The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	斜め対称の発見と利用
Author(s)	呉, 元根
Citation	大阪大学, 1988, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35939
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【45】

氏名・(本籍)	呉(お)　元(うぉん)　根(くん)
学位の種類	工　学　博　士
学位記番号	第　8196　号
学位授与の日付	昭和63年3月25日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**斜め対称の発見と利用**
論文審査委員	(主査) 教授 辻　三郎 (副査) 教授 井口 征士　教授 北橋 忠宏

論文内容の要旨

Computer Visionと斜め対称

与えられた2次元画像から3次元の情報を再構成するのは，Computer Visionの重要なテーマである。その中でも線画の解析による手法は，ラベル付けによる多面体の3次元での拘束から，線画が描かれる空間内の面を解析して面の向きを推論する方法まで多くの研究が行われて来た。その中でも斜め対称の理論は，3次元の対称のヒュリスティックを用い，面の向きに対する強い拘束条件を与えた。斜め対称が画像から発見できれば，斜め対称とそれに関する仮定は幅広い応用が可能である。すなわち，3次元物体の形状を幾何学的に記述するための基本的な道具として用いられる。3次元世界では，物体は見る方向によってその形状が大きく変わるため，普通の2次元的な特徴（例えば，面積，周囲長，穴の数，モーメントなど）では，一様な記述が困難である。もし物体が対称な表面を持つと，その面は空間内で斜め対称の形で現れるため，二つの斜め対称軸と領域の境界を核として物体の形状は簡単に記述できる。

機械部品のような人工物の多くは，その表面に対称な性質を持っているため工場の生産ライン上でも斜め対称の情報は，効率よく活用できると考えられる。すなわち，積み上げられた対象物を，まず斜め対称により記述し，これを2次元対称軸とほかの局所的な特徴で記述された幾何モデルと照合し物体の位置と3次元空間での姿勢を決定，判別しながら必要な部品を順番に取って組立る事もできる。

しかし，斜め対称は本質的に大局的な特徴なので，このような性質を持っているパターンの一部が隠れている場合，それを画像から抽出するのは，かなり難しい課題である。

本研究の概要

本研究は，斜め対称の広い応用性と有効性を実際の画像へ適用することを目的とし，次のように三つ

のテーマで実験を行ない，その結果を検討した。

本論文で取り扱う斜め対称性の検出は，まず入力画面内からその特徴パターンとしてエッジを検出し，それらの斜め対称性をハフ空間に投票して求めるという過程で構成されている。したがって，本手法が実画面に対して有効に働く為には，安定したエッジを検出することが不可欠である。これに利用する画像分割（Image Segmentation）の新しい手法を２章で述べる。

３章では，分割された領域から，３次元世界に強い拘束を持つ斜め対称を検出する手法について述べる。斜め対称は，２次元での対称の性質をほとんど失うので，いままでの２次元での対称を検出するアルゴリズムで適用できない。そこで，この章では，直交射影を仮定して得られた図形の中から斜め対称の重要な性質である斜め対称軸を抽出する手法として，検出された斜め対称パターンの輪郭線を多角形近似し，斜め対称の候補として選ばれたあらゆる二つの線分の組に対して斜め対称のパラメータを計算し，それを二つの２次元ハフ空間に順に投票しその中からピークを見つける方法を用いる。

４章では，抽出された斜め対称の情報を用いて画像と物体のモデルを照合する手法について，述べる。

画像から投影された物体の形状，３次元空間内の位置と姿勢を決定する種々の手法の中でもモデルによる方法は，あらかじめ対象に対する知識を持っているので，他の手法より効率的に行う事ができる。特に工場の生産ライン上の機械部品の多くは，対称な表面を持っているので，斜め対称の有効に適用できる。例えは，その表面に対称性を持って部品が作業台上に置かれていて，マニュピュレータによって指定された部品を多くの部品の中から取る作業では，カメラに写された画像中の部品を識別しなければならない。この場合，まず画像から抽出された斜め対称軸とあらかじめ記憶されていたモデルの対称軸を順番に対応させることによって，複雑のモデルから有望な候補を選択し，制限されたパラメータの範囲内でモデルの特徴と画像の特徴の照合状態を調べれば充分である。

５章では本研究の実験結果に対する検討及び今後の課題を，６章では結論を述べる。

論文の審査結果の要旨

視覚センサの網膜に投影された２次元の画像から，もとの３次元物体の形状を推論するのは，コンピュータビジョンの基本課題がある。

投影プロセスが直交射影の時，３次元空間内の対称な図形は画像的では斜め対称のパターンとなる。逆に画像内の斜め対称のパターンを対称のパターンが投影されたものと推論することにより，３次元物体形状を推論する過程の条件が得られる。この考えは理論的には提案されていたが，画像内の斜め対称パターンを検出する方法が確立してないため，実用化はされてなかった。

本研究は，テレビカメラで撮像した実画面を対象にして，斜め対称パターンの検出法とそれをロボットの視覚に応用する方式を開発した。まず，入力画像内で領域を信頼性高く検出するために，図形の中心度という尺度を導入し，それを利用することによりエッジ画像から閉じた境界を抽出することに成功した。

次に閉じた境界を多角形近似し，その各線分の組を斜め対称パターンとしてそのパターンとしてそのパラメータをハフ空間に投票する。斜め対称パターンは，ハフ空間内のピークとして検出される。投票の過程を２段に分割し，粗から密のパラメータ決定をするプロセスを採用することにより，安定に斜め対称が研修できる。本手法は，大局的特徴を捉えているので，一部が他の物体で隠されて見えない斜め対称パターンでも検出できる長所を持つ。

本手法の応用として，複雑の対称物体モデルの中から視野に存在するものを効率良く選択するモデル照合問題を研究した。斜め対称軸の発見により，モデルの選択と位置パラメータの決定が簡明に行なえることを実験により示し，ロボットの目への応用の可能性を実証した。

以上のように，斜め対称パターンの発見法を確立し，その応用性を示したことにより，学位論文として価値のあるものと認める。