

溶接検査ロボットの遠隔監視システムの開発

南村春樹[†] 巨東英[‡]

埼玉工業大学 大学院[†] 埼玉工業大学[‡]

1 緒言

現在，溶接によって製造された機器や構造物は非常に多く，溶接部の検査は非常に重要である．特に，溶接の直後における損傷検査だけでなく，稼働中の検査も必要となる．架橋・高層ビルなどの建築物における溶接部の欠陥が破壊の原因であることが多く，安全工学として溶接部の欠陥検査は重大な問題となっている．したがって，定期的に構造物の溶接部における強度を予測する課題が増えており，特に非破壊検査を主流とする超音波探傷技術の発展が期待される．しかし，溶接部の定期的な検査には，人が入り直接検査することが困難な場合もある．そのため，本研究では，遠隔操作による溶接検査ロボットを開発し⁽¹⁾，とくに携帯電話を利用する溶接検査の遠隔監視・検査システムの開発を試みた．

2 本研究の概要

本研究では，自律走行システムの開発，インターネットを用いて遠隔地での検査画像の監視と検査，溶接検査ロボットの遠隔制御を目的とする．自律走行システムでは，アルゴリズムを用いた走行プログラムを作成し，溶接跡の追従と検査画像取得の自動化を行った．また，携帯電話を利用して溶接検査ロボットの監視・検査を行える新しいシステムを開発する．遠隔地からの検査・監視画像はインターネットを経由してユーザに転送し，そして画像処理によって溶接の損傷部分を遠隔地から発見することができる．検査ロボットの制御には，遠隔制御用回路とプログラムを用いてクライアント PC からの遠隔制御が可能にした．さらに，現実空間での検査ロボットの走行データを使用し，バーチャルリアリティ環境で CG ロボットを走行させ，現実空間におけるロボットの走行軌跡を反映することによって監視カメラの範囲外でも対応できるようにした．

3 全体のシステム

Development for remote surveillance system of a welding inspection robot

[†]Haruki Minamimura, Graduate school of Engineering, Saitama Institute of Technology

[‡]Dong-Ying JU, Saitama Institute of Technology

3-1 システムの全体構成

図 1 は全体のシステムを示す．システムは溶接部検査を行う検査ロボット，これを制御する制御ユニット，制御ユニットに制御信号を送る制御用 PC，CCD カメラからの画像を処理し画像を送り出す画像転送用 PC，Web サーバー，そして遠隔制御をする遠隔操作用 PC，遠隔地から画像を検査するクライアント PC，3DCG を使用する Maya 用 PC，画像を表示する携帯電話 BREW から構成されている．

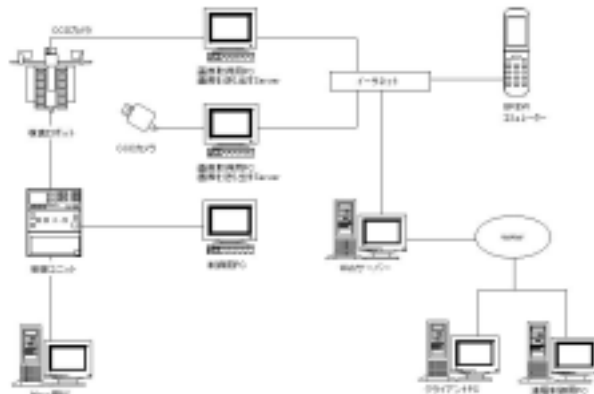


図 1 全体のシステム



図 2 溶接検査ロボット

3-2 ロボットの制御システム

ロボットの制御システムでは，制御用 PC で制御用プログラムを制御ユニットに転送しロボットを制御する．溶接検査ロボット（図 2）は駆動用の認識センサとして光センサ 5 組と左右 2 組のロータリーエンコーダを持っており，5 組の光センサでビードの黒色部を感知することができる．駆動部は金属溶接の検査を目的に開発され

ているので磁力式のキャタピラをパルスモータによって動かしている。

3-3 画像管理システムによる遠隔監視・検査

本システムでは、溶接検査ロボットを監視するカメラとロボットに搭載されている検査用カメラの画像を jpeg 圧縮処理し、Web サーバーに転送しホームページに表示をさせる。また、携帯電話による遠隔監視システムでは、溶接検査ロボットを監視する監視用カメラとロボットに搭載されている検査用カメラの画像を jpeg 圧縮処理し転送プログラムで携帯電話に画像を送信、携帯電話で受信した画像を表示する。

3-3-1 携帯電話による遠隔監視環境の構築

本研究は、クアルコム(本社：米国 San Diego, CEO：Dr.Irwin Mark Jacobs)が開発したプラットフォーム BREW(Binary Runtime Environment for Wireless)を使用した。開発環境は C/C++を利用することが可能であり、またこの BREW は TCP/IP での通信が可能なのでユーザーシステムのサーバーなどに接続が容易である。

3-3-2 BREW による画像転送プログラム

BREW アプリケーションを開始したら IP アドレスの確認を行い、ソケットをオープンして画像転送プログラムにコネクトを行い、接続を確立させる。接続されない時は、エラー処理としてプログラムは停止する。その後、画像転送プログラムに画像の要求信号を送信し画像を受信する。この時に画像ファイルの大きさを画像転送プログラムから得て、ファイルの大きさまで受信するまで繰り返す。ファイルデータを完全に受信し終わったら、その画像を BREW で表示する。そしてまた、データ要求信号を送信し画像データ受信を繰り返す。画像転送プログラムの方に送信すべき画像データがない場合、アプリケーションの終了となる。

画像管理システムによる遠隔監視・検査用のシステムとは別に携帯電話に画像を送信するプログラムを作成した。サーバーを立てて携帯電話から接続を確立する。その後、携帯電話からの要求信号が来たら監視用カメラと検査用カメラの画像を jpeg 圧縮処理し、画像を送信する。

3-4 バーチャルリアリティ環境の構築

CG によるバーチャルリアリティ環境の構築では、溶接検査ロボットに搭載されている左右 2 組のロータリーエンコーダからのデータを取得して数値データ化し、3 DCG ソフトの Maya で使用されている Mel スクリプトに組み込み、作成した溶接検査ロボットの CG データを動かす。そして、監視カメラの範囲外での動き・さまざまな角度から確認することができる。

4 結果・考察

監視カメラの画像を、画像取得プログラムを使用して取得し、その取得した画像を画像送信プログラムから BREW 受信して表示と IP の切り替えにより検査カメラの画像を受信し表示が可能となった。しかし、通信速度の関係で表示する画像の時間の間隔が長くなることがあり、それにより、時間差が生じてしまうことがある。それは、画像の圧縮率を上げてデータを軽くすれば少しは解消される。また、CG で溶接検査ロボットの軌跡を辿らせる事が出来た。しかしロータリーエンコーダの接触面の凹凸によりデータに誤差が生じることがある。



図3 遠隔監視・検査画像

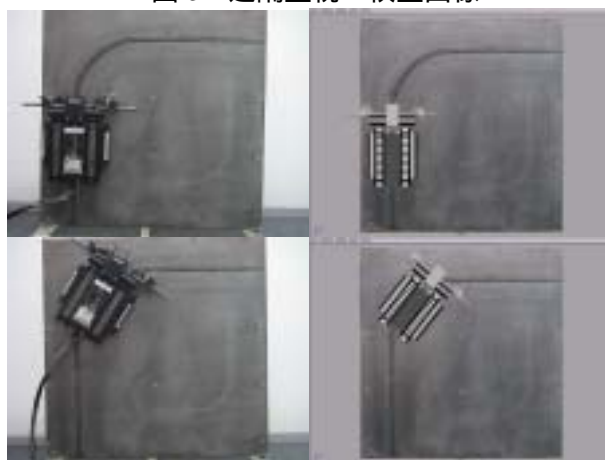


図4 検査ロボットとCGロボットの軌跡の比較

5 結論

本研究によって携帯電話のエミュレーターを利用した溶接検査ロボットの遠隔監視システムの開発は実現された。これを研究の出発点として、通信速度を向上することによって実機に移行する研究が期待されている。

参考文献

1. D.Y. JU and S. Kushida, Intelligent Control of Mobile Robot during Autonomous Inspection of Welding Damage Based on Genetic Algorithm, *Engineering of Intelligent System*, Springer, pp.661-669(2001).