

B_001

列車統合管理システムのシステム試験仕様再利用技術の提案
 Reusable Test Cases of System Testing for Train Integrated Management System

辰巳 尚吾[†] 吉田 実[†] 河田 薫[†] 増淵 洋一[†] 梶田 清明[‡]
 Shogo Tatsumi Minoru Yoshida Kaoru Kawata Yoichi Masubuchi Kiyooki Kajita

1. はじめに

列車統合管理システム(TIMs)は、列車に搭載される機器全体を監視・制御する分散組込みシステムである。TIMsのソフトウェアの品質と生産性を向上させるために、筆者らは、TIMsの機種間の類似性に着目した設計データ再利用フレームワーク[1]、膨大な試験項目を効率よく実行する試験自動実行システム[2]の開発に取り組んできた。本論文では、設計データ再利用フレームワークを拡張した、TIMsのシステム試験仕様の再利用技術を提案する。

これまで、個別機種ごとの仕様の相違に対応するため、システム試験仕様を毎回人手で作成してきた。システム試験仕様の作成は複雑で工数のかかる作業でありながら、見逃しが重大な結果を招きかねない。システム試験仕様の再利用は、作成工数削減と、見逃しに起因する手戻り工数削減に効果があるため、個別機種開発の生産性が改善すると考えられる。

本論文では、まず、TIMsにおける試験自動実行システムについて説明する。そして、設計データ、システム試験仕様を再利用する際に必要となる、TIMsの機種間の変動性と共通性について分析した後、これを反映した設計データ、システム試験仕様再利用のフレームワークについて述べる。

2. TIMsの試験自動実行システム

TIMsは、複数のTIMsユニットが、互いに通信しながらそれぞれに接続された機器を監視・制御する分散システムである。筆者らが開発している試験自動実行システム(図1)は、TIMsユニットに接続された機器の入出力(機器伝送)を模擬する機器エミュレータと、それらの入出力動作を制御する試験実行ツールから構成される。試験実行ツールは、(1)与えられたシステム試験仕様に従って機器エミュレータに動作を指示し、(2)機器エミュレータが収集したTIMsユニットの出力を取得し、(3)出力の期待値と照合して試験結果を判定するという手順で試験を実行する。

3. TIMsの変動性と共通性

再利用フレームワークを実現するためには、開発対象機種群の共通性と変動性を分析し、これらに基づき再利用資産を設計、体系化する必要がある。以下に、TIMsにおける共通性、変動性についてまとめる。

3.1. 共通性

TIMsにおいて、ユニットの接続形態、ユニット間の伝送方式、ユニットと機器間の伝送方式、時間制約の要求等は機種間で変動することは少ない[3]。このため、TIMsユ

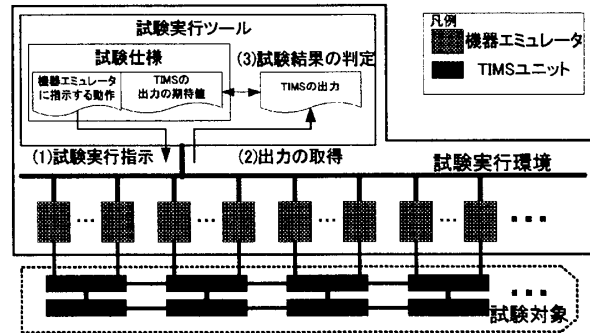


図1 TIMsの試験自動実行システム

ニット間で透過的にデータにアクセスできる分散共有メモリを、複数機種で共通に利用できるようにミドルウェアとして構築している[1]。

3.2. 変動性

変動性として、列車構成、機器伝送のフォーマット、試験構成について説明する。

列車構成: 列車は、1以上の編成から構成される。編成とは、営業運転中に分割されない車両の集合である。車両には、1~2のTIMsユニットが搭載される。TIMsユニットには、TIMsの監視・制御対象である、ブレーキ、ドア等の機器が接続される。列車構成は、TIMsユニットに接続される機器の種類と数、および、TIMsユニットの列車内での配置情報で定義される。列車構成は、列車が投入される区間での運用方法、輸送能力の要求等によって大きく変動する。

機器伝送のフォーマット: TIMsユニットと機器間は、決められたデータフォーマットを一定周期で授受する。このデータフォーマットは、各機種で実現すべき機能の相違、伝送容量の制約等の要因で変動する。

試験構成: 試験構成は、試験自動実行システムにおいて、機器エミュレータが模擬する機器、および、機器エミュレータとTIMsユニットの接続を定義したものである。機器エミュレータとTIMsユニットの接続は試験実施時に任意に変更できるため、試験構成は変動する可能性がある。試

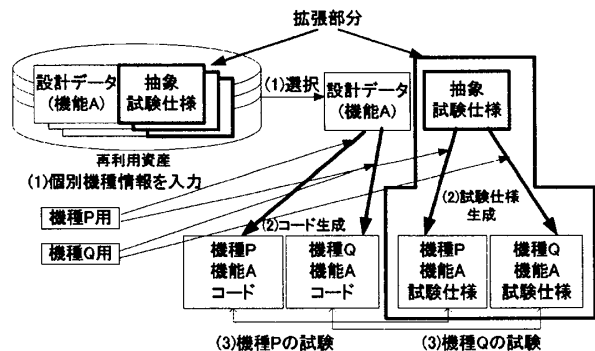


図2 再利用フレームワーク

[†]三菱電機株式会社, Mitsubishi Electric Corporation

[‡]三菱電機コントロールソフトウェア株式会社, Mitsubishi Electric Control Software Corporation

験構成の変動は設計データの再利用性に影響を与えない。しかし、システム試験仕様は、機器エミュレータの指定が必要であるため、試験構成の変動の影響を受ける。

4. 設計データとシステム試験仕様の再利用

4.1. フレームワーク

図2に設計データ、システム試験仕様の再利用フレームワークを示す。再利用資産として、TIMSの機能ごとに、設計データ、抽象試験仕様に関連付けて格納される。これを用いて、以下の手順により、個別機種を開発する。

- (1)個別機種開発者が、要求仕様に基づき再利用資産から必要な機能を選択し、個別機種情報を入力する
- (2)コード生成ツール、試験仕様生成ツールが、(1)の入力を元に、それぞれ個別機種向けのコード、システム試験仕様を生成する
- (3)生成された個別機種向けのコードとシステム試験仕様に基づき、個別機種開発者が、試験自動実行システムを用いて試験を実施する

本フレームワークにおいて、抽象試験仕様を再利用するために拡張した点は、抽象試験仕様を設計データと関連付けて再利用資産として管理するようにしたこと、および、抽象試験仕様から個別機種向けシステム試験仕様を生成する機能を追加したことである。

本フレームワークを実現するためには、(2)におけるツールの入力データとなる、設計データ、および、抽象試験仕様を、個別機種の仕様変動の影響を受けないように記述する必要がある。第4.2節、第4.3節にて、これらの記述方法について述べる。

4.2. 設計データの記述

図3に複数の速度計からその最大値を計算し、すべてのモータに通知する処理を表す設計データの例を示す。右側が尖った五角形は機器からTIMSへの入力信号、左側が尖った五角形はTIMSから機器への出力信号を表し、いずれもデータモジュールと呼ぶ。中間のMAXと書かれた長方形は、TIMSにおける処理を表し、操作モジュールと呼ぶ。操作モジュールとデータモジュールをモジュールと呼ぶ。モジュール間を結ぶ線はそのモジュール間でデータの授受があることを表し、配線と呼ぶ。

モジュールの左下の長方形は、モジュールの配置情報を表し、機器名を記入する。コード生成ツールは、この情報を利用して、その機器が接続されたTIMSユニットにその機器の数だけ操作モジュールを配置し、対応するコードを生成する。また、データモジュールについては、機器伝送のデータフォーマットに自動的に割り当てる。

このように、機種間で変動の大きい列車構成、機器伝送のフォーマットに非依存に設計データを表現でき、個別機

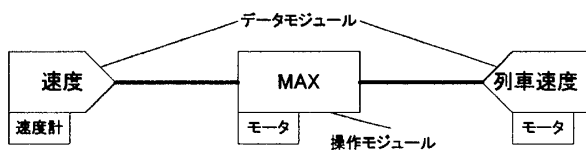


図3 設計データの例

種ごとに、列車構成、機器伝送フォーマットを入力することでコードを生成できるため、設計データを再利用できる。

4.3. 抽象試験仕様の記述

抽象試験仕様には、関連付けて管理される設計データごとに、境界値、同値クラス、タイミング条件等を含めることができる。これらはシステム試験仕様の作成時に見逃されやすいが、再利用により、それを防止できる。

システム試験は、機器エミュレータに対して動作を指示することで実行されるため、(1)動作を指示する対象の機器エミュレータと、(2)入出力信号を指定する必要があるが、これらが仕様変動の影響を受ける。そこで、仕様変動の影響を受けないために、第3.2節で述べた変動性に対応して、以下の抽象的な記述方法を導入する。

(1) 機器エミュレータの指定

- ・**試験構成**の変動の影響を避けるために、機器エミュレータを直接指定するのではなく、列車の機器を指定する。機器から、それを模擬する機器エミュレータへは、試験構成の情報を利用して変換することができる。

- ・**列車構成**の変動の影響を避けるために、設計データにおけるモジュールの配置情報の指定と同様に、システム試験時に動作を指示する機器を、機器名により指定する。ただし、機器名の指定だけでは、列車構成によって複数の機器が含まれることがある。個別の機器を識別する必要がある場合は、列車構成とは無関係に機器の部分集合を特定できる、機器指定子(例えば、「全て」、「任意のn台」、「先頭」「最後尾」等)で機器名を修飾し、機器を指定する。

(2) 入出力信号の指定

- ・**機器伝送のフォーマット**の変動の影響を避けるために、設計データにおける入出力信号の名称で指定する。

図4に抽象試験仕様の例を示す。試験仕様生成ツールは、「任意の2台」のように、複数の組み合わせが考えられる機器指定子について、品質に対する要求に合わせて、すべて、または、特定の指標に基づいた一部の組み合わせのシステム試験仕様を生成する。

TS1. 「全て」の「速度計」の「速度」に100を入力
 TS2. 「任意の1台」の「速度計」(A)の「速度」に-100を入力
 TS3. 「任意の2台」の「速度計」(A,B)の「速度」に、100, 120を入力

図4 抽象試験仕様の例

5. おわりに

抽象試験仕様を設計データと関連付けて管理し、これを個別機種情報により具体化するという再利用フレームワークにより抽象試験仕様を再利用する技術について提案した。今後、本技術に基づき、試験仕様生成ツールを実現し、評価を進めていく予定である。

参考文献

- [1]吉田他、"列車統合管理システムのソフトウェアプロダクトライン"、情報処理学会ソフトウェア研究会、2004
- [2]辰巳他、"列車統合管理システムの試験自動実行システムの開発"、電気学会全国大会 4-214、2004
- [3] 社団法人日本鉄道車輛工業会規格、"D1001 鉄道車両用列車情報管理装置"、2003