

C-022

## 工業製品自動検査用フェイルセーフシステムの開発

A development of a fail-safe system for automated inspection system of industrial products

佐藤俊幸<sup>†</sup> 寒川陽美<sup>‡</sup> 大和田 功<sup>‡</sup>  
 Toshiyuki Sato Harumi Sangawa Isao Owada  
 高木正則<sup>†</sup> 山田敬三<sup>†</sup> 佐々木淳<sup>†</sup>  
 Masanori Takagi Keizo Yamada Jun Sasaki

## 1 はじめに

工業製品生産現場では生産ラインの効率化・信頼性向上を図るために製品検査の自動化が進んでいる[1]。著者らは熱間鍛造製品生産現場における生産ライン画像処理装置を用いた製品検査工程の自動化について研究を行っている。

この画像処理は処理能力・経済性の観点から、汎用 PC (Personal Computer) を用いて実現する。しかし、熱間鍛造を行う製造現場では高温・電磁ノイズ・粉塵等が多く、汎用 PC にとっては厳しい動作環境であるため画像処理検査用 PC の信頼性は平常環境と比べ格段に下がってしまい、PC のハードウェア障害またはソフトウェア障害等が起こる可能性が高い。PC に障害が発生した場合、生産ラインを統括する PLC(Programmable Logic Controller) に対して検査情報が送れないため、生産ラインが混乱してしまうことが考えられる。そこで、検査用 PC と PLC の間にフェイルセーフとなるシステムを設置し、障害が致命的な影響を及ぼさないよう防止[2]することとした。

フェイルセーフシステムが検査用 PC のハードウェア障害またはソフトウェア障害の検知を行うことで、障害の早期検知を実現し、生産ラインのダウンタイムの軽減を可能とする。しかし、このフェイルセーフシステムに用いる PC も汎用 PC であるため、前述の動作環境下においては障害が発生する危険性が高い。そこでフェイルセーフシステムを 2 重化させ、並列冗長システムとすることで、単独稼働よりも高信頼を保証するフェイルセーフシステムの開発を行った。

## 2 生産ラインにおける自動検査の概要

本研究で対象とする熱間鍛造製品の生産現場に導入する画像処理検査装置の全体を図 1 に示す。本装置では 2 種類の画像処理検査 (以下インライン検査) を行うことで、精密な製品の自動検査を実現させようとしている。インライン検査時には 2 台の検査用 PC が赤外線検査 (第 1 検査) および 3 次元計測検査 (第 2 検査) を担当している。検査工程の種類は以下の 3 パターンである。

1. 第 1 検査のみのパターン
2. 第 2 検査のみのパターン
3. 第 1 検査, 第 2 検査の両方行うパターン

## 3 フェイルセーフシステムの構成

開発したフェイルセーフシステムの構成を図 2 に示す。本フェイルセーフシステムは、インライン検査時に検査 PC と PLC 間のデジタル I/O 信号通信の監視を行い、

<sup>†</sup>岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

<sup>‡</sup>有限会社イグノス

検査中に検査用 PC の停止または異常が発生したことを検知し、PLC に対してエラーを通知するシステムである。フェイルセーフシステムは完全に 2 重化された PC システムからなり、それぞれの PC システムが常時自己監視、相互監視を行い、1 システムがダウンした場合でも、もう 1 組のシステムが補完・動作することでフォールトトレランスを実現する[3]。各システムはホットスタンバイであり、切り替えの影響がないように並列動作している。

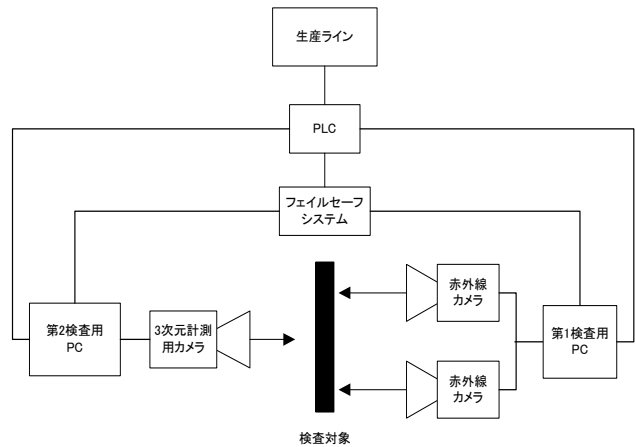


図 1. 画像検査処理装置全体図

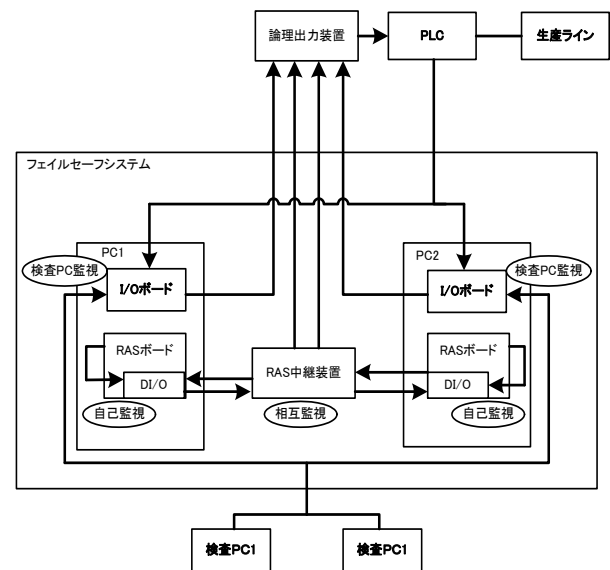


図 2. フェイルセーフシステム構成図

## 4 インライン検査監視機能

インライン検査監視機能とは、フェイルセーフシステムの主要機能であり、検査工程が正常に稼働しているかを監視する機能である。具体的には、PLCと画像処理検査PC間の検査工程中のデジタルI/O信号通信を監視している。検査用PCの異常発生時にはPLCに対してエラーを通知する。検査用PCの異常として判断するのは以下の場合である。

### ①検査リセット

人の操作によりPLCからリセット信号が発信された場合、フェイルセーフシステムは、進行中の検査処理を破棄し、再び検査が開始されるまで待機する。

### ②検査工程タイムアウト

PLCから検査開始信号が出力されてから、一定時間経過しても検査用PCから検査終了信号が送信されなかった場合、フェイルセーフシステムは検査用PCがハングアップ等の異常により検査が続行できないと状況と判断し、PLCへエラー信号を発信する。

### ③検査エラー検知

検査用PCに異常が発生した場合、検査用PCからフェイルセーフシステムにエラー信号が発信される。この信号はそのままPLCへ通知される。

### ④検査用PC電源断検知

検査用PCに電源異常が起こり、ダウンしてしまった場合、検査用PCから発信される運転中を示す信号が途絶してしまう。この信号途絶をフェイルセーフシステムが検知した場合、PLCへエラー信号を発信する。

## 5 フェイルセーフシステム相互監視機能

本機能は、2重化されたフェイルセーフシステムのそれぞれのPCの自己監視および相互監視を行う機能である。今回開発したフェイルセーフシステムに使用されているPCには、システムの信頼性、可用性、保守性を確保するためのRAS (Reliability, Availability, Serviceability) 機能があり、本システムではこの機能についてRASボードを用いて実現している。RASボードはPC内のPCI (Peripheral Component Interconnect) バスに取り付けられており、PCの異常検知機能を有している[4]。本フェイルセーフシステムに用いられているPCの自己監視はRASボードの機能を用いて行うことが可能であるが、2重化されたフェイルセーフシステムの相互監視に利用された例はこれまでなかった。そこで、著者らはRASボードの制御用プログラムと通信用の中継装置を開発することで、相互監視を実現させた。

### 5.1 RASボード制御用プログラム

今回開発した制御用プログラムは以下の機能を持つ。

#### ①自己監視結果表示

RASボードを介して自己のPCの状態を監視しており、障害を検知した場合は、エラー表示用画面へエラー内容を出力する。

#### ②自己監視結果外部出力

RASボードのデジタルI/O出力から自己監視結果を論理出力装置・対となるPCに出力する

#### ③相互監視結果表示

対となるPCの自己監視結果を受信時に相互監視結果としてエラー表示用画面へエラー内容を出力する。本システムで監視するハードウェア障害は以下の2つである。

- ・PC内部温度上昇
- ・ウォッチドッグタイマエラー

### 5.2 RAS通信用中継装置

相互監視に使われる通信はRASボードのデジタルI/Oを用いているが、通常RASボード同士を直接通信させることは不可能である。そのため、著者らはRASボード通信を可能にするためのデジタルI/O中継装置を開発した。この中継装置は、RASボードから出力される信号をRASボードが受け取り可能な信号に変換する装置である。

## 6 論理出力装置

本フェイルセーフシステムは2つのフェイルセーフシステムのホットスタンバイ方式であるため、2つのシステムからインライン検査監視結果が出力されてしまう。PLCに対して出力される最終出力信号は1つでなければならないため、2つのフェイルセーフシステムから出力される信号を1つに論理合成するための論理出力装置を新たに開発した。この論理出力装置は、片方のフェイルセーフシステムの異常発生時にも、正常稼働しているフェイルセーフシステムを自動判別することができる。どちらも正常稼働している場合は、初期設定された方のインライン検査結果をPLCに対して出力する。

## 7 まとめ

熱間鍛造製品生産ラインにおける自動検査システムの導入とその課題解決のため、フェイルセーフシステムの設計・開発を行った。また、フェイルセーフシステムの信頼性をさらに向上させるため、システムの2重化を検討し、それを実現するために必要な、相互監視機能、論理出力装置などを開発した。

今後は、システム全体の完成とインライン検査工程全体へ導入・評価を行う。また、本2重化フェイルセーフシステムを導入した場合の信頼性向上効果についても比較検討を行う。

## 参考文献

- [1] 高木和則, 渡辺隆, 興水大和「電子部品検査の画像処理と性能評価」2001
- [2] 室津義定, 米澤政昭, 邵 暁文, 「情報システム入門シリーズ7 システム信頼性工学」共立出版, 1996, ISBN 4-320-08081-5
- [3] 塩見弘, 阿部季夫, 加瀬三千雄, 関哲朗, 三嘴健「やさしい信頼性データ解析」日科技連出版社, 1998, ISBN4-8171-3040-7
- [4] PCI-1903 ユーザーズマニュアル (株)インターフェース, 2006