

データ回路方式による制御ソフトウェア仕様記述方法

4C-12

水谷高康 藤井友康

株式会社デンソークリエイト

1. はじめに

制御システムのソフトウェア仕様を記述する方法として、電子回路のような回路図を用いた「データ回路方式」^[1]がある。「データ回路方式」では、制御データやその加工処理を回路素子として記述し、それらの関係を回路素子を結ぶ信号線で表現する。これによって、制御仕様の可視化、制御データ間の関係の明確化、仕様レベルの検証、プログラムの自動生成、仕様の部品化・再利用などの利点が得られる。

本稿では、この「データ回路方式」を用いた制御ソフトウェア仕様の記述方法について述べる。

2. 基本素子

データ回路の構成要素となるプリミティブな回路素子として基本素子を定義する。この基本素子を組み合わせて制御ソフトウェアの仕様を記述する。

基本素子は、以下の3種類に分類される。

(1) ストア素子

ストア素子は、制御データを保持する機能を持った回路素子である。ストア素子は、回路素子を駆動するための信号（トリガ信号）を受信すると、データの参照要求信号（アクセス信号）を介して外部からデータを取得し、内部のデータを更新する。その後、更新を他の回路素子に伝えるためにトリガ信号を発信する。また、アクセス信号を受信すると、それに対する信号（データ信号）として、保持しているデータを応答する。

単純にデータを保持するストアの他、定数やカウンタなど18種類の素子がある（表1）。

(2) カプラ素子

カプラ素子は、トリガ信号やアクセス信号の変換を行う回路素子である。

トリガ信号の分岐や増幅など44種類の素子がある（表1）。

(3) ゲート素子

ゲート素子は、アクセス信号受信時に他の回路素子からデータを取得してその加工を行い、データ信号として応答する素子である。ゲート素子自体にはデータは保持しておらず、またアクセス信号によってのみ駆動されるのが特徴である。

算術演算、論理演算、比較演算など25種類の素子がある（表1）。

表1. 代表的な基本素子

表記	説明	分類
	データ（単純ストア）	ストア素子
	定数	ストア素子
	カウンタ	ストア素子
	トリガ信号の分岐	カプラ素子
	トリガ信号の振り分け	カプラ素子
	データ線中継切り替え	カプラ素子
	足し算	ゲート素子
	比較（等しくない）	ゲート素子

3. 仕様記述例

図1にデータ回路を用いた仕様記述例を示す。

この例では、端子Eにトリガ信号が伝わると、トリガ分岐素子によってまずデータ1のストア素子が駆動される。データ1は外部データを参照してA1+A2の値を設定する。次にデータ2が駆動され、同様にしてA1*A2の値を設定する。その後、端子Tからトリガ信号を発信する。

回路内の2個のデータは、それぞれ端子D1、D2から参照することができる。

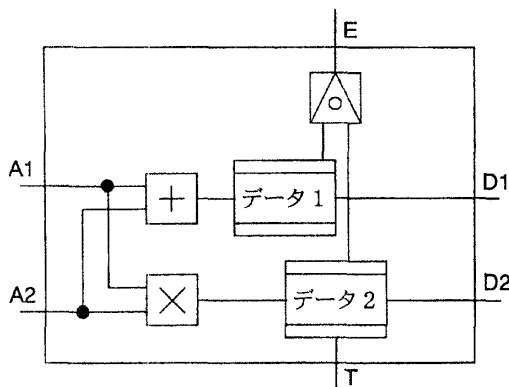


図1. 仕様記述例

なお、作成したデータ回路も回路素子のひとつであり、他のデータ回路中で階層的に使用することができる。

4. データ回路方式を用いた設計手順

データ回路を使用した制御ソフトウェア仕様の設計手順は以下ようになる。

4.1. 制御データ設計

まず、データ回路で扱う制御データを設計し、対応するストア素子を配置する。

4.2. インタフェース設計

次に、データ回路のインタフェース（すなわち、回路素子と外部との境界である四辺の端子）を設計する。

(1) 提供データインタフェース：右辺

回路素子から外部に対して提供するデータを決定し、右辺に提供口となるデータ端子を置く。

(2) 参照データインタフェース：左辺

制御データを計算するために必要な外部データを決定し、左辺に参照口となるアクセス端子を置く。

(3) 提供トリガインタフェース：下辺

他の回路素子に対して有用と考えられるトリガ信号を決定し、下辺に提供口となるトリガ端子を置く。

(4) 受信トリガインタフェース：上辺

制御データの更新などデータ回路内の状態の変更に必要なトリガ信号を決定し、上辺に受信口となるイベント端子を置く。

4.3. 内部設計

最後に、データ回路内部の設計を行う。

(1) 提供データ値設計

データ端子と、該当する制御データを接続する。保持しているデータに何らかの加工を行う場合は、間にゲート素子やカプラ素子をはさむ。

(2) 制御データ値設計

制御データの値を計算するために、必要なゲート素子やカプラ素子を配置し、アクセス端子とそれらの素子を接続する。

(3) 提供トリガ信号設計

制御データのストア素子とトリガ端子を接続する。必要ならば、間にカプラ素子をはさんでトリガ信号の変換を行う。

(4) 制御データ駆動設計

制御データのストア素子とイベント端子を接続する。必要ならば、提供トリガ信号設計と同様に間にカプラ素子をはさむ。

5. 特徴

データ回路を用いて上記の手順で設計した制御ソフトウェア仕様には、以下の特徴が見られる。

- ・制御データを中心に設計するため、仕様が簡潔にまとまる。
- ・要求に対する応答という形でデータが参照されるので、無駄なデータの授受がなくなる。
- ・四辺に役割を明確にしたインタフェースが定義され、また内部構造が図式表現されるため、あいまいさが排除された仕様記述となる。

6. おわりに

「データ回路方式」を使用した制御ソフトウェアの仕様記述方法について述べた。「データ回路方式」は制御データを中心に仕様を設計する新しい概念のものである。今後はこの方式に従ったツールをもとに、方式の評価を行っていく。

参考文献

- [1] 藤井，水谷：データ回路方式の提案－回路図を用いた制御システム設計手法－，1996年度電気関係学会東海支部連合大会，628(1996)。