元された3次元形状

G.Cheung, S. Vedula, T. Kanade 2000 (CMU)

49台のカメラ
18台のPC



入力映像の例

復元結果

復元結果(最終版)

人物追跡技術

技術的課題

- 環境の複雑さや変化
- 人数の増減や動きの変化
- 影の影響
- 不十分な解像度
- オクルージョン

背景との違いで対象検出



背景画像



入力画像

背景差分法



差分画像

大勢がいる環境での追跡

個々の人物の微少な動きから移動軌跡を導出
移動軌跡をその振舞いに基づいて分類

技術的なことはともかく、結果のみ
(進行中)

複数カメラを用いた追跡

確率的枠組に基づく時系列フィルタの利用
顔検出器による尤もらしさの評価

3次元的に人物頭部の位置と向きを追跡

技術的なことはともかく、結果のみ
(2006)

応用はどんどん広がる

- 屋内外での視覚誘導(介護、災害救助)
- デジタルカメラ、携帯電話カメラの機能拡張
- 自動車の駐車や運転の支援
- ゲームの入力インターフェース
- インターネットショッピングでの画像・映像検索
- 有形文化遺産(建築物、彫刻)のデジタル化
- 無形文化遺産(伝統芸能、技)のデジタル化

本質的な問題

- デジタル画像としての宿命

画素という最小単位の存在

(どんなに高精細になっても回避不可能)



画素を最小単位とした理論構築

- 受動型センサとしての宿命

人間や環境への働きかけが困難

能動的機能の追加

音声など他の感覚センサとの統合

まとめ

- 人間の視覚
「百聞は一見にしかず」というけれど...
- 3次元形状復元技術
ステレオ視を利用した復元法
視体積交差を利用した復元法
- 人物追跡技術
背景差分を利用した人物検出

参考文献

- 長田正：ロボットは人間になれるか、PHP新書 337、2005.
- 元木、矢野編：3次元画像と人間の科学、オーム社、2000.
- 田村編：コンピュータ画像処理、オーム社、2002.
- フォルシス、ポンス（大北訳）：コンピュータビジョン、共立出版、2007.