

ソフトウェア分析・設計用ダイアグラムのモデル化*

4 J-3

小林 篤・岸 知二†

日本電気(株)‡

1 はじめに

現在、我々はソフトウェア分析・設計用の各種ダイアグラム(STD, DFD, ... 等)の共通モデルとして Harel の提唱するハイグラフ [1] を適用し、各種ダイアグラムを一元的に扱うことのできる汎用的なツールの開発を検討している。

ハイグラフは、構造表現とリレーション表現という特徴的な表現手段を持ち、プレゼンテーションに優れたグラフである。しかし、ハイグラフを共通モデルとして、各種ダイアグラムに共通的なツールを開発しようとした場合、ハイグラフで表現された情報の論理的構造をハイグラフのダイアグラム上の位置関係等から解析したのでは効率的ではない。

本論文では、ハイグラフで表現された情報の論理的構造の解析を容易にする方法として、情報の論理的構造を AND/OR 関係に分解・表現することができる AND/OR グラフ [2] に基づいた情報表現方法を提案する。

2 ハイグラフの概要

ハイグラフの例を図 1 に示す。ハイグラフは、集合論に基づいて情報の構造関係を表現するブロックと、ブロック間のリレーションを表現するハイパーエッジとを基本プリミティブとして、対象領域の構造とリレーションを表現する。

図 1 の例では、以下の集合式で示される構造関係がブロックの包含関係等で表現され、そのブロック間のリレーションがハイパーエッジで表現されている。

$$S = A \cup B, \quad A = E1 \cup E2 \\ B = C1 \times C2 = (D1) \times (D2 \cup D3)$$

ハイグラフは、通常のグラフに基づいた関係表現に加えて、集合を表現することができるため、通常のグラフよりも分析・設計ダイアグラムの共通モデルとして適しており、ERD, DFD, STD 等への適用が示されている [1]。

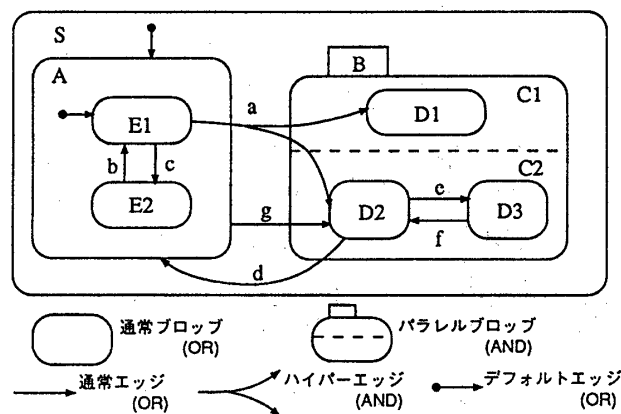


図 1: ハイグラフ

*Modeling of Diagrams for Software Analysis and Design

†Atsushi Kobayashi, Tomoji Kishi

‡NEC Corporation

3 ハイグラフの情報表現

(1) 目的

ハイグラフをモデルとするダイアグラムに対するツールの開発において、ハイグラフの表現する構造やリレーションといった論理的構造を、ダイアグラム上の位置関係や接続関係から解析・処理したのでは効率的ではない。そのため、そのような論理的構造を直接的に処理できる情報表現方法が必要とされる。

そこで、AND/OR グラフに基づいたハイグラフの情報表現方法を提案する。ハイグラフの構造表現とリレーション表現を AND/OR グラフに基づいて情報表現すれば、ブロックの AND/OR 及びリレーションの AND/OR といった関係が、自然かつ直接的に表現され、論理的構造の解析も容易となる。

具体的なツール開発のイメージとしては、ハイグラフのダイアグラムがプレゼンテーションに用いられ、AND/OR グラフに基づいた情報表現が、グラフを格納するファイルの形式等に用いられる。

(2) マッピング

AND/OR グラフは AND ノード、OR ノード、リーフノード、及び n -コネクタ ($n \geq 1$) から構成される。ハイグラフを表 1 に示すように AND/OR グラフにマッピングすることにより、ハイグラフの構造表現及びリレーション表現を表現することができる。

表 1: ハイグラフと AND/OR グラフのマッピング

ハイグラフ		AND/OR グラフ
構 造	通常ブロック (包含ブロックあり)	OR ノード
	通常ブロック (包含ブロックなし)	リーフノード
	パラレルブロック	AND ノード
リレーション	通常エッジ	1-コネクタ
	ハイパーエッジ	n -コネクタ ($n > 1$)
	デフォルトエッジ	1-コネクタ

(3) 構造表現とリレーション表現

以上のマッピングにより、ハイグラフの構造表現とリレーション表現とが AND/OR グラフで表現されるが、このとき AND/OR グラフで記述されるコネクタは、構造表現とリレーション表現で意味が異なるため、各コネクタに表現情報種別を示す型を設け、構造表現のコネクタとリレーション表現のコネクタとを区別する必要がある。図 1 のハイグラフに対する AND/OR グラフの例を、図 2、図 3 に示す。本例では構造表現 (図 2) とリレーション表現 (図 3) を、見やすさを考慮して別々に図示している。

(4) 基本操作

ハイグラフはブロックとエッジの直接的な接続関係だけでなく、間接的な接続関係も表現しているため、AND/OR グラフを単純にパス検索しただけでは、ハイグラフの論理的構造を解析するには十分ではない。

例えば、図 1 で、エッジ g は直接的にはブロック A とブロック D2 とを接続しているが、間接的にブロック A が包含する全てのブロックとブロック D2 との接続を表現している。従って、エッジ g による論理的な接続関係を解析するためには、図 3 の AND/OR グラフに対する単純なパス検索に加えて、図 2 においてノード A に OR 接続されているノードの集合 ($\{E1, E2\}$) 及び、ノード D2 に OR 接続されているノードの集合 ($\emptyset$) とを求めることで、エッジ g の意味する論理的接続が解析される。

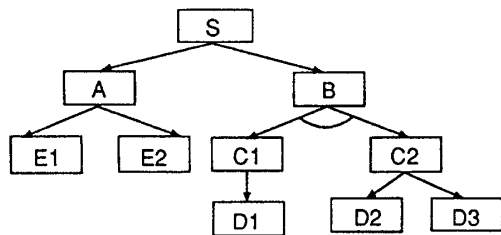


図 2: 構造表現の AND/OR グラフ

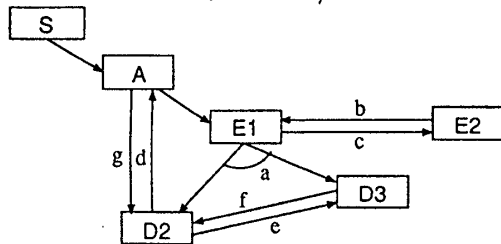


図 3: リレーション表現の AND/OR グラフ

以上のように、ハイグラフの間接的な接続関係を解析するためには、AND/OR グラフの意味に基づいた以下の基本操作を用意する必要がある。

- [基本操作 1] あるノードに AND または OR 接続されているノードの集合を求める。
- [基本操作 2] あるノードが AND または OR 接続しているノードの集合を求める。

4 ハイグラフの情報表現例

ハイグラフの情報表現例としてステートチャートを取り上げる。

図 4 はハイグラフで記述されたアラーム付デジタル時計のステートチャートであるが、この論理的構造を表現した AND/OR グラフは図 5 のようになる。

図 5 の AND/OR グラフで論理的構造を解析すると、例えば、プロップ「表示」が受け付けるイベントを検索する場合は、図 5 で基本操作 2 によりノード「表示」が AND 接続しているノード「起動中」が求められ、その結果、イベント「電源 OFF」はプロップ「表示」が受け付けるイベントであることが容易に解析される。このような解析をルートまたはリーフノードに至るまで繰り返せば、ノード「表示」が受け付けるイベントの集合が求められる。

5 おわりに

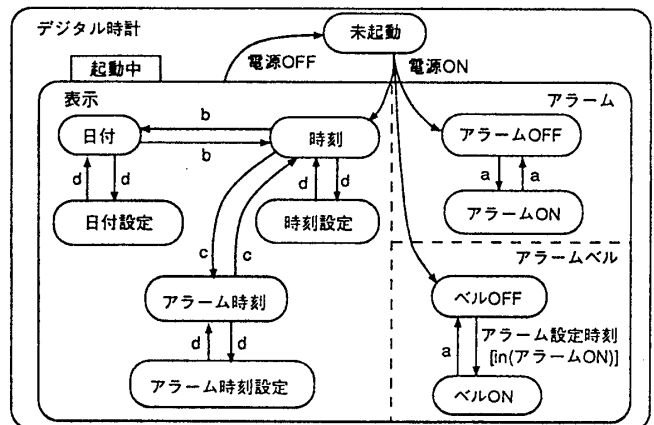
以上、AND/OR グラフに基づいたハイグラフの情報表現方法とその基本操作を含めて説明したが、この基本操作も含めた情報表現方法により、ハイグラフを共通モデルとしたソフトウェア分析・設計用ダイアグラムに対する共通のツール開発において、ダイアグラムの表現する情報の論理的構造を容易に解析・処理できるようになると考えられる。

現在、このモデルに基づいた汎用的なダイアグラム処理系のプロトタイプを検討している。

今後は、実際のソフトウェア分析・設計用ダイアグラムを、このモデルで表現し、その妥当性を評価していきたい。

参考文献

- [1] D.Harel. *On Visual Formalisms*, CACM vol.31, no 5 (1988)
- [2] Nilsson, Nils J. *Problem Solving Methods in Artificial Intelligence*, McGraw-Hill (1971)



- a: アラーム ON/OFF スイッチ c: アラーム時刻モード ON/OFF スイッチ
- b: 日付モード ON/OFF スイッチ d: 日時設定モード ON/OFF スイッチ

[仕様] 電源を入れると起動し、時刻が表示される。表示はスイッチ b, c により日付、アラーム時刻に変更され、スイッチ d により表示値の設定モードとなる。アラーム ON でアラーム設定時刻になるとベルが鳴り、スイッチ a によりアラームを OFF にすると止まる。

図 4: ハイグラフによる STD 記述例

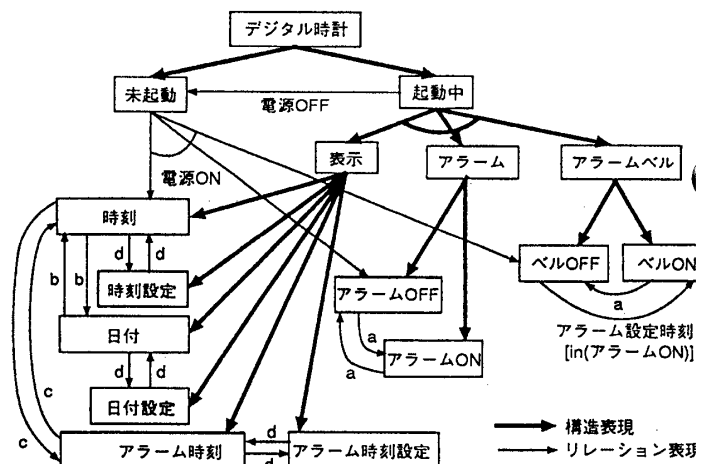


図 5: 図 4 の AND/OR グラフ