

エンジン制御用リアルタイムソフトウェアに対する要求仕様の記述

4F-1

富永 一幸† 宮尾 淳一† 菊野 亨† 吉田 典可† 飯田 克義††  
†広島大学 ††マツダ株式会社

1. まえがき

最近、埋め込み型コンピュータを用いたエンジン制御の普及に伴い、リアルタイムソフトウェアの新しい設計手法の開発が求められている[1][2].

筆者らは、トップダウン的に設計を行う視覚化設計手法を提案している[3][4]. 本手法は抽象設計と詳細設計の2つの段階から構成されており、各段階で、視覚的にテストを行うことができる。本稿では、視覚化設計手法の抽象設計で用いる視覚化要求仕様記述言語について述べる。

2. 視覚化モデル

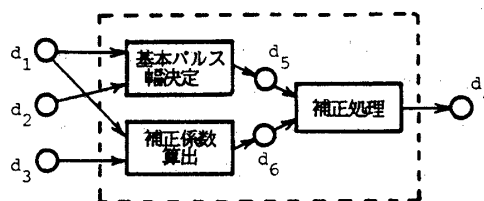
視覚化設計手法では、まず、ソフトウェア全体を幾つかの独立なタスクとみなし、各タスクの仕様を記述する(図1(a)). 次に、各タスクをその処理中に用いる内部データに注目して、より単純な複数のタスクに分解する(図1(b)). この操作を各タスクが基本的な処理を行うタスクになるまで、繰り返し、タスクグラフ[4]を構成する(図1(c)).

3. 視覚化要求仕様記述言語

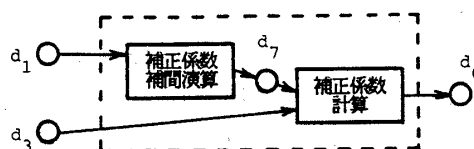
リアルタイムソフトウェアに対する要求仕様記述は、各タスクに対する仕様の集まりである。

タスクの仕様は、次の6項組(N, D\*(ENT), D\*(EXT), f, F, DOM)によって定義される。

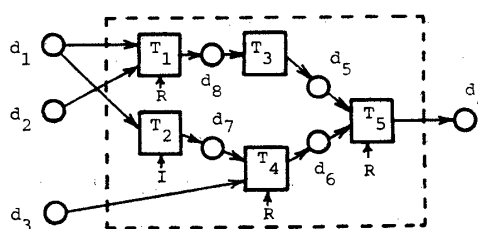
- (1) N: タスク名
- (2) D\*(ENT): 入力データの集合.
- (3) D\*(EXT): 出力データの集合.
- (4) f:  $D^*(ENT) \rightarrow Z^+$ : ある入力データの取り込みから、すべての出力データの値が確定するまでの許容時間.



(a) 燃料噴射制御



(b) 補正係数算出



T<sub>1</sub>: 基本パルス幅補間演算, T<sub>2</sub>: 補正係数補間演算,  
T<sub>3</sub>: 基本パルス幅決定, T<sub>4</sub>: 補正係数計算,  
T<sub>5</sub>: 補正処理

(c) タスクグラフ

図1 タスク分解

(5) F: タスクの処理を表す関数. 次の(i)-(iii)のいずれかを用いて記述する.

(i) グラフ: 高々4次元の軸から成るグラフ. 4次元の場合は、1本の軸を時間軸とみなし、動的な変化を表す.

(ii) 表: n次元の配列.

(iii) 数式: m元n次の多項式.

(6) DOM:  $D^*(ENT) \cup D^*(EXT) \rightarrow 2^{Z^+}$ : 入出力データの値域を定義する関数.

A specification language for real-time software of an engine controller  
Kazuyuki TOMINAGA†, Jun'ichi MIYAO†, Tohru KIKUNO†, Noriyoshi YOSHIDA† and Katsuyoshi IIDA††  
†Hiroshima University, ††MAZDA Corporation

本手法では、各タスク処理を基本的にはグラフによって与えることにより、視覚的に理解することができる。

4. 記述例

エンジン制御において最も重要な“燃料噴射制御”に対する要求仕様の記述を説明する。この処理は、“基本パルス幅決定”、“補正係数算出”、“補正処理”の3つのタスクから構成されている(図1(a)参照)。

各タスクに対する記述を図2に示す。図2(a)では、データ  $d_1$  の値域として7から3500000までの整数値が、時間制約として80単位時間が指定されている。データ  $d_2$ 、 $d_5$  についても同様である。関数  $F$  は3次元のグラフとして記述されている。図2(b)、(c)についても同様である。

次に、タスク分解に伴って新たに現れたタスクの記述を説明する。図2(b)で示した様に、タスク“補正係数算出”に対する入出力関数は3次元グラフとして与えられている。このグラフのデータ値をそのままの形でリアルタイムコントローラのメモリー内に保持することは容量の点で困難である。ところが、今の場合、このタスクは2次元グラフで表されるタスクと算術式で表されるタスクに分解される(図1(b)、図3参照)。これにより、入出力関数の記述に必要なデータ量を大幅に削減することができる。

5. あとがき

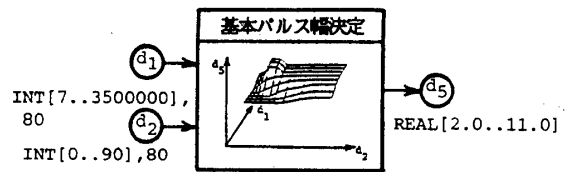
リアルタイムソフトウェアの視覚化設計手法における要求仕様記述言語について述べた。今後、本手法に基づくエンジン制御用リアルタイムソフトウェアの設計支援システムの開発を行う予定である。

謝辞

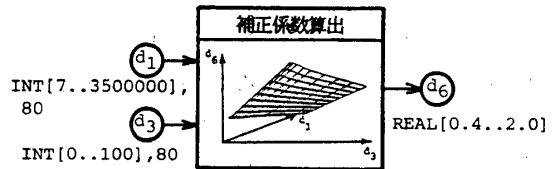
本研究に関連してご協力頂いているマツダ(株)柴崎慎一郎部長、小林一夫部長代理、石原敏広氏、殿納基靖氏に深謝致します。

文献

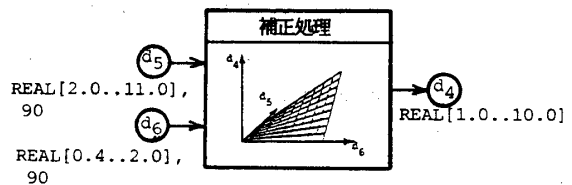
[1] Glass, R. L.: "Real-time: The 'Lost World' of software debugging and testing," Commun. ACM, Vol.23, No.5, pp.264-271 (1980).



(a) "基本パルス幅決定"に対する仕様

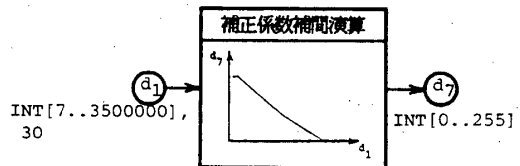


(b) "補正係数算出"に対する仕様

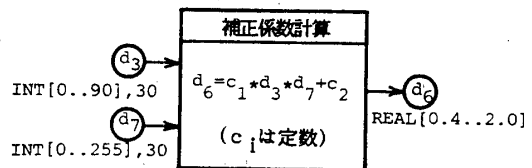


(c) "補正処理"に対する仕様

図2 "燃料噴射制御"に対する仕様記述



(a) "補正係数補間演算"に対する仕様



(b) "補正係数計算"に対する仕様

図3 "補正係数算出"に対する仕様記述

[2] Kagawa, Y.: "A software development system for real-time controller," Master thesis, Systems Eng. Course, Hiroshima Univ. (1986).  
 [3] Miyao, J., et al. "Visualized testing of software for a real-time controller," Proc. Second IEEE Workshop on Visual Languages, pp. 117-124 (1986).  
 [4] 宮尾, 他: "リアルタイムソフトウェアの視覚化設計について," 信学技報COMP86-5, pp.35-44(1986).