

論文内容の要旨

博士論文題目 自動復元のための遺物破片間の接合箇所検出

氏名 堀 謙太

(論文内容の要旨)

考古学において出土遺物の復元は、遺物本来の姿を知る上で非常に重要である。出土する遺物破片の量は膨大な量である上に、遺物の復元作業自体が大変な人手と時間を要するので、出土遺物の復元作業は考古学者に対して非常に大きい負担となっている。一方、近年のコンピュータ関連技術の発達により、遺跡や遺物のデータの整理や分析に対して情報科学の技術を応用する、いわゆる情報考古学と呼ばれる分野の研究が盛んに行われるようになってきた。本来、考古学は遺物や遺跡の調査、分析が主な研究である。情報考古学においても遺物・遺跡データのデータベース構築や統計解析に関する研究が主な研究であり、出土遺物の自動復元に関する研究は少ない。本論文では、遺跡から出土した遺物破片の復元において、破片間の接合箇所検出を形状認識により自動化することを目的とする。

本論文ではまず、局所的な位置関係を考慮した曲線不変量による接合箇所検出法について議論する。曲線不変量は輪郭曲線の全体形状を表現する特徴量であり、接合箇所検出のような物体輪郭の部分的な形状照合には不向きであるとされている。しかし、破片輪郭をあらかじめ複数のセグメントに分割することで、遺物破片輪郭の部分的な照合に曲線不変量を適用することが可能となる。破片間の接合箇所は、輪郭分割において複数のセグメントに分割される可能性がある。本論文では隣接するセグメント同士の関連性を考慮した接合箇所検出手法を提案する。隣接するセグメント同士の関連性は、セグメント照合におけるセグメント同士の位置関係を元に評価する。実験により、考古学の遺物復元のような複雑な形状を有する破片同士の接合箇所検出に対して、曲線不変量および隣接セグメント間の関連性の適用が有効であることを確認した。しかし、輪郭の分割結果が接合箇所検出の成否に強く影響することも確認された。

次に、遺物破片のような複雑な形状を有する破片輪郭について、部分的形状を柔軟に表現するための破片輪郭情報の表現モデル、および、そのモデルを用いた接合箇所検出法について議論する。破片輪郭の表現モデルとして、グラフモデルに階層構造を付加することで各セグメントを階層的に表現することを考慮した、いわゆる階層グラフモデルを用いる。接合箇所検出の方法として、階層グラフモデルの階層構造に着目し、セグメント間の大きさと形状の類似性を評価することで接合箇所を探索するアプローチを提示する。遺物破片の2次元輪郭に対する実験結果から、階層構造の適用により、輪郭分割における細かいパラメータ調整が不要な接合箇所検出の実現が可能であることを確認した。また、破片群からの接合箇所検出の可能性についても確認した。

(論文審査結果の要旨)

本論文は、遺物復元の自動化における、破片間の接合箇所検出について述べている。土器のような遺物の復元を人手で行う場合、破片群から接合する可能性の高そうな破片を選び出し、実際にいろいろすり合わせてみることで、接合箇所の検出を行っている。破片間の接合箇所検出に関しては、遺物破片の局所的形状の表現方法および照合方法が問題となる。この問題を解決するために、本研究では局所的な位置関係を考慮した曲線不変量による接合箇所検出法、および、破片輪郭表現に階層グラフモデルを用いた接合箇所検出法を開発している。本論文の成果は以下の3点に要約される。

1. 遺物破片の接合箇所検出では、輪郭の局所的な形状の表現・照合が必要である。遺物破片の局所的な形状の表現・照合に対して、曲線不変量の適用を考えた。破片輪郭の局所的な形状特徴表現に曲線不変量を適用する場合、あらかじめ破片輪郭を分割しておく必要がある。輪郭分割の影響は大きいものの、曲線不変量による形状の表現・照合が遺物破片間の接合箇所検出において有効であることを確認した。

2. 輪郭分割により接合箇所が複数のセグメントに分割されることを考慮した場合、破片間におけるセグメント同士の組み合わせから、接合箇所に相当する1個または複数のセグメントの組み合わせを特定する必要がある。セグメント照合における相対的な移動量が接合箇所の特定に有効であることを、実験により確認した。

3. 接合箇所検出においては輪郭の分割が重要であるが、パラメータの適切な設定が問題となる。破片輪郭の表現に階層グラフモデルを用いることにより、輪郭分割におけるパラメータ調整の手間が軽減される。破片輪郭表現への階層グラフモデルの適用が、接合箇所検出の自動化に対して有効であることを確認した。さらに、階層グラフモデルを用いた接合箇所検出法により、複数の遺物が混在する破片群からの接合箇所検出が可能であることを示した。

以上に述べたように、本論文では局所的な位置関係を考慮した曲線不変量による接合箇所検出法、および、階層グラフモデルを用いた接合箇所検出法を提案し、その有効性を実験的に検証している。本研究は、遺物復元の自動化に関する先駆的な研究として評価でき、情報考古学分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。なお、本論文の主要部分に相当する内容は、学会論文誌2件、査読付国際会議1件として公表されている。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。