

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | Learning Concept from 3-D Geometric Model of Objects Obtained by Stereo Vision  |
| Author(s)    | 董, 剛  |
| Citation     | 大阪大学, 1995, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/39163">https://hdl.handle.net/11094/39163</a>   |
| 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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。 |

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | 董 剛  |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)   |
| 学位記番号      | 第 11907 号  |
| 学位授与年月日    | 平成7年3月23日  |
| 学位授与の要件    | 学位規則第4条第1項該当<br>基礎工学研究科物理系専攻   |
| 学位論文名      | Learning Concept from 3-D Geometric Model of Objects Obtained by Stereo Vision<br>(立体視で得られた3次元幾何モデルからの物体概念の学習) |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 谷内田正彦<br><br>(副査)<br>教授 辻 三郎 教授 井口 征士   |

### 論文内容の要旨

視覚で得られた画像データから概念を学習する研究は、物体認識の研究と機械学習の研究にとって非常に重要な内容である。モデルに基づく物体認識に関する従来の研究では、3次元の幾何モデルがよく用いられている。しかし、幾何モデルは個々の具体的な物体を定量的に表現するにはよいが、より高次のクラス概念を表現するには適切であるとは言えない。例えば、「家」といった概念の具体例にはAさんの家、Bさんの家というように種々の形状があり、それらすべての幾何モデルを持つことは現実的に不可能である。また、物体の種類が増えるとモデルと照合する時間も急速に増えてくる。したがって、「家らしさ」といった概念に対応する共通モデルを獲得することが必要となる。本論文では、このような共通モデル(概念)をコンピュータが学習することにより獲得するシステムを提案する。二次元的な形状は視点の位置により大きく異なるため、共通概念の学習が難しくなる。このため、本論文では、三次元的な形状をもとに学習を行う。3次元幾何モデルの定量表現におけるスケール問題とマッチングコスト問題を解決するため、本論文では、物体を構成する平面を基本要素として平面の幾何特徴と幾何関係における定性的な概念記述言語を定義し、定量情報を自動的に概念記述言語へ変換する。また、従来の典型的な事例からの概念学習と異なり、本論文では、実世界におけるノイズの影響を考え、概念記述言語における類似度を設定し、この類似度により柔軟な概念学習を実現した。さらに、定量情報をスムーズに定性化するため、ファジー表現を提案し、ファジー表現より人間固有の認識の不明確性を扱うことができる。最後に、本論文では、物体構造を獲得するため、背景知識と平面関係の類似度により副概念のクラスタリング手法を提案した。本論文で提案した各手法の有効性を、家の物体に対する実験結果によって確認した。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、計算機における知的処理の自動化のために研究した物体認識と物体の概念学習に関するもので、立体視で得られた3次元幾何モデルから物体の概念を学習するシステムについての研究成果をまとめたものである。

コンピュータビジョンにおける物体認識の従来研究では、モデルに基づく物体認識手法がよく用いられるが、モデルと照合するコストを軽減するためには、様々な形状をした物体を同一クラスに持つような共通モデルを獲得する必

要がある。しかし、モデルの表現と更新などの困難な問題がある。このような共通モデルの獲得の自動化は、機械学習の分野では、物体の抽象的な概念を学習する研究として行われてきたが、学習対象を簡単なものに限定し、また、学習に用いる記号表現は人間が与えていたため、実世界の物体の扱いや記号表現の獲得の問題は残されたままであった。これらの問題を解決するために、著者は、複雑な構造を持つ家を対象として、立体視で得られた物体の定量情報から構造情報を落とさずに定量情報の記号化、平面関係の類似度を用いた概念記述の構造化、認識での曖昧さを考慮した概念の一般化の手法を提案した。

定量情報の記号化に関しては、どんな情報を記号化すべきか、どの時点で記号化するのは難しい点であるが、著者は、処理の早い時点で必要な情報を失わないように物体の定量表現をできるだけ残して、平面の特徴と関係における定性的な概念記述言語（CDL）を提案することにより、定量情報を記号化した。提案した概念記述言語（CDL）は定量表現と機械学習での記号表現との中間表現という役割を演じていて、定量情報から記号記述の獲得に有効な手法である。

概念記述の構造化に関しては、単純化したアーチを対象とした構造化は、従来提案されているが、家のように対象が複雑な場合では、多くの構成要素や関係記述が必要となるため、概念記述が複雑となり、概念の洗練化に探索空間が大きくなるという問題があった。それに対して、著者は、家全体の概念記述を、屋根や壁などの副概念に分割して構造化し、記述量を減らした副概念間の関係記述として表現する。これにより、概念記述の巨大化を防ぐことができ、階層的な概念記述を実現した。また、副概念の分類方法に関しては、背景知識を用いた精度の高い判別木法と関係の類似度による領域独立の2種のクラスタリング手法を提案した。特に、後者は、家以外の対象への幅広い適用が期待できる。

概念の一般化に関しては、記号での概念学習の研究としてすでに提案されているが、それらの手法では、正例、負例という概念の明確な境界が常にあるということを仮定し、認識の曖昧さとノイズを含む視覚情報特有の曖昧な例は、扱えなかった。これに対して、著者は、概念記述の一般化に類似度を導入し、類似度による近似的なマッチングによって、厳密でない正例をも近似的に含むように、概念記述を一般化できることを示した点が注目できる。

以上の研究成果は、計算機による知的処理の自動化におけるコンピュータビジョンでの物体認識と人工知能での概念学習とを融合し、視覚情報から抽象的な概念の学習手法の研究に貢献するところが大きく、工学博士の学位論文として価値あるものと認める。