

ブロック線図文法を用いたシステム構造の生成と解析*

4 P-5

小林 卓† 安達 由洋†

† 東洋大学工学部

1 はじめに

ブロック線図はシステムの構造とその中を流れる各信号間の関係を分かりやすく表現するための図的モデルであり、線図上で構造に付随するさまざまな情報を定義し導出することができる。このため、ブロック線図は制御システムやフィルタの解析・設計などによく用いられている。我々はブロック線図をコンピュータ上で形式的に扱えるようにブロック線図の構文規則を定式化したブロック線図文法と、この文法に基づいて図を構文解析するブロック線図パーザについて既に報告した [1, 2]。

本研究では、直列結合、フィードバック結合など制御システム設計に際して重要となる基本構造をブロック線図文法のプロダクション・コピー列を用いて生成する方法を考察した。これにより、補償器を含む制御システムの全体構造を構成する知識をプロダクション・コピー列を用いて表現できるようになる。また、プロダクション・コピー列からシステムの構造解析を行う方法を定式化し、それに基づいて実現した処理システムについても報告する。

2 ブロック線図文法

ブロック線図文法 [1, 2] の概要をまとめる。

定義 1 (ブロック線図文法)

グラフ文法 $G_{Block} = (\Sigma_{n_{Block}}, \Sigma_{t_{Block}}, \{BD\}, P_{Block})$ は、非終端ノードアルファベット $\Sigma_{n_{Block}}$ と終端ノードアルファベット $\Sigma_{t_{Block}}$ がそれぞれ Fig. 1 に与えられ、プロダクション集合 P_{Block} が Fig. 2 であるとき ブロック線図文法 という。 □

定義 2 (プロダクション・コピー)

$p \in P_{Block}$ に同形なプロダクションを、 p の プロダクション・コピー という。 p のプロダクション・コピーの集合を $copy(p)$ で表す。 □

本研究では、プロダクション・コピーをプロダクションの名前、プロダクションの左辺グラフに含まれるノードの番号のリスト、プロダクションの右辺グラフに含まれるノードの番号のリストの組で表現する。

Nonterminal node alphabet $\Sigma_{n_{Block}}$	Terminal node alphabet $\Sigma_{t_{Block}}$
[D_In] : nonterminal dummy input	: dummy input
[D_Out] : nonterminal dummy output	: dummy output
[Fork] : nonterminal fork	: fork
[Junc] : nonterminal junction	: junction

[BD] : block diagram	: input
[Elem] : element	: output
	: block
	: branch
	: sum
	: plus
	: minus

Fig. 1. ブロック線図文法のノードアルファベット

- p1. $[BD]_{k_1} ::= [D_In]_{y_1} \rightarrow \text{triangle} \rightarrow [Elem]_{y_3} \rightarrow \text{circle} \rightarrow [D_Out]_{y_5}$
 $C = \phi$
- p4. $[D_In]_{k_1} ::= \text{triangle}$ $C = \{(x1, y1, out)\}$
- p5. $[D_Out]_{k_1} ::= \text{triangle}$ $C = \{(x1, y1, in)\}$
- p17. $K?_{k_1} \rightarrow [Elem]_{x_1} ::= K?_{k_1} \rightarrow [Elem]_{y_1} \rightarrow [Elem]_{y_2}$
 $K? \in \{\text{circle}, \text{circle}\}$ $C = \{(x1, y1, in), (x1, y2, out)\}$
- p18. $[Elem]_{k_1} ::= \text{block}_{y_1}$ $C = \{(x1, y1, in), (x1, y1, out)\}$
- p19. $[Elem]_{x_1} [Elem]_{x_2} ::= \text{circle} \rightarrow [Elem]_{y_2} \rightarrow \text{circle} \rightarrow \text{circle}$
 $C = \{(x1, y1, in), (x1, y1, out), (x2, y5, in), (x2, y4, out)\}$
- p23. $[Elem]_{k_1} [Elem]_{x_2} ::= \text{circle} \rightarrow [Elem]_{y_2} \rightarrow \text{circle} \rightarrow \text{circle}$
 $C = \{(x1, y1, in), (x1, y1, out), (x2, y5, in), (x2, y4, out)\}$

Fig. 2. ブロック線図文法のプロダクション集合の一部

3 基本構造の生成

制御システムの直列結合、並列結合およびフィードバック結合を生成するプロダクション・コピー列を Fig. 3 に示す。これらのプロダクション・コピー列は、補償器を含む制御システムの全体構造の構成規則として用いることができる。

例として、Fig. 4の(1a)に示す制御対象に対してフィードバック制御系を構成する。ブロック線図(1a)を生成するプロダクション・コピー列(1b)に☆印を付けた直列結合とフィードバック結合を生成するプロダクション・コピー列を挿入するとプロダクション・コピー列(2b)となる。このプロダクション・コピー列(2b)は、フィードバック制御系のブロック線図(2a)を生成する。

*System Structure Generation and Evaluation Based on the Block Diagram Grammar
 †Suguru Kobayashi, Yoshihiro Adachi, Department of Information and Computer Sciences, Toyo University

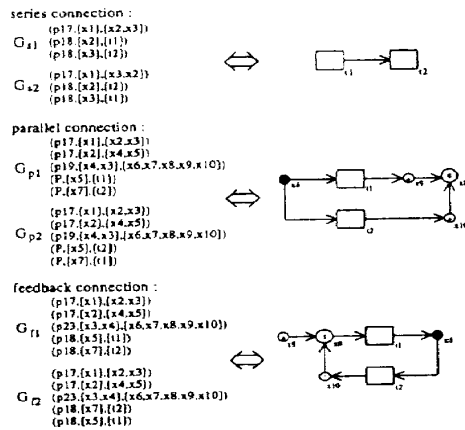


Fig. 3. 基本構造を構成するプロダクション・コピー列

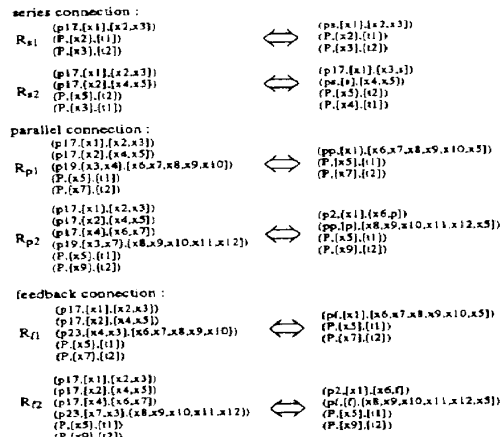


Fig. 6. プロダクション・コピー列の書換え

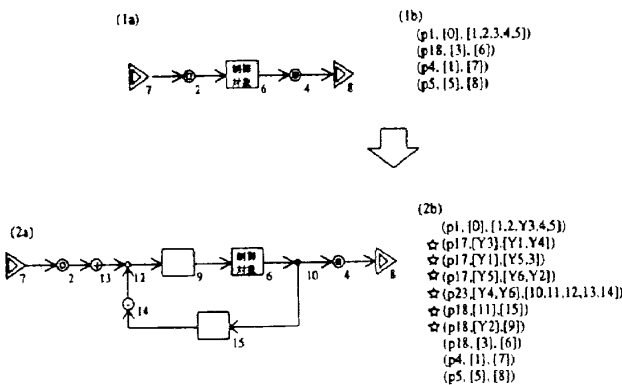


Fig. 4. フィードバック制御系構造の生成

4 プロダクション・コピー列に基づく構造の解析

ブロック線図を生成するプロダクション・コピー列から部分構造を解析する手法を記述する。

ブロック線図の基本構造を再帰的に抽出するために Fig. 5 に示す書き換え規則を新たに定義する。このとき、プロダクション・コピー列の中で直列結合、並列結合およびフィードバック結合を構成する部分列 (Fig. 6 の左側) は Fig. 6 の右側に示すように表現できる。

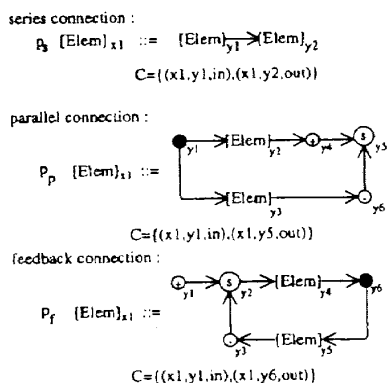


Fig. 5. 基本構造を抽出するための書換え規則

プロダクション・コピー列を用いた構造解析について

Fig. 7 のブロック線図例を用いて説明する。構造解析の過程を Fig. 8 に示す。Fig. 7 のブロック線図を生成するプロダクション・コピー列①で☆印を付けた部分列に注目すると直列結合を生成する列であるので②のプロダクション・コピー列に書き換えられる。次に、この列②の☆印を付けた部分列はフィードバック結合を生成する部分列である。したがって、最終的に③のプロダクション・コピー列に書き換えられる。すなわち、直列結合とフィードバック結合を認識したことになる。

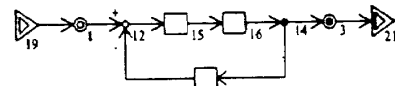


Fig. 7. ブロック線図例

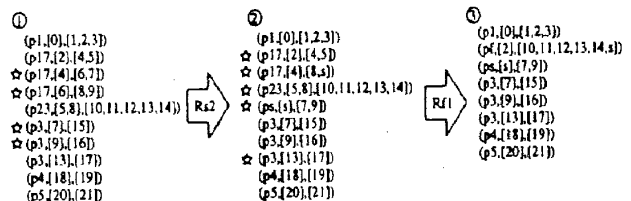


Fig. 8. 構造解析例

5 まとめ

ブロック線図文法のプロダクション・コピー列を用いて制御システムの基本構造を構成する方法を明らかにした。また、プロダクション・コピー列からブロック線図の部分構造を解析する方法を定式化し、これに基づく処理系を実現した。

参考文献

- [1] K. Anzai, Y. Adachi, S. Kobayashi, K. Tsuchida, Block Diagram Generation and Parsing Based on Graph Grammar, *Proc. IEEE ISCAS'97* (1997), 1970-1973.
- [2] Y. Adachi, S. Kobayashi, K. Tsuchida, Multi input/Multi output Block Diagram Grammar, *Proc. IEEE ISCAS'98 VI* (1998), 183-186.