

# プログラマブルロジックコントローラの 6S-5 新しいプログラミング手法

長谷川 雅樹 天明 崇

日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所

## 1. はじめに

現在、PLCのプログラミング手法は大半がラダーロジックである。近年、これに変わる手法としてフローチャート方式が提案され、商品化されているが広く普及していない。ラダーロジックはプロセスの流れが見えず、変更や保守が困難であるという問題をもちながらも現在のところ、PLCのプログラミングとして根強く残っている。我々はこれまでペトリネットに基づいたフローチャート式のプログラミング方法を提案してきた。[1, 2, 3, 4] 本報告では、PLCのプログラミングとして要求される機能を示し、プログラミングにおけるフローチャート方式の問題点について述べる。さらにこの問題点に対する改良を加えたプログラミング手法を紹介する。

## 2. PLCのプログラミングに要求される機能

生産ラインにおけるPLCの機能は以下のように考えられる。

- (1) 工程の流れに沿った生産機器の同期、排他制御
- (2) センサ、スイッチからの信号の前処理
- (3) 手動運転時の機器の制御
- (4) ラインの稼働状態の表示
- (5) エラー検出、エラー処理

これらの機能を実現するようにプログラムが組まれるが、これらの機能がプログラムの中で占める割合は生産ラインの種類に依存する。部品の組立てラインのようなコンベアを中心とした単純なラインでは(1)の占める割合は少ない。実際に生産ラインを制御しているPLCのラダーロジックプログラムを見ると、1つのプログラムの6割程度が(5)のエラー検出およびエラー処理のために使われている。PLCがコントロールするマシンは多くの場合、ロボットコントローラおよびコントローラを持たないアクチュエータ、例えば電磁弁、モータ、ソレノイドコイルなどである。ロボットなどのコントローラを持つマシンではエラーが起きた場合、エラーに応じたコードがPLCへ返されるが、コントローラを持たずPLCから直接コントロールされるアクチュエータ単体では、エラーの検出ができない。多くの場合、PLCのタイマーでセンサーの状態を監視し、一定時間経っても変化しない場合はエラーと判断し、タイマー割込によりエラー処理タスクを起動させる。このためセンサの状態が変化する総ての部分でエラー検出機能が必要となり6割もの部分を占めるようになる。

## 3. フローチャート方式の問題点

フローチャート方式のプログラミング手法では(1)の同期、排他制御など一連の流れが存在する機能は非常にわかり易くプログラミングできる。しかし、タイマ割込によるエラー処理のプログラムをフローチャートで表わすとエラー検出、処理をする短いフローが多数存在する形になる。また(2)、(3)などの機能も短いプログラムの集合したものとなる。

今、部品のアセンブリラインのプログラミングを考えると、部品の組立て工程に沿った1つの流れと、エラー検出、エラー処理、機械の手動操作のための制御、機器の稼働状態の表示等の短い流れの集合がある。これらをフローチャート方式のプログラミング手法で表わすとフローが数多く繁雑になり、フロー方式の利点である視認性の良さが失われてしまう。

## 4. ペトリネットベースの改良型プログラミング手法

我々はこれまでペトリネットをベースにしたフローチャート方式のPLCプログラミング手法を開発してきた。これを実際の生産ラインに適用したところ、3章で示したように、短いペトリネットが数多くできてしまい、視認性が悪くなるという欠点が指摘された。ペトリネットを簡略化するために我々は次の2つの手法を考案した。

- (1) ペトリネットの機能による階層化
- (2) プレースへのエラー処理機能の付加

#### 4.1 機能によるペトリネットの階層化

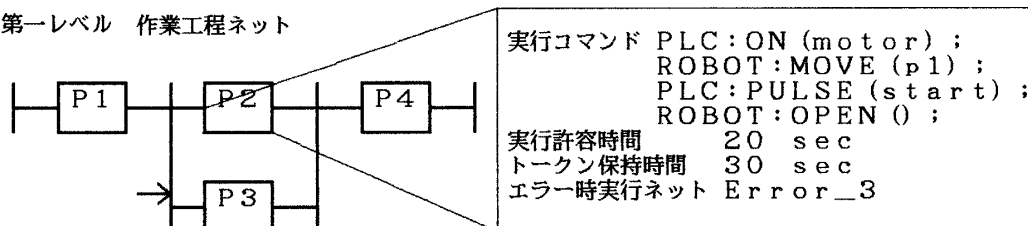
機能によってネットを3つに分類した。第一のレベルは作業工程ネット、組立工程の一連の流れをあらわしている。通常はこのネットが生産機器の制御を行なう。通常、ひとつのネットでは表現される。第二のレベルは補助作業ネット、機器の手動操作、稼働状態の表示などの補助的な制御を行なう。このレベルは小さいネットの集合である。第三のレベルはタイムアウトエラー処理ネット、各々のプレースでタイムアウトが起きた場合、このネットがエラー処理を行なう。我々のシステムでは、ライン稼働時のモニタとしてユーザの作成したネットに色でトークンの状態を示している。通常の稼働状態では第一レベルのネットのみ表示することで視認性を改善した。また、タクトタイムの短縮などのためにプログラムの変更が頻繁に行なわれる部分はこの第一レベルであり、これを明確に分離したことでプログラムの保守性が改善される。

#### 4.2 プレースへのエラー処理機能の付加

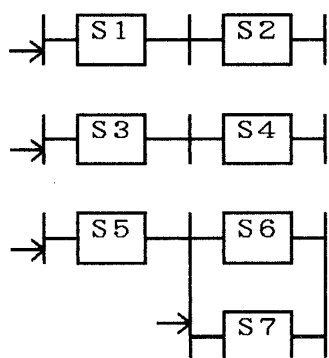
PLCのプログラムの6割を占め、短いフローの集合となるエラー処理機能をプレースに付加した。まず、各プレースの実行時間、およびトークンの停滞時間を監視するプログラムを自動生成し、エラー検出プログラムのためのネットを削減した。実行時間あるいはトークンの停滞時間がユーザの指定した時間を越えた場合、指定したタイムアウトエラー処理ネットを実行する。

これらの機構を用いたプログラミングの概略を図に示す。

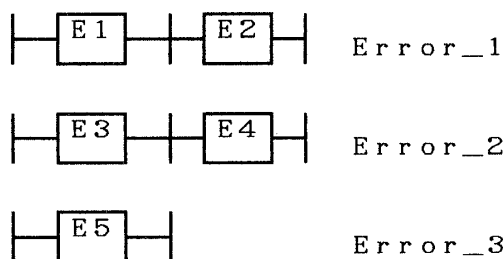
##### 第一レベル 作業工程ネット



##### 第二レベル 補助作業ネット



##### 第三レベル エラー処理ネット



## 5. まとめ

ネットの階層化とエラー処理機能の付加によりPLCのプログラムに要するネットを簡略化し、フローチャート方式の利点である視認性の良さをもったペトリネットベースのプログラミング手法を実現した。

#### [参考文献]

- 1:長谷川雅樹、坂上好功「FAコントローラによるロボットとカメラの統合」IPSJ第32回全国大会論文集
- 2:長谷川雅樹、坂上好功「FA言語によるワークセルの記述」IPSJ第33回全国大会論文集
- 3:天明 崇、長谷川雅樹「ワークセル・コントロール・システム (1) カメラ」IPSJ第35回全国大会論文集
- 4:長谷川雅樹、天明 崇「ワークセル・コントロール・システム (2) コントロール」IPSJ第35回全国大会論文集