



フェールセーフ機能を改善した 新型交通信号制御機

New Traffic Signal Controller for Improved Fail-Safe Functions

三浦 正宏*
Masahiro Miura

坂口 政広
Masahiro Sakaguchi

吉村 公志
Koshi Yoshimura

交通信号制御機は、道路上の自動車・自転車・歩行者が安全で円滑に通行できるように、交通信号の点灯／滅灯及び点灯時間を制御している。交通信号を誤って制御することは、交通事故の原因となる場合があり、交通信号制御機は、交通信号システムで用いられる機器の中で、特にフェールセーフ性が要求されるものである。筆者等は、新型交通信号制御機を開発するにあたり、アーキテクチャやフェールセーフ機能の見直しを行った。本稿では、青青異常判定回路を診断する機能等、新型交通信号制御機におけるフェールセーフ機能を紹介する。

A traffic signal controller controls the lighting of traffic signals so that vehicles and pedestrians can travel safely and smoothly. As an erroneous operation of the controller may cause a serious accident, it requires the strictest fail-safe functions in the entire traffic control system. The authors reviewed the fail-safe functions for a newly developed traffic signal controller. This paper introduces the fail-safe functions including G-G abnormality detection.

キーワード：フェールセーフ、自己診断、青青異常

1. 緒言

交通信号制御機は、道路上の自動車・自転車・歩行者が安全で円滑に通行できるように、交通信号の点灯／滅灯及び点灯時間を制御している。交通信号を誤って制御することは、交通事故の原因となる場合があり、交通信号システムで用いられる機器の中で、特にフェールセーフ性を要求されるものである。筆者等は、新型交通信号制御機を開発するにあたり、アーキテクチャやフェールセーフ機能の見直しを実施した。本稿では、新型交通信号制御機におけるフェールセーフ向上について紹介する。

2. 交通信号制御機の状態遷移

交通信号制御機（以下、信号機）の状態遷移を図1に示す。

(1) 信号機の動作状態

(a) 遠隔動作

交通管制センターからの指示に従って動作する。交通管制センターでは、収集したセンサ情報から得られる交通量等の情報を元に、制御対象の路線やエリアの交通状況を最適にするような信号制御動作を算出し、信号機へ指示を行っている。

(b) 単独動作

交通管制センターからの指示を受けられない時の動作状態である。時間帯ごとに、事前に設定された動作パターンに基づき動作することができ、交通管制センターとの通信ができない場合でも、信号制御の乱れが起きないように制御を行う。

(c) 保安動作

遠隔動作及び単独動作の処理を行っているマイクロプロセッサが動作できない場合に、ハードウェアだけで動作し、信号制御を安全に継続する。

(d) 異常閃光

故障などにより正常に信号制御ができない場合に、交通信号を黄色と赤色の点滅表示（閃光表示）を行う。

(e) 全赤表示

電源投入時直後、及び、閃光動作終了後は、全ての車両を一旦停止させるために、全ての灯器を5秒間赤表示にする。

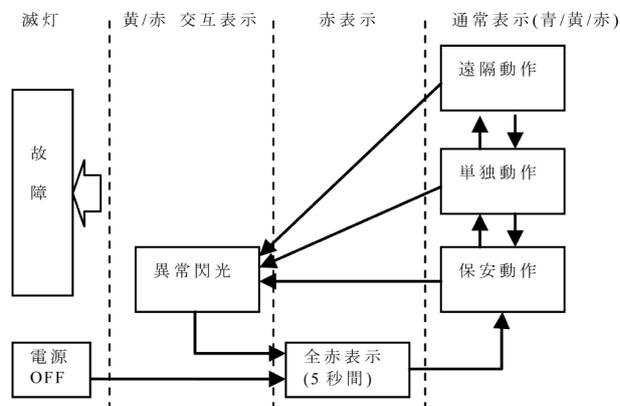


図1 状態遷移

(2) 信号機の主な異常事象

(a) 青青異常

交差する道路の交通信号灯が同時に青表示したことを検知して異常と判断し、異常閃光状態に遷移させる。同時青表示が続くことは、交通事故の原因となり得るため、青青異常の検出は、信号機の機能の中で最も重要なものである。

(b) タイマ異常

ハードウェアでの信号制御（保安動作）が正しく動作しない（事前に決めた最長監視時間を計時しても、灯色が変わらない）場合に、異常と判断し、異常閃光状態に遷移させる。

(c) MPU異常

マイクロプロセッサが正しく動作していないと判断し、保安動作状態に遷移させる。

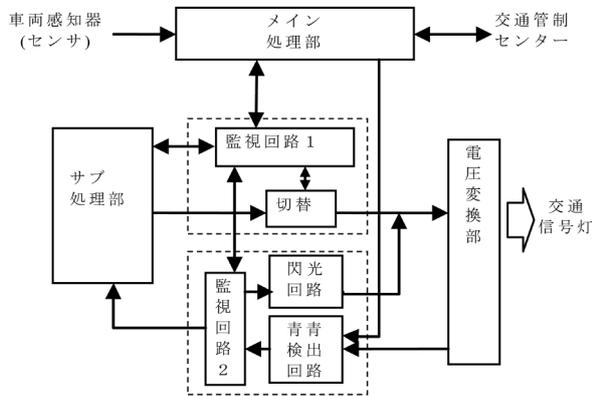


図2 システム構成

3. システム構成

今回開発した信号機のシステム構成を図2に示す。

(1) メイン処理部

時刻、車両感知器からの情報、交通管制センターからの指令に従って、信号機の動作を決定し、監視回路1を介して、サブ処理部に信号灯の点灯パタンの選択及び歩進タイミングの指示を与えている。マイクロプロセッサとソフトウェアで実現している。

(2) サブ処理部

あらかじめ設定された点灯パターン／タイミングに基づき、信号制御を行う。メイン処理部からの指示がある場合は、その指示に従って、信号制御を行うことができる。ハードウェアのみで実現しており、万が一メイン処理部が異常状態になった場合は、本処理部のみで信号制御を実施できる。

(3) 監視回路1

メイン処理部及びサブ処理部等、各ブロックを監視しており、検出した異常に応じてフェールセーフ動作を行う。青青検出回路での異常検出、及び、サブ処理部の異常（タイマ異常）を検知した場合は、灯色点灯指示をサブ処理部からの指示から、閃光回路からの指示へと切替える。

また、メイン処理部からの指令をサブ処理部へ中継する機能も持つ。

(4) 監視回路2

監視回路1のバックアップ回路であり、機能は監視回路1と同等である。ただし、メイン処理部からの指令をサブ処理部への中継機能は有していない。

(5) 青青検出回路

電圧変換部からの青点灯状態信号と、あらかじめ設定された青灯色の組み合わせデータを比較して青青異常を検出、その結果を監視回路1／監視回路2へ通知する。

(6) 閃光回路

監視回路1／監視回路2からの指示に従い、閃光表示時の灯色点灯指示を行う。

(7) 電圧変換部

サブ処理部又は閃光回路から灯色点灯指示信号に従い、交通信号灯へ点灯電圧（AC100V）を出力する。また、青色交通信号灯へ出力する点灯電圧については、電圧の有無を検出しており、交通信号灯の青点灯状態を青青検出回路へ通知する。

4. フェールセーフ機能の検討

信号機のフェールセーフを検討するにあたって、FMEA（故障モードとその影響の解析）の手法を用いた。ただし、信号機を実現する回路で使用する部品点数は多く、多岐にわたることから、実施にあたっては、図2に示すシステム構成のブロック単位で行った。それぞれのブロック間でやりとりする信号の有無／正誤の組み合わせから、故障モードを想定し、総数326の機能障害を想定し、危険度解析を実施した。

危険度が高いものについては、異常検出方法及び検出時の動作を取り決め、信号機のフェールセーフ機能として実装を行った。

以下、信号機に実装した、主なフェールセーフ機能について示す。

(1) 青青検出回路の診断

青青検出回路は、電圧変換部からの青点灯状態信号を元に、間違った組み合わせで出力を行っていないかを判断している。間違った組み合わせを確実に検出できるかどうかは、これまでは実際にその組み合わせで灯色出力を行った上で検出していたが、この場合、実際の信号灯が間違った点灯を一瞬行ってしまう。近年は、信号灯のLED化が進んでいるため、一瞬の出力であっても、信号灯が点灯し、周

表1 ブロック間の監視動作

ブロック	監視対象 ブロック	異常検知時の動作
メイン処理部	監視回路1	異常モニタ点灯
メイン処理部	サブ処理部	異常モニタ点灯
メイン処理部	青青検出回路	異常モニタ点灯
メイン処理部	電圧変換部	異常モニタ点灯
サブ処理部	メイン処理部	異常モニタ点灯、保安動作遷移
サブ処理部	監視回路2	閃光動作遷移
監視回路1	メイン処理部	MPU異常、保安動作遷移
監視回路1	サブ処理部	タイマ異常、閃光動作遷移
監視回路1	監視回路2	異常モニタ点灯、閃光動作遷移
監視回路2	監視回路1	異常モニタ点灯、閃光動作遷移



写真2 新信号機

5. その他の特徴

本信号機では、以下の機能改良を行っている。

(1) 信号制御実行履歴の蓄積件数の増加、内容詳細化

従来から、過去の動作結果を履歴として蓄積する機能を有していたが、蓄積件数を大幅に増加し、標準機能で3週間程度、オプションのメモリ追加により、1年以上の記録を可能とした。また、記録する内容についても、従来機ではできなかった点灯していた灯色分かる仕組みを入れる等、情報を詳細化している。これらの仕組みにより、信号機の過去動作の解析が可能になり、設定見直しによる制御改良の実施が容易になる。

(2) 操作パネルの改良

異常状態や外部との信号の入出力状態を操作パネル面のモニタにて確認できるようにしている。これにより、現地での機器調整や、障害発生時の切り分け作業を容易にしている。

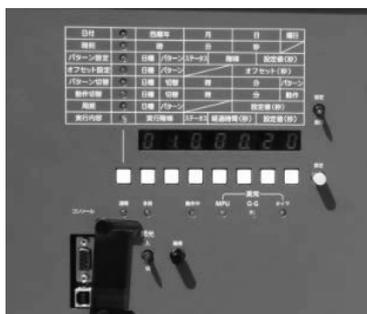


写真1 旧機種

6. 結 言

フェールセーフ機能を向上した新型信号機を開発した。今後は、本信号機をベースとして、道路交通のさらなる円滑化、車／歩行者の安全確保実現を目指し、新機能開発に取り組んでいく。

参 考 文 献

- (1) 警察庁、警交仕規1012号、交通信号制御機仕様書（2009年3月）

執 筆 者

三浦 正宏*：住友電気システムソリューション(株)
ITS開発センター 課長



坂口 政広：住友電気システムソリューション(株)
ITS開発センター 主幹



吉村 公志：住友電気システムソリューション(株)
ITS開発センター 主査



*主執筆者