



Title	狭開先GTA溶接システムにおけるビジュアルセンサ利用技術の開発に関する研究
Author(s)	鴨, 和彦
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42355
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	かも 鴨	かず 和彦
博士の専攻分野の名称	博士(工学)	
学位記番号	第 15666 号	
学位授与年月日	平成12年7月31日	
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産科学専攻	
学位論文名	狭開先 GTA 溶接システムにおけるビジュアルセンサ利用技術の開発に関する研究	
論文審査委員	(主査) 教授 牛尾 誠夫	
	(副査) 教授 豊田 政男 教授 小林紘二郎 教授 池内 健二	

論文内容の要旨

本論文は、狭開先 GTA 溶接においてビジュアルセンサを用いることで、溶接状況を自動監視し、必要に応じて適正な溶接状況になるように溶接条件を制御もしくは自動的に溶接を中断する技術について論じたものであり、全体を6章で構成している。

第1章は緒論であり、現状のアーク溶接における熟練溶接士の減少に伴う問題点と、その対策として望まれる自動溶接システムが備えるべき機能を述べている。

第2章では、良好な品質を有する溶接部を得るために、適正な溶接条件を与える必要があるが、そのために溶接状況の検出すべきパラメータの検討を行っている。

第3章では、自動溶接システムが熟練溶接士に代わって溶接状況を監視するための視覚センサを用いたセンシング方法について検討を行っている。そして、必要最小限のセンサとして、溶接トーチの前に配置した小型CCDカメラにて開先位置、電極位置及び形状、ワイヤ位置並びに溶融池形状の画像を取り込み、パソコンで画像処理を行うことで、上記情報が抽出できることを明らかにしている。また、溶接トーチの後方に配置したレーザスリット光センサで溶接直後のビード形状を認識することが出来ることを明らかにしている。

第4章では、前章で認識した情報を基に溶接条件の適応制御手法の検討を行っている。具体的には溶接士がGTA溶接中に最も注意を払っている溶接線にならい、ワイヤ位置制御及び溶接条件の制御を適応制御の対象としている。認識した情報は、適正な溶接条件で施工された標準的な状態と比較され、ファジィ理論を用いて制御量を決定し、時間のタイムラグを最小にして常に適正な溶接状態が保たれることを明らかにしている。また、制御ではないが溶接中に電極先端の形状をモニタリングし、不適切な状態になれば溶接を中断できることも明らかにしている。

第5章では、前々章及び前章で開発した視覚によるセンシング手法及び適応制御手法を生産現場で用いられる自動溶接システムに組み込んで、その有効性の確認している。実際に製作した自動溶接システムは、配管の周縫手を対象とした全姿勢狭開先溶接システムと、同じく配管の周縫手を対象とし、溶接姿勢は下向き姿勢の狭開先溶接システムである。両者とも施工試験を実施し、そのシステムの有効性を確認している。

第6章は結論であり、本研究で得られた諸結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

熟練溶接士を自動溶接装置に置き換えるためには、“溶接状況の認識”、“溶接状態の判断”、“溶接条件の修正もしくは中断”という3つの行為を自動的に処理するシステムが不可欠である。

本論文では、熟練溶接士が最も視覚情報に着目していることから、溶接状況を認識する手段としてビジュアルセンサを用いることとし、採取した画像を自動認識し、ファジィ理論を用いた適応制御を実施することで、溶接士の介在無しで良好な溶接品質を有する溶接施工が出来ることを明らかにしている。本論文の成果を要約すると次の通りである。

- (1) 良好な品質を有する溶接部を得るために、適正な溶接条件を与える必要がある。そこで溶接状況の検出すべきパラメータの検討を行い、次の4項目がGTAW溶接において熟練溶接士が着目し、本システムが検知すべき項目であることを明らかにしている。

- ・電極位置調整
- ・ワイヤ位置調整
- ・溶接条件（電流）調整
- ・タンクステン電極交換

- (2) 溶接トーチの前に配置した小型CCDカメラで開先位置、電極位置及び形状、ワイヤ位置並びに溶融池形状の画像を取り込み、溶接トーチの後方に配置したレーザスリット光センサで溶接直後のビードプロファイル画像を取り込み、パソコンで画像処理を行うことで、次の監視・制御すべき項目を検知できる手法を確立している。

- ・低周波パルス状の溶接電流に、数Aまで溶接電流を下げるタイミングで採取したアーク画像と、ピーク電流時に採取したアーク画像をそれぞれ画像処理して重ね合わせ、開先中央に対する電極を求める手法を確立している。
- ・ピーク電流時に採取したアーク画像を画像処理して、電極位置に対してワイヤの左右量を求める手法を確立している。
- ・ピーク電流時に採取したアーク画像を画像処理して、電極先端から溶融池先端までの距離を求める手法を確立している。
- ・ベース電流時に採取したビードプロファイル画像を画像処理して、開先側壁に対するビードのぬれ角度を求める手法を確立している。

- (3) ビジュアルセンサで検知した情報を基にファジィ理論にもとづく溶接条件の適応制御手法の検討を行った結果、溶接士がGTA溶接中に最も注意を払っている溶接線にならい、ワイヤ位置制御及び溶接条件の制御が精度良く実施できること適応制御手法を確立している。また、溶接中に電極先端の形状をモニタリングし、不適切な状態になれば電極交換のために溶接を中断できる手法も確立している。

- (4) 本研究で確立したビジュアルセンサ及び適応制御手法を生産現場で用いられる自動溶接システムに組み込んで、その有効性の確認を行っている。その結果、配管の周縫手を対象とした全姿勢狭開先溶接システム、及び下向き姿勢の狭開先溶接システムは、一定期間溶接士の介在無しに施工が可能であり、得られた溶接継手も健全である。このことより、ビジュアルセンサと適応制御を組み込んだ知能型自動溶接システムの有効性を確認している。

以上のように、本論文はビジュアルセンサにより溶接状況の情報を自動的に採取し、ファジィ理論により適正な溶接条件に制御するという新しい知見を得ている。本研究で得られた成果は、自動溶接装置の発展すべき方向付けを行い、今後の自動溶接装置の高度化・知能化に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値のあるものと認める。