

〔参考資料〕

- No. 1. 受講者の所属企業フォローアップ調査状況 31
- No. 2. 生産自動化における制御訓練シミュレータの開発 35
- No. 3. シーケンスネットの制御装置トランスレータ・モニタ開発仕様書
..... 47
- No. 4. 平成3年度
PC関係向上訓練コース
雇用促進事業団技能開発センター等(能開セミナー案内書より) 59

[資料]

No.1 受講者の所属企業フォローアップ調査状況

企業調査報告用紙

メカトロプロジェクト

企 業 名	企業側面接者・役職	訪問面接者（○=報告者）
B 薬品 (株) 滋賀工場	○ 氏（計画リーダー）	宮城、西見、村崎
創 業 年	主な生産品目または取扱品目	訪 問 日 時
13年前(S53年)	錠剤包装（ドイツ本社より入） 液剤ビン詰 年商 1,400億円	1991(H3)・12・3 (火)
従業員数（男子、女子、パート）	設計・機械加工・組立・保全部門従事者数	
180名（ 含開発研究 100~80 半数女子）	計： 設： 機： 組： 保：	

I 概要・所感

強心剤、高血圧薬、アスピリンの自動包装、ビン詰工場で薬剤自体はドイツのバイエル社より入れている。製品の性格上、異常品を出してはいけないので、この点には十分な配慮をしているという。従って、包装工程と検査工程の自動化ラインのトラブルを少なくしなければならない。

工場が空気のきれいな滋賀県の郡部に位置し、広大な敷地に清潔な建物が配置されている。生産ラインはクリーンルームで、その中でオペレータが働いている。約半数は女性であるという。

- ・従来は、シーケンサメーカーにソフトウェアの変更を頼んでいたが、経費が高い。人員増の計画もあり社内で対応できるようにしていこうということになった。結果として生産管理部内に人を2名配置した。
- ・変更・改良のためのプログラム書替えは、次のような例がある。ひとつは、付加機能として。製品の中に異常が出て、それに対して医薬品という性質上、100パーセント異常をなくすることが求められる。目視検査では、どうしても対応できないので、機械で異常をチェックする機能を付加することになる。もうひとつは、トラブル対策だ。包装機械には意外とトラブルが多い。プログラムを書替えてトラブルを少なくするようなものに改良していく必要がある。
- ・6000錠/分(=100錠/秒)の早さで流れている錠剤を同時に10列検査すると1秒間に10行見なければならない。このような同時に多数の製品の検査には、シーケンスの処理スピードでは対応できないので、一部にボードマイコンを使うところがある。しかし、全体の割合としては、90パーセントはシーケンサだ。シーケンサの方がマイコンよりずっと使いやすい。
- ・会社のニーズにあったシステムのソフト開発には、多額の金がかかる。自動倉庫があるが、その制御用ソフト費用に1億円もかかっている。しかし、ソフト開発を社内ではやれない。作られたものを自分のところにあったものに改良して行くかが、今の問題だ。
- ・技能開発センターの講習で良かった点は、制御対象機器を使ってプログラム作成と確認の勉強が出来たことだ。メーカー講習では、簡単なスイッチとランプで模擬するだけだ。生産現場のシステムに近いシミュレーション装置を使って講習を受けられたことが良かった。
- ・講習スピードが早く理解が追いつかない面があった。
- ・自動化システムの保全・改良に携わっている者は、機械系出身者が多く、シーケンス制御などは学校で勉強しなかった。電気系出身者も2、3名いるがシーケンサについてはよく知らないようだ。

企業調査報告用紙

メカトロプロジェクト

企業名	企業側面接者・役職	訪問面接者 (○=報告者)
(株) R 社 滋賀工場	○氏 (工場長) M氏、I氏 (室長、技術)	宮城、西見、村崎
創業年	主な生産品目または取扱品目	訪問日時
	自動車用アルミボール (バイク)	1991(H3)・12・3 (火)
従業員数 (男子、女子、パート)	設計・機械加工・組立・保全部門従事者数	
150名 ()	計: 設: 機: 組: 保:	

I 概要・所感

自動車用アルミホイール、オートバイ用リムの製造メーカー。省力化・能率化のために、半自動の加工機が多数配置された工場である。設備室が、自動機への材料のロード・アンロード関係のシステム自動化を担当している。長物のアルミ板を曲げ機にロードする装置などで努力をして独自の工夫を施した自動化システムを設計・製作している。

機械系の設計者が自動機を作っているが、その中にME化された制御装置が必要なので、制御機能の設計も機械系の設計者がカバーしているという。

- ・シーケンサの応用命令（データ演算、転送など）が理解困難であった。
- ・機械の自動化のための動作仕様は、機械系の設計者にはよくわかっている。しかし、動作を電気制御しようとしたら思うとおりに動いてくれない。b接点の取り込みなどで。
- ・能率向上設計と安全をどこまで取りつけた設計にするかの兼ね合いが難しい。工場長は、もう少し能率アップの設計に出来ないかと言われるが、安全を考えるとどうしてもスピードは落ちる。稼働率向上と安全との兼ね合いの設計を教えてくれるところがあれば勉強したいと思う。
- ・2ヘッドのドリル加工機を作り能率向上をしようとしたが、結果的には、1ヘッドのものと変わりなかった。何のための改善かと言いたい。安全も考えなくてはならないが、同時進行で動いて、どこかで歯止めをかけるという方法も考えられるのではないかとやっている。（工場長）。

[資料]

No.2 生産自動化における制御訓練シミュレータの開発

職業訓練研究第10巻（1992年）発表分

生産自動化における制御訓練シミュレータの開発

西 見 安 則

1. はじめに

本稿は、滋賀技能開発センターと職業訓練研修研究センターと共同で推進している向上訓練コース開発プロジェクトが開発した「生産自動化におけるシステム制御」コースに活用が予定されている訓練教材に関するものである。

生産自動化におけるシステム制御は、従来シーケンス制御技術として蓄積されてきた実績を持ち、近年益々重要性を増している技術である。また、全国の技能開発センターの向上訓練コースとしても数多く取り上げられ、人気を得ているもののひとつでもある。しかし、シーケンス制御は、その理論体系が未整備で経験や「ひらめき」によって設計を行い運転して来たのが実状で、教育訓練には困難が伴う。このためか、開設訓練コースは、制御回路の配線作業や制御装置のプログラムコーディングが主体で、システム設計や制御内容作りに関するものは多くはない。我々のプロジェクトでは、コースの狙いとして意識的に、このシステム設計や制御内容作りを取り上げることにした¹⁾。これは、企業内のOJTやメーカー講習では実施が困難で、特に公共訓練機関での実施に期待が寄せられているからである。

一方、技術的には、シーケンス制御システムモデル化の研究が進み、線形グラフの一種であるペトリネットを応用してシステムを表現する試みが現れ注目されている。このネットモデルを活用すれば、シーケンス制御設計をかなり理論的に取扱うことが出来るようになってきた。そこで、パーソナルコンピュータを用いたネットモデル設計支援装置およびシミュレータを開発し、生産自動化におけるシステム制御の訓練教材として、現場での活用を検討することにした。本シミュレータを用いれば、実際の生産システムを動作させることなく、制御上で発生する様々な問題をコンピュータ上で観察できるので、制御設計訓練の効率化が期待できる。更に、実システムで発生させた場合には、危険な問題などもシミュレーションを通して安全に疑似体験できて、効果的な訓練が見込めるものである。

以下の第2章では、本シミュレータが生産自動化におけるシステム制御に関するものであることから、生産自動化におけるシステム制御コースの概要について述べる。続く第3章では、本シミュレータの動作原理であるシステムのモデル化について述べる。第4章は、実際の生産システムの制御で発生する問題のなかで、特に生産システムの制御で問題になる課題について、シミュレーションで問題の所在を認識させることについて述べる。第5章の「むすび」は、まとめと今後の課題である。

2. 生産自動化におけるシステム制御コースの概要

生産自動化におけるシステム制御と言っても、制御対象の性質あるいは制御結果のあるべき姿によって制御方式が大きく異なる。ここに取り上げているのは、機械工業などにみられる自動化で、素材の搬入から始まり、加工、組立、検査、搬送などの各工程があり、各工程は時間・空間的に非連続・離散性から、この生産システムは「離散生産システム」などと呼ばれることがある。

このシステムの制御は、加工速度などの物理量を一定に保ったり、目標値にしたがって変化させたりする制御とは異なり、スイッチやセンサが働くなど、ある出来ごと（事象）が起きた結果、ある工程状況が成立し、この工程状況が次の事象を引き起こし、この事象がまた次の工程状況を選択・成立させる条件になるように制御される特性を持つものである。この特性は、従来シーケンス制御と呼ばれている制御のそれと同一である。

さて、コースの特徴は、システムの制御と言っていることから分かるように、個々の、例えば単体のロボットやNC機のそれぞれの動作制御のことを問題にしているのではなく、個々が集まったシステム全体の制御を主に問題にしている。しかもシステムには、ある条件さえ整えば、いつでもどこからでも動作を開始し、停止出来る実時間制御の要請や動作の同時並行性制御の要請がある。このような制御で起こる問題を本コースでは取り上げている。

3. システムのモデル化とシミュレータ

上に述べたように、我々が取り扱う制御においては、システム全体を問題にすることから、制御状況を見通しよく表現できるモデルを用いることは重要である。また、近年では、単体の自動機自体がコンピュータを内蔵し、知能を持ち自律的であることから、システムを構成する場合には、自律している各システムを統合して自動化システムを作り上げると

というのが一般的である。従って、ここでは各システムの連結や協調が、全体としてどのように制御されているかが分かるようになっている必要がある。

しかし、これまで多く用いられてきたリレー回路図や流れ図は、必ずしも上記要請を満足していない。リレー回路図は、制御装置の要素であるリレー接点の接続関係を、また流れ図は、コンピュータ内部での処理手続きの流れを表したものでしかない。いずれも制御装置内部で制御をどのように実現するか (how to do)を表したもので、制御上何をするか (what to do) は明確に表現されていない。つまり、制御のwhat to doであるところの制御動作機能を表現した良い設計図がないと言ってもよい。

ここで採用するモデル化の方法は、制御のwhat to doを表現でき、しかも、システムの制御状況が見通しよく表現できる。その上に、この表現に基づいて制御装置のアルゴリズムが作れるという優れた特徴を持つものである。

以下図1に簡単な生産システムの例をあげ、システムモデル化の様子を示す。ここで、生産工程などの状況は箱(□:ボックス)で、状況と状況の変わり目は棒(|:トランジション)で表わす。ボックスとトランジションとは交互に方向を示す矢(→:アーク)によって接続される。また、ボックス内には、黒丸(●:マーク)が付けられ、これによって状況の成立を表現する。

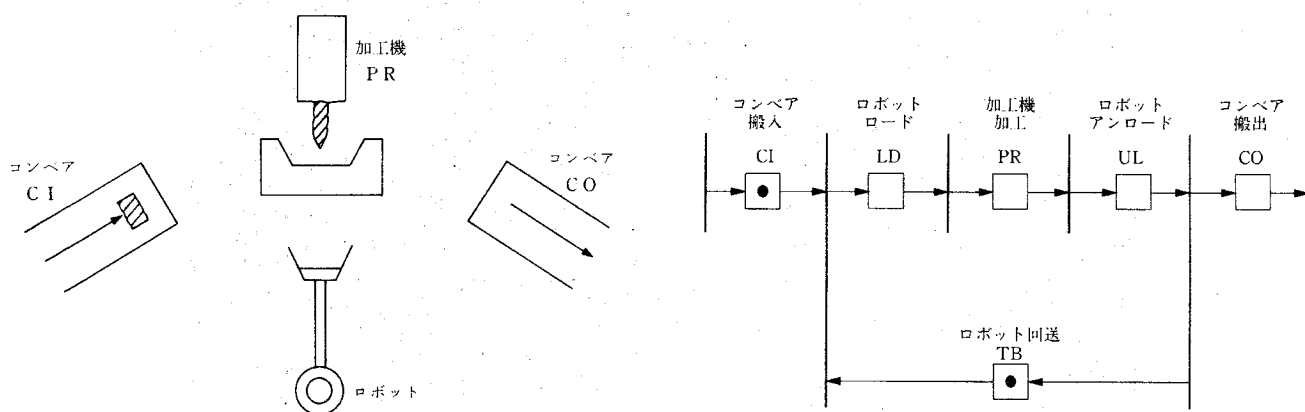


図1 生産システムのモデル化

更にマークを動かすことによってシステムの動作状況を表現するが、マークの動きは次の規則に従って行われる。

- ①ひとつのトランジションにおいて、入口側ボックスの全てにマークがあり、出口側にマークのあるボックスがひとつもなく、かつトランジションに付くセンサなどの事象条件が満足されている（入り）とき、トランジションは点弧（火が付く、発火）する。
- ②点弧すると、入口側の全てのボックスのマークが消滅し、出口側ボックスの全てにマークをひとつ生起する。

この規則に基づいて、トランジション（t）を条件、ボックス（b）を結果とする、“if t, then b” というアルゴリズムで制御を記述する。制御実行を、コンピュータでシミュレートしグラフィックディスプレイ上に表示するシミュレータ「シーケンスネット」を開発した（図2参照）。

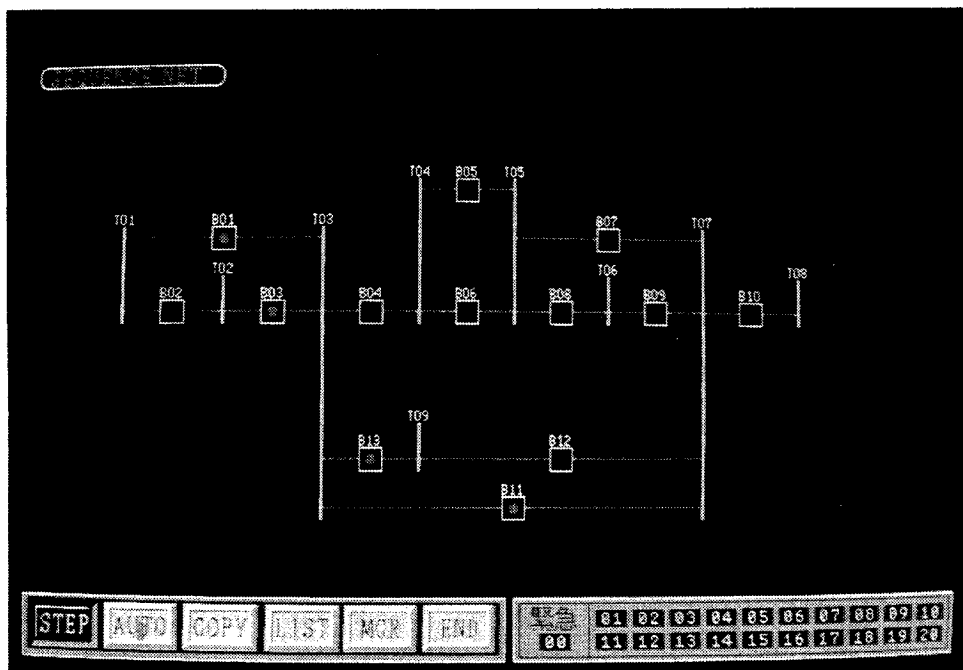


図2 シミュレータ「シーケンスネット」

図2には、図1に示した生産システムの制御モデルを、ディスプレイ上のCAD（作図）モードで更に具体的な制御レベルまで詳細に表現した例が示してある。

CADモードでの作図が完了したら、シミュレーションモードでのシミュレーションが実行出来る。この場合、AUTOまたはSTEPのいずれかのモードが使える。AUTOモードは、実際の制御実行と同様にオートマティックに実行する。

一方のSTEPモードは、実行スピードを1ステップ毎にマニュアルで任意に実行できるようにになっている。

現在の画面は、STEPモードになっていて、キーボードのスペースキーを押す毎に、トランジションの点弧とボックス中のマークの移動を繰り返し、任意のスピードでシミュレーションを実行している状況が示してある。

4. システム制御における問題点のシミュレーションによる認識

ここでは、FAなど実際の生産自動化システム制御で問題となる課題を取り上げ、本シミュレータを使用して、どこに問題があるのかをコンピュータ上で効果的に認識することについて述べる。取り扱うシステムは、同時並行性や実時間性の制御が要求されているので、これらの制御が関係する訓練課題を取り上げている。

(1) 安全問題（：追突と追突を防止する制御機構）

例えば、生産の効率を上げるためには、図3に示すようにT02-T07区間の工程が同時進行的に動作するように制御する場合がある。マークが入っている工程が稼働していて、

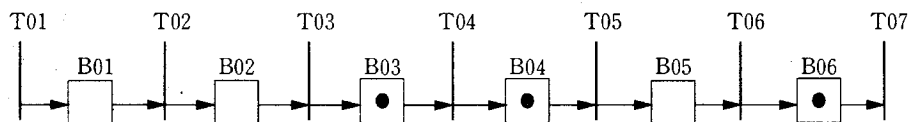


図3 同時進行システム

ここでは、B03、B04、B06の3工程が同時に動作している状況が示されている。

しかしながら、このような区間がある一方、場合によっては、この状況の成立を禁止しなければならないときがある。図4に例を示す。ここで、T02-T07の区間は、1台の加工機による作業である。この区間内にある各工程は、1工程の成立が許されるのみである。更にこの区間にマークを送り込むと追突が発生する（図5参照）。従って、現在既にB03にマークがあるので、更にこの区間へはマークを送り込まないような制御が求められることになる。追突を防止するにはどうすればよいか。図4には、ひとつの方法が示してある。T02-T07の区間に付けたボックスB07がそれで、このボックスが追突防止の機能を果たしている。

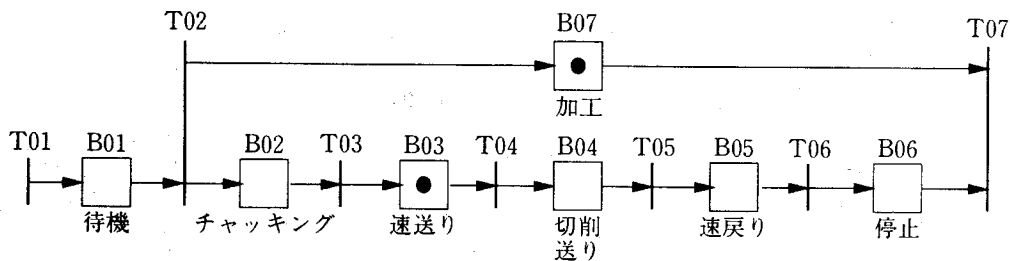


図4 追突の防止

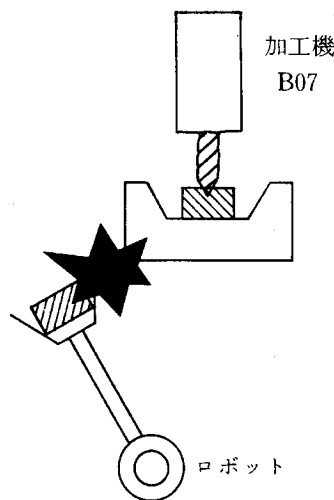


図5 追突の例

図4において、追突防止用のボックスB07を付けずに制御を実行すると、追突の可能性をシミュレーションによって認識出来る。次に、追突防止用ボックスを付けることによって、確かに追突を防止できることが確認できる。

実際のシステムを追突の危険性がある状況で運転することは、許されることではない。本シミュレータを活用することにより実システムを運転することなく、システム動作上の問題点の認識と、必要ならば問題点の改善がオフラインで出来るようになった。

(2) 競合問題（：競合の発生と競合を解消する制御機構）

図6に示すように、変わり目T02で2工程が並行に進行することが求められる場合がある。この場合、B01に入ったマークは、T02の条件が満足されれば、同時にB02とB07の両方に入って、以降並行してマークが移動して行くことになる。

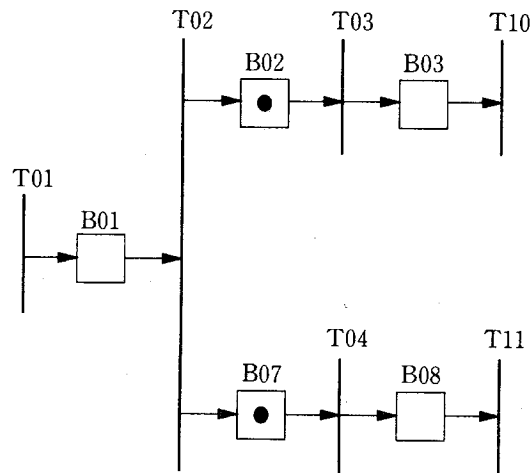


図6 並行システム

一方、図7に示したシステムでは、図6のシステムと同様に並行動作をするようになっているが、選択的になっている点が異なっている。即ち、B04に入ったマークは、T06とT07の条件が整った方から先に経路を選択して移動をするようになっている。これにもか

かわらず、T06、T07に付く事象が同時に発生すると「競合」という現象が起き、先の図6のシステムと同様にB05とB09の両方にマークが入ってしまう。

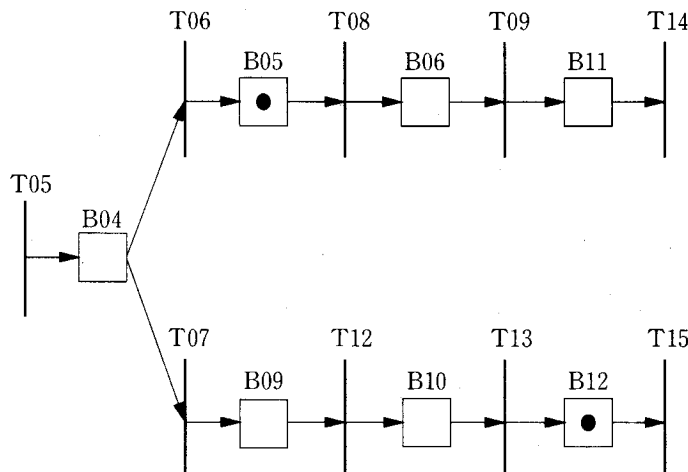


図7 並行経路の選択と競合

これは不都合であるので、競合を解消するような制御が求められる。競合を解消するにはどうすればよいか。ひとつの方法は、競合ボックスにおけるマークの流れを制御するアービタ（調停器）を付けることである。このシミュレータでは、教育的配慮からアービタを付けたり、外したり出来るようになっている。アービタを外しておけば競合の発生を確認できる。競合が発生すれば、その調停の必要性を認識出来る訳である。

実際の生産システムの制御においては、競合現象は通常の状態では発生し難い。シミュレータを活用することにより、競合の発生とその調停の必要性を容易に、しかも効率的に認識できるようになった。

(3) デッドロック問題（：デッドロックの発生とデッドを回避する制御機構）

前図1に示したような、ロボット加工機へのローディング（LD）とアンローディング（UL）の両方の作業に使用するようにしたシステムを例にして、デッドロック問題を考えてみよう。ロボットは、1台をふたつの異なった工程の作業に使用するため、一方の作

業に使用するとき、もう一方の作業には使用できないような制御構造にしておくことが必要である。制御構造を図示したのが図8で、ボックスB01がこの構造の排他的機能を担っている。即ち、B03にマークを入れるときはB01にもマークが入るので、このとき同時にB04にマークを入れることは出来ないようになっている。

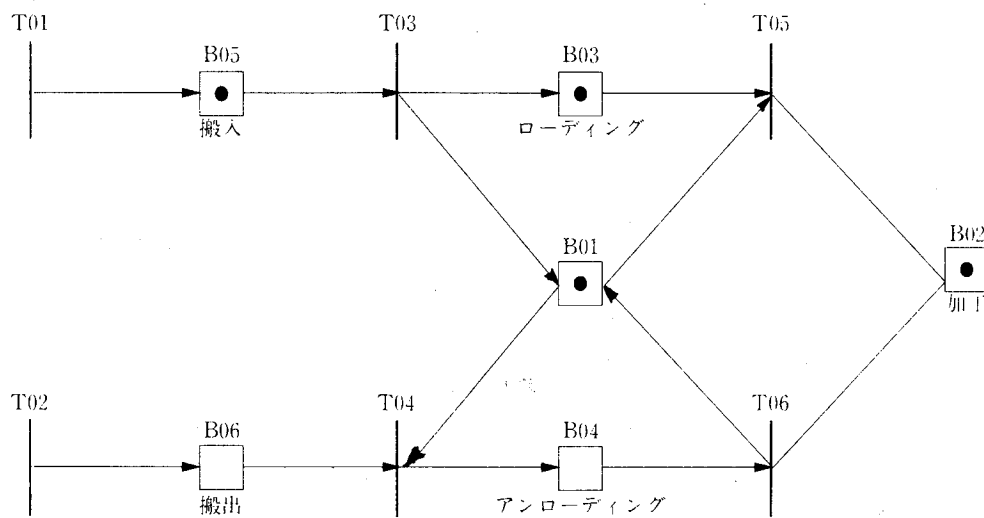


図8 デッドロック現象

さて、この図8の制御構造で制御を実行するとき、ある時点から先は、前にも後にも進めない行き詰まりが発生することがある。それは次の場合である。まず、加工機による加工（B02）が行われていたとする。加工は継続されているにもかかわらず、更に新たな加工材料が搬入され、ロボットが材料をつかみ加工機へのローディングを開始した場合である。ローディングはある時点から先に行くと、加工機へ追突を起こすので、上記(1)で述べたような追突防止機構により、材料を持ったまま待機することになる。従って、加工が終了しても加工済みの材料をロボットがアンロード出来なくなり、全体として行き詰まりの事態に立ち至る（併せて、図9参照）。

これがデッドロックであるが、デッドロックになるとシステムは動かなくなる。そのため制御機能設計では、デッドにならない構造が求められる。しかしながら、どのような構

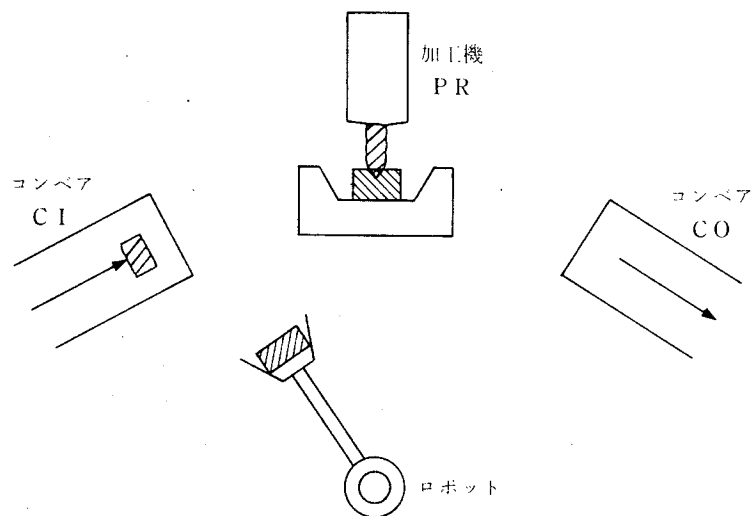


図9 デッドロックの例

造がデッドロックになるかを解析することは、一般には容易ではない²⁾。この場合にシミュレーションを活用すれば、コンピュータ上で能率よくデッド状態を発見できる。本シミュレータの使用により、デッドロック発生の可能性とデッド回避の必要性が認識できるようになった。

5. む す び

本シミュレータは、技能開発センターなどの向上訓練コース用教材として活用を予定している。シミュレーションによって、実システムを動作させることなく、制御上の問題を疑似体験できる。従って、上に述べたような適切な訓練課題を与えることによって、生産システムの制御上の問題を認識する教材として、訓練に有効に寄与できると思慮される。

今後の課題としては、教材として教育方法上の配慮が不足している面があるので、その追加の検討が残されている。これは現場での実施を踏まえて行う予定である。

参考文献

- (1) メカトロ向上訓練コース開発プロジェクト：『メカトロに関する向上訓練コース開発』、職業訓練大学校 職業訓練研修研究センター 調査研究報告書 第58号, 1991年
- (2) J. L. ピータースン（市川・小林訳）：『ペトリネット入門』、共立出版、1984年
（にしみ やすのり 職業訓練研修研究センター 開発研究部）

[資料]

No.3 「シーケンスネットの制御装置トランスレータ・モニタ開発仕様書」

メカトロに関する向上訓練コース開発プロジェクトの
開発コース用教材

シーケンスネットの制御装置
トランスレータ・モニタ仕様書

職業訓練大学校・職業訓練研修研究センター

仕 様 書

1. タ イ ト ル

シーケンスネットの制御装置トランスレータ・モニタ開発

2. 開 発 の 背 景 、 理 由

平成2年度において、生産自動化制御のための訓練教材としてコンピュータシミュレータ（シーケンスネット）を開発した。本シミュレータは、コンピュータディスプレイ画面上にシーケンスネット専用の図記号により制御内容を表現し、この制御内容は、そのままコンピュータシミュレーションにより制御動作の検証が出来るようになっている。内容詳細は、別添シーケンスネット概念設計書（モジュール機能一覧表）およびプログラムソースリスト参照。

制御内容の概念動作はコンピュータシミュレーションにより検証出来るが、実システムの動作は制御装置（プログラマブルコントローラ=PC）と制御対象のセンサやアクチュエータとのやり取りを通して初めて具体的に確認される。この具体的な確認作業が制御内容作りの訓練においては重要な意味を持つ。したがって、コンピュータ上に表現された制御内容が制御装置に転送され動作が確認できるようになっている一体化したツールは、訓練上有効である。

本開発は、このシーケンスネットの制御アルゴリズムを制御装置PCの制御命令コードに変換するトランスレータおよび制御装置による実行状況を観察するモニタである。

3. 開 発 依 頼 作 業 内 容

(1) シーケンスネットからPC命令コードへのトランスレータ

コンピュータのディスプレイ画面上で作成するシーケンスネットの制御アルゴリズムを表現する制御内容図（CAD図）からPCの命令コードに変換するトランスレータ機能の作成。

ここで用いる制御内容図とは、シーケンス制御系の表現用にペトリネットをモディファイした線形グラフの一種でシーケンスネット(SNET)と呼ばれるものである。SNETは、図1に示す各要素で構成されている。ボックスとマークによってシステムの各部の動作状況を、トランジションによって動作状況の変わり目を、アークによってボックスとト

ランジションとの接続をそれぞれ表している。また、トランジションに対応する事象の発生を許可あるいは抑止するものとして、ゲート枝があり、許可ゲート枝と抑止ゲート枝とがある。

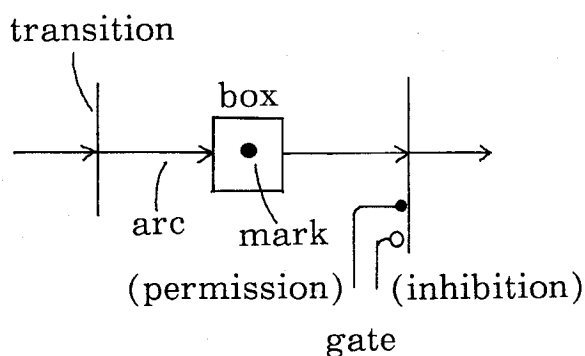


図1 SNETの要素

SNETは、マークの遷移によってシステムの動作状況を表現するが、マークの遷移は次の規則にしたがって行われる。

- ①ひとつのトランジションにおいて、入力側のすべてのボックスにマークが存在し、出力側にマークの存在するボックスがひとつもなく、かつ、許可ゲートが真（1）、抑止ゲートが偽（0）であるときトランジションは点弧する。
- ②点弧すると、トランジションの入力側のすべてのボックスのマークが消滅し、かつ、出力側ボックスのすべてにマークをひとつ生起する。

(1.1) 基本挙動規則の論理式

上記シーケンスネットの基本的な挙動規則の論理式表現（制御アルゴリズム）は、次のように記述できる。図2に示すように任意のトランジション t_k の入力側に U 個のボック

ス、出力側にV個のボックス、M個の許可ゲート、N個の抑止ゲートが接続されているとする。入力側のボックス変数を b_{ku}^i ($u=1\sim U$)、出力側のボックス変数を b_{kv}^o ($v=1\sim V$)、許可ゲートを g_{Em} ($m=1\sim M$)、抑止ゲートを g_{In} ($n=1\sim N$) とすると点弧条件式は次式となる。

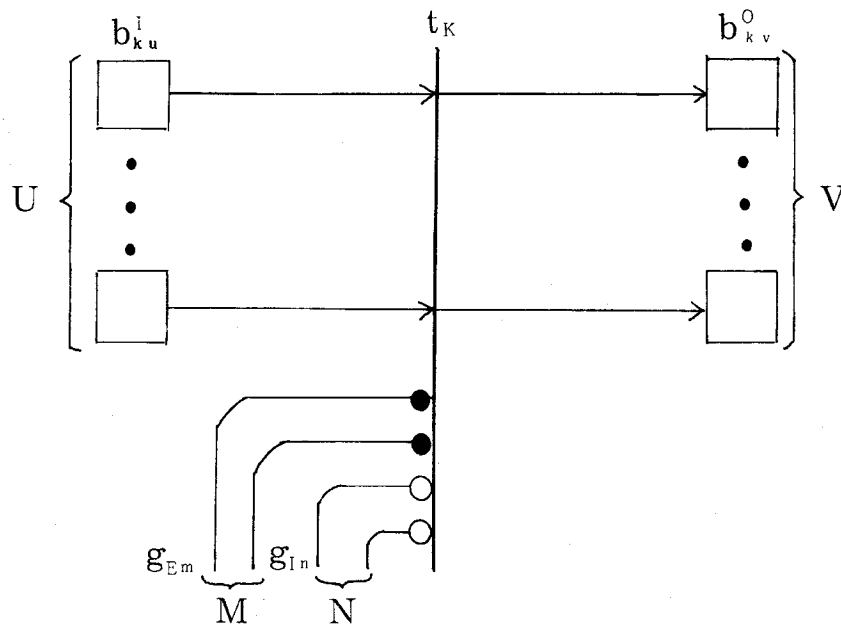


図2 シーケンスネットの挙動規則

$$t_k (S) = \prod_{u=1}^U b_{ku}^i (S) \cdot \prod_{v=1}^V \overline{b_{kv}^o} (s) \cdot \prod_{m=1}^M g_{Em} (s) \cdot \prod_{n=1}^N \overline{g_{In}} (s) \dots\dots (1)$$

ただし、 s はタイムシーケンス番号 ($s=1, 2, 3, \dots$) である。

また、トランジション t_k の点弧によるボックスのマーク消滅および生起は、次式で表される。

$$\overline{b_{ku}} (s+1) = \overline{b_{ku}} (s) \cdot \overline{t_k} \quad (u=1\sim U) \quad \dots\dots (2)$$

$$b_{kv} (s+1) = b_{kv} (s) + t_k \quad (v=1\sim V) \quad \dots\dots (3)$$

一方、PCには論理式表現を記述する論理演算命令（AND、OR、NOT、AND・NOT、OR・NOT）とデータ入出力転送命令（LD、OUT、LD・NOT、OUT・NOT）が包含されている。したがって、シーケンスネットの基本的な挙動規則を論理式に表現した上の(1)~(3)式の制御アルゴリズムは、これらPCの命令によって記述可能である。

また、PCのプログラムの実行は、トランジション（t）を条件、ボックス（b）を結果とする、“if t, then b”と言うプロダクションシステムによってサイクリックにスキャンされ処理される。

(1.2) 緊急停止表現

一般に、図3（a）に示すような任意のネット表現において、停止用の押しボタンスイッチが接続されているゲート枝g。により、動作を緊急停止（いずれかのボックスにあるマークを消滅）させるには、マークを消滅させるべき各ボックスから、g。が付くそれぞれのトランジション（ $t_1 \sim t_n$ ）へアークを出す構造にすれば可能である。これと等価なものとして（b）のように、ひとつのトランジションt。に、各ボックスが論理OR条件でアークを出す表現を考えると、トランジションが1個になり、（a）に比べて簡明になる。このとき、t。の点弧条件式は、

$$t。 = (b_1 + b_2 + b_3 + \dots + b_n) \cdot g。 \quad \dots\dots (4)$$

で与えられるので、t。の点弧でいずれかのボックスにあるマークを消滅させることができる。従って、g。の操作により（a）の各トランジションを点弧して達成する停止と、（b）のひとつのトランジションt。の点弧によって達成する停止とは、停止動作において等価になる。このトランジションt。を緊急停止トランジションとし、緊急停止トランジションの点弧でボックスのマークを消滅させ、システムの緊急停止を実現できるようにする。

また、このトランジションt。の点弧によるボックスのマークの消滅は、次式で表される。

$$b_n (s+1) = b_n (s) \cdot \overline{t。} \quad (n=1, 2, 3\dots) \quad \dots\dots (5)$$

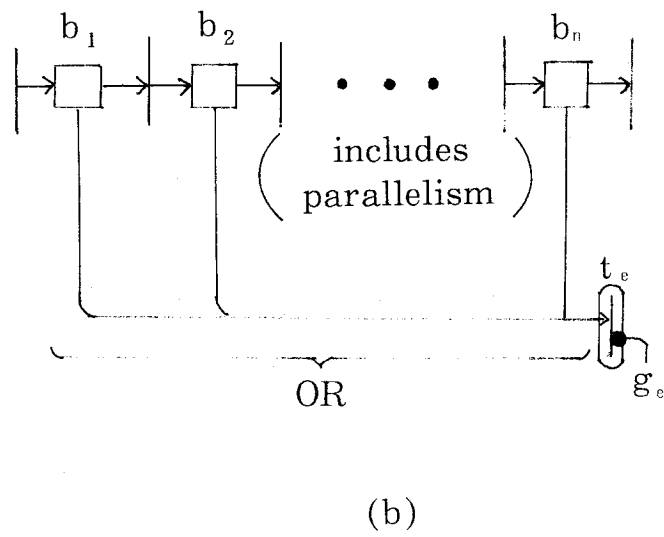
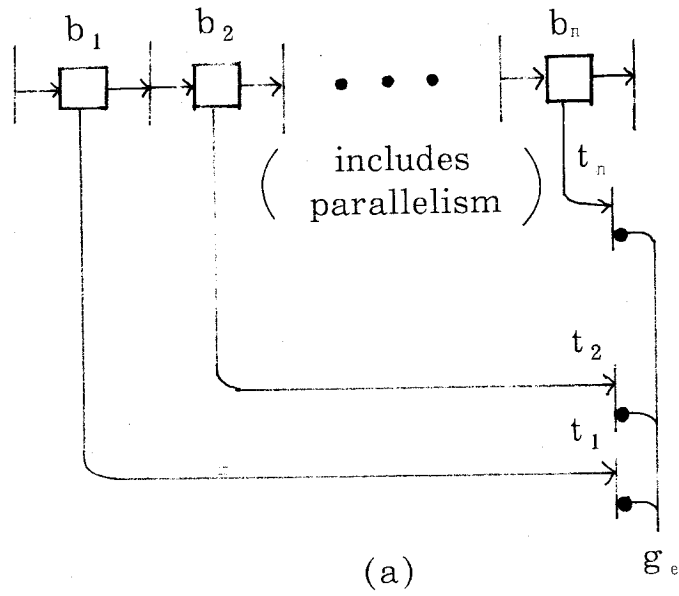


图3 紧急停止表现

(1.3) 応用機能モジュール

[時限=タイマ]

経過すべき時間をボックスの出力側寄りの区切り線内に割り当てる。ボックス内にマークが入ると、設定された時間が経過してはじめて、出力側に接続されているトランジションの点弧条件に寄与する。もし、ボックスに入ったマークが、設定時間を経過しない間に消滅したら、それまでの経過時間はリセットされるものとする。

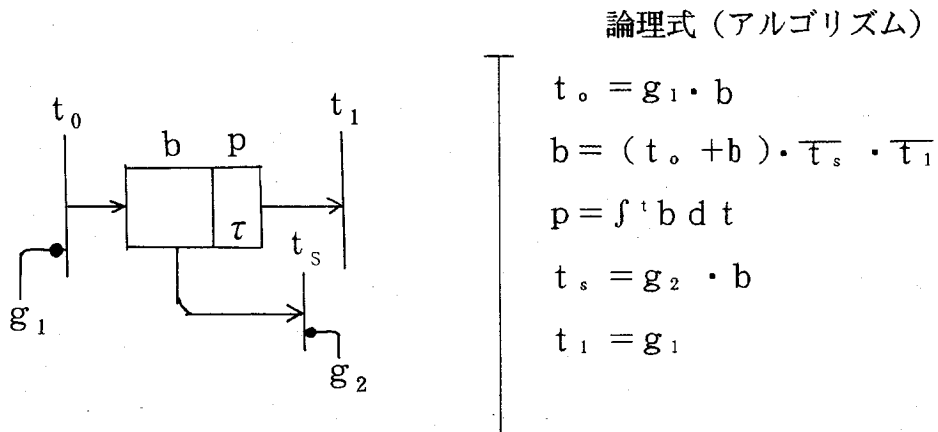


図4 タイマモジュール

タイマモジュールのPC命令による記述は、基本的には上記タイマモジュールの論理式に基づいて行うことが出来る。ただし、時間経過部pは、マーク保持部bからのデータを受けて、 $p = \int b \, dt$ としている。これをPC命令(TIM)を用いて記述するには次のようにする。

```
LD      b
TIM     p ; (p : PCにおけるタイマ機能のアドレス)
#tau   ; (tau : タイマ設定時間)
```

なお、参考までに図4に示したタイマモジュール全体をPC命令によって記述したリストを次に掲げる。

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT
00000	LD	00001	G1
00001	AND	NOT 00300	B
00002	OUT	00200	T0
00003	LD	00200	T0
00004	OR	00300	B
00005	AND	NOT 00202	Ts
00006	AND	NOT 00201	T1
00007	OUT	00300	B
00008	LD	00300	B
00009	TIM	010	P
		# 0020	τ
00010	LD	00002	G2
00011	AND	00300	B
00012	OUT	00202	Ts
00013	LD	TIM 010	P
00014	OUT	00201	T1
00015	END		

$t_0 = g_1 \cdot \bar{b}$
 $b = (t_0 + b) \cdot \bar{t_s} \cdot \bar{t_1}$
 $p = \int b dt$
 $t_s = g_2 \cdot b$
 $t_1 = p$

[計数=カウンタ]

白丸 (○) 内のカウンタ現在値が設定値 (N) 未満のときのみ、入力側トランジションの点弧を許し、点弧すると○内のカウンタ値が1つ増える。カウンタ値が設定値に達すると、ボックス (□) 内にマークを1つ生起する。□内にマークがあれば、出力側トランジションの点弧を許し、点弧すると□内のマークは消滅する。カウンタ現在値のリセットは、○の出力側トランジション t_r の点弧によって行う。

論理式 (アルゴリズム)

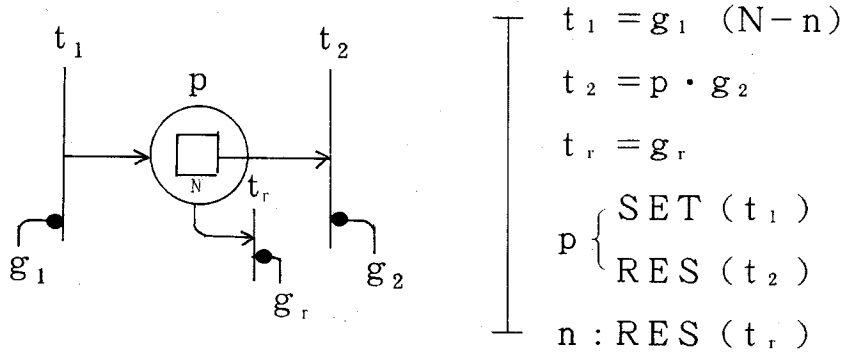


図5 カウンタモジュール

カウンタモジュールのPC命令による記述も、タイマモジュールと同様に、基本的にはカウンタモジュールの論理式に基づいて行うことが出来る。ただし、PCにおけるカウンタ機能のアドレス p は、ゲート枝 (g_1) から入力されるカウンタ値 (n) とカウンタ設定値 N により、上記論理式としている。これをPC命令 (CNT) を用いて記述するには次のようにする。

```
LD    t1
LD    t2
OR    tr
CNT   p    ; (p : PCにおけるカウンタ機能のアドレス)
#N
```

なお、参考までに図5に示したカウンタモジュール全体のPC命令による記述リストを次に掲げる。

ADDRESS	MNEMONIC	OPERAND	COMMENT
00000	LD	00001	G1
00001	OUT	00201	T1
00002	LD	CNT 010	P
00003	AND	00002	G2
00004	OUT	00202	T2
00005	LD	00005	G _r
00006	OUT	00205	T _r
00007	LD	00201	T1
00008	LD	00202	T2
00009	OR	00205	T _r
00010	CNT	010	P
		# 0003	N
00011	LD	CNT 010	P
00012	OUT	00300	B
00013	END		

$t_1 = g_1$
 $t_2 = p \cdot g_2$
 $t_r = g_r$
 $p \begin{cases} \text{SET}(t_1) \\ \text{RES}(t_2) \end{cases}$
 $n : \text{RES}(r_r)$

(2) PC命令コードからシーケンスネットへの逆トランスレータ

上記(1)のトランスレータとは逆に、PC命令コードからシーケンスネットのCAD図を生成するトランスレータ機能の作成。

(3) 制御装置(PC)によるシーケンスネット制御実行状況のコンピュータディスプレイからのモニタ

コンピュータディスプレイ上に作成したシーケンスネットのCAD図を、上記(1)のトランスレータによりPC命令コードに変換し、通信回線を介して制御装置PCに転送する。PC側では、転送されたプログラムを実行し制御を実現する。PCによる制御状況は、再び通信回線を介してコンピュータディスプレイ上で観察出来るようにする。この観察機能であるモニタの作成。

4. 稼働環境

(1) 機種

日本電気(株)製パーソナルコンピュータPC9801VM以降の機種

(2) OS

MS-DOS 3.1以降のバージョン

(3) 使用周辺装置

- ・ターゲット制御装置(PC) : OMRON製プログラマブルコントローラ
SYSMAC C200H
- ・マウス
- ・プリンタ

(4) 通信回線の種類

標準RS232C

5. 開 発 言 語

特に問わないが、昨平成2年度に開発したシミュレータソフトウェアのプログラム言語と整合性があること。

6. 納 期

(1) 納期

平成4年3月末日

(2) 納品物件

- ・ソースプログラムおよびソースリスト
- ・概念設計フロー
- ・トランスレータおよびモニタの操作マニュアル

7. 契約上の条件

(1) 著作権

- ・雇用促進事業団 職業訓練大学校が持つ。

No.4 平成3年度

PC関係向上訓練コース

雇用促進事業団技能開発センター等（能開セミナー案内書より）

No	コース名	時間数	内容
1	フレックスマル・コントロールの基礎	18	基本命令/プログラミン
2	フレックスマル・コントロールの応用	18	基本命令/プログラミン
3	フレックサーの基礎	18	基本命令/プログラミン
4	PC (フレックスマル・コントロール) 入門講座	12	基本命令/プログラミン
5	フレックサー入門	36	基本命令/プログラミン
6	フレックサー-プログラムの応用	12	プログラミン/保守の方法
7	フレックスマル制御・プログラムのコントロール	60	PCの基礎知識
8	フレックスマル制御・プログラムのコントロール	60	PCの基礎知識
9	フレックサーI	28	PCの基礎知識/故障チェック
10	フレックサーII	28	応用命令/プログラムの作成/負荷制御
11	フレックサーIII	28	プログラムの利用/プログラムの作成/負荷制御
12	フレックスマルコントロール入門	14	PCの取扱/有接点からのスタート
13	フレックスマルコントロールの応用	14	実用回路/プログラムの
14	フレックスマルコントロール(1)	12	基本命令/機能
15	フレックスマルコントロール(2)	15	運転/基本命令を使った
16	フレックスマルコントロール(PC) 1	21	基本命令/I/O配線
17	フレックスマルコントロール(PC) 2	21	応用命令を主としたプログラミン
18	PC通信1	21	PC相互及びPCとパソコンのデータ通信方法
19	サーボモータと位置制御	28	モータのサーボバック制御
20	フレックサー入門	28	基本命令/プログラミン
21	フレックサーによる機械制御	28	負荷の制御/プログラミン
22	PCによるフレックスマル制御基礎講座	12	基本命令/プログラミン
23	フレックスマル制御基礎講座 (PC編1)	21	基本命令/プログラミン
24	フレックスマル制御基礎講座 (PC編2)	21	基本命令/プログラミン
25	フレックスマルコントロールの基礎	24	負荷の運転/センサ/プログラミン
26	フレックスマル制御(3)	30	負荷の運転/センサ/プログラミン
27	フレックスマルコントロールI	32	空圧シリンダ-/プログラミン
28	フレックスマルコントロールII	32	応用命令/A/D変換/高速機能
29	フレックスマルコントロールIII	32	PCとパソコンのソフト制御
30	フレックスマル制御	42	PC制御の基礎
31	PC制御I (基礎A)	28	基本命令/応用命令/プログラミン
32	PC制御I (基礎B)	14	基本命令/応用命令/プログラミン
33	PC制御I (基礎C)	14	基本命令/プログラミン
34	PC制御II	14	PCのソフト機能/コンピュータとの通信
35	フレックスマルコントロール(三菱)	28	基本命令/プログラミン
36	フレックスマルコントロール(オムロン)	28	基本命令/プログラミン
37	フレックサーによるサーボモータの位置決め	28	1軸位置決め制御/プログラミン
38	フレックスマルコントロール入門(1)	18	基本命令/プログラミン
39	フレックスマルコントロール入門(2)	18	応用命令/プログラミン/FAの基礎
40	フレックスマルコントロール入門	18	基本命令/プログラミン
41	フレックスマル制御III (PC)	34	基本命令/簡単な負荷/プログラミン
42	フレックスマル制御講座 (フレックスマル-30-8)	18	基本命令/簡単な負荷/プログラミン
43	フレックスマル制御	12	基本命令/プログラミン
44	フレックスマルコントロール(1) オムロン	24	基本命令/プログラミン
45	フレックスマルコントロール(II) オムロン	18	パソコンとの通信方法
46	フレックスマルコントロール(1) 三菱	24	基本命令/プログラミン
47	フレックサーと油空圧	18	センサ/油空圧弁等の制御とプログラミン
48	フレックスマルコントロール(1) オムロン	20	基本命令/プログラミン
49	フレックスマルコントロール(II) 三菱	20	基本命令/プログラミン
50	フレックスマルコントロール(III) 三菱	20	基本命令/プログラミン
51	フレックスマルコントロール(IV) 三菱	20	基本命令/プログラミン
52	フレックスマルコントロール(PC) (1)	21	基本命令/プログラミン

53	シーケンスコントローラ (P C) (II)	21	P C 応用 / フログラミング
54	フロララコントロール 1 (三菱)	28	基本命令 / フログラミング
55	フロララコントロール 2 (三菱)	28	高機能 / チェー転送 / 変換 / フログラミング
56	シーケンスの操作基本	18	基本命令 / フログラミング
57	シーケンス制御	18	実用フログラミング
58	シーケンス (基礎～応用)	35	空圧機器制御 / フログラミング
59	シーケンス (フログラミング演習)	42	F A 機器制御 / フログラミング
60	フロララコントロール (I) オムロン	21	基本命令 / フログラミング / 機器制御
61	フロララコントロール (II) オムロン	21	高機能 / フログラミング
62	フロララコントロール (III) オムロン	21	パソコンとのリンク / フログラミング
63	フロララコントロール 実践セミナー (基礎)	14	基本命令 / フログラミング
64	フロララコントロール 実践セミナー (応用)	14	応用命令 / フログラミング
65	シーケンスコントローラの操作法 I	28	基本命令 / フログラミング
66	シーケンスコントローラの操作法 II	14	応用命令 / フログラミング
67	フロララコントロール (松下)	35	基本命令 / フログラミング
68	シーケンスによる制御 (三菱)	24	基本命令 / フログラミング
69	シーケンス制御 (P C の取扱)	21	基本命令 / フログラミング
70	フロララコントロール (1) 三菱	21	基本命令 / フログラミング
71	フロララコントロール (2) 三菱	14	応用命令 / フログラミング
72	フロララコントロール (3) 三菱	14	応用命令 / フログラミング
73	P C 制御 (入門) オムロン	32	基本命令 / フログラミング
74	P C 制御 (入門) 三菱	32	基本命令 / フログラミング
75	フロララコントロール (リレー方式編)	32	基本命令 / フログラミング
76	フロララコントロール (ステップ方式編)	32	基本命令 / フログラミング
77	フロララコントロール入門	20	基本命令 / フログラミング
78	P C 講座 I 松下	24	基本命令 / フログラミング
79	P C 講座 II 松下	24	機器制御 / フログラミング
80	フロララコントロール入門	30	基本命令 / フログラミング
81	フロララコントロール基礎と応用	30	基本命令 / 応用命令 / フログラミング
82	P C 入門 (方式)	18	基本命令 / フログラミング
83	フロララコントロール	18	基本命令 / フログラミング
84	シーケンスの使い方 (基本命令)	28	基本命令 / フログラミング
85	シーケンスの使い方 (応用命令) 三菱	28	応用命令 / フログラミング
86	シーケンスの使い方 (応用命令) 三菱	28	応用命令 / フログラミング
87	シーケンス制御 (3)	24	基本命令 / フログラミング
88	フロララコントロール (P C) 入門	14	基本命令 / フログラミング
89	フロララコントロール (P C) 応用	14	応用 / フログラミング
90	フロララコントロール初級	40	基本命令 / フログラミング / 機器制御
91	シーケンス制御 (P C の基礎)	30	基本命令 / フログラミング / 機器制御
92	シーケンス制御 (P C I)	18	基本命令 / 応用命令 / フログラミング / フロコン取扱
93	シーケンス制御 (P C 2)	18	制御演習 / フログラミング
94	シーケンス制御 (コントローラ) の基礎講習	26	基本命令 / フログラミング
95	P C シーケンス入門 オムロン	18	基本命令 / フログラミング
96	P C シーケンス応用 オムロン	18	基本命令 / フログラミング / 制御演習
97	シーケンス P C	28	基本命令 / フログラミング / 制御演習