5B-5

分散制御システムにおけるテストケース生成方法の検討

柴崎登紀子† 渡邉亮一† 浅井陽介†
三菱電機株式会社 先端技術総合研究所†

1 はじめに

近年、産業機器などの分散制御システムでは、ソフトウェアが複雑・大規模化している。例えば、列車内に搭載された機器の状態監視や制御を行う列車監視制御システムは、安全性や快適性に対する要求の向上により、機能が増加している。これに伴い、ソフトウェア試験のテストケース数も増加している。また、列車監視制御システムは、列車の分割・併合によりシステム構成を変化させており、システム構成毎にテストを行う必要があるため、テストケースが更に多くなる。

この様なテストケースの増加によって、テストケースの生成・実行に多大な工数がかかることが問題となっている。そこで、実行工数を削減するためにソフトウェアテストの自動実行システム等が検討されてきた[1]。しかし、テストケース数自体を削減することは検討されてこなかった。

そこで、本稿では、分散制御システムのテストケース生成方法と生成されたテストケースを削減する方法を提案し、その効果の見積もりを行う。

2 提案方法

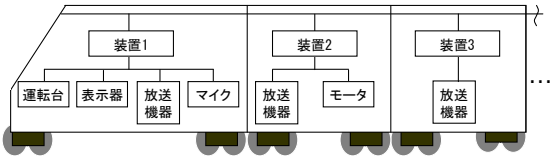

図 1 列車監視制御システムの構成例

本章では、分散制御システムのテストケース生成方法とテストケース削減方法について述べる。ここからは、列車監視制御システム(図 1)を例に挙げて説明する。列車監視制御システムでは、各車両に制御装置(以下、装置と略す)が搭載されており、装置と装置、装置と機器(モータ、放送機器、マイクなど)がネットワーク介して接続されている。それぞれの車両に搭載された装置は、ネットワークで接続された機器の情報を収集する。この機器情報を装置同士で共有することで、他の車両の機器の状態を一括して監視・制御する。また、本システムには、1章で述べた通り、複数のシステム構成が存在する。例を表 1、表 2に示す。表 1より、装置 1～6 で構成された 6 両、装置 7～10 で構成された 4 両、装置 1～10 で構成された 6+4 両が存在する。また、装置毎に制御する機器が異なる(表 2)。そのため、システム構成毎に列車全体で制御される機器の種類や個数が変化する。

表 1 装置構成パタン情報

	システム構成										
パタン名	6両	装置1	装置2	装置3	装置4	装置5	装置6				
	4両	装置7	装置8	装置9	装置10						
	6+4両	装置1	装置2	装置3	装置4	装置5	装置6	装置7	装置8	装置9	装置10

表 2 機器配置情報

	装置1	装置2	装置3	装置4	装置5	装置6	装置7	装置8	装置9	装置10
運転台	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
表示器	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
マイク	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
放送機器	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
モータ	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0

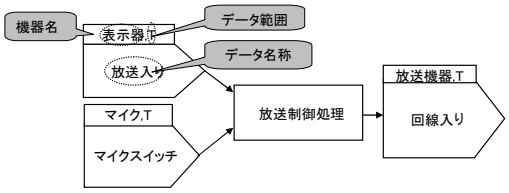

図 2 放送回線制御の入出力関係図

2.1 入出力関係図を用いたテストケース生成方法

ある機能 A が列車全体の機器 B のデータを入力とする場合、入力データの数は装置構成の変化と共に変化する。そこで、1 つの図で様々な装置構成に対応した機能の入出力関係を表現できる図を導入する (図 2)。図 2のデータ範囲「T」は列車全体の機器を入出力の対象とすることを示す。このようにデータ範囲を抽象的に表記することで、6 両から 4 両に変わっても同じ入出力関係図で表記することができる。

また、装置構成パタン(表 1)と機器配置情報(表 2)は既知である。表 1、表 2により、各システム構成パタンの列車全体の機器の種類と個数情報を取得し、これらの情報を元に試験対象の機能の入出力関係図に対する入出力データリストを作成する。入出力データリスト生成フロ

A Study of a Test Case Generation Method for Distributed Embedded System
Tokiko SHIBASAKI†, Ryoichi WATANABE† and Yosuke ASAI†
†Advanced Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

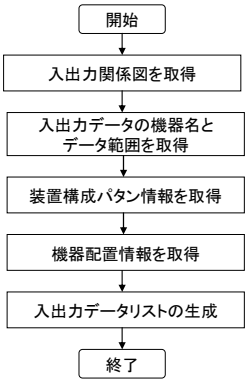

図 3　入出力データリスト生成フローチャート

ーチャートを図 3に示す。

ここからは、図 2で示す「放送回線制御」機能の例で入出力データリスト作成方法を説明する。放送回線制御機能は、運転台にある表示器の放送入りボタンか、運転台にあるマイクのスイッチが押された場合に放送機器の回線を入りにする機能である。図 2より、放送回線制御の入力データは表示器の「放送入り」データとマイクの「マイクスイッチ」データである。表 1と表 2より、6 両の場合は、表示器が装置 1 と装置 6 に、マイクが装置 1 と装置 6 に搭載されていることが分かる。従って 6 両の場合の入力データは装置 1,6 の「放送入り」と装置 1,6 の「マイクスイッチ」の 4 つとなる。出力データも同様に取得することができる。この作業を全システム構成パタン分繰り返すことで、全パタンの入出力データリストを作成することができる。

次に、この入出力データリストと予め準備された入力データの正常値・異常値を用いてテストケースを生成する。入出力データリストに対し、入力データの設定値の正常値と異常値の全組合せパタンを生成する。ただし、本方法では、出力データの期待値は、人手で入力を行う。本方法で生成された 6 両の場合のテストケースの一部を表 3に示す。表 3の case1 と case2 は、放送装置の回線が「入り」になるケース、case3 は放送装置の回線が「切り」になるケースである。

このように、1 つの入出力関係図で様々なシステム構成パタンに応じたテストケースを生成することができる。

2.2 装置類似度に着目したテストケース削減方法

2.1 節の方法で抽出されたテストケースは、膨大になることも多く、全ケースを実行するには多くの工数を要する。そこで、プログラム網羅率を下げないテストケースの削減方法を検討する(ただし、安全性に関わる機能等、全テストケースを実行する必要がある機能は対象外とする)。

列車監視制御システムでは、制御対象機器の構成が類似することが多く、そのような場合、類似する装置間では、同一のプログラムが実行されることが多い。そこで、装置間の類似度を

表 3 生成されたテストケース例

case	入力			出力		
	装置番号	データ名称	設定値	装置番号	データ名称	期待値
1	1	放送入り	ON	1～6	回線入り	人手入力
	6	放送入り	OFF			
	1	マイクスイッチ	OFF			
	6	マイクスイッチ	OFF			
2	1	放送入り	OFF	1～6	回線入り	人手入力
	6	放送入り	ON			
	1	マイクスイッチ	OFF			
	6	マイクスイッチ	OFF			
3	1	放送入り	OFF	1～6	回線入り	人手入力
	6	放送入り	OFF			
	1	マイクスイッチ	OFF			
	6	マイクスイッチ	OFF			

算出し、類似度が高かった場合は、同一内容の確認を行うテストケースのうち 1 つを代表テストケースとして抽出する。類似度は、機器配置情報を用いて、装置間でのそれぞれの機器の有無や個数が一致するかを調べて算出する。一致していた場合はポイントを加算し、ポイントがある一定の閾値を超えた場合に類似度が高いと判断する。表 2では(装置 1,6,7,10)、(装置 2,4,8)、(装置 3,5,9) の類似度が高い。例えば、表 3の case1 と case2 は、 装置 1 と装置 6 の「放送入り」データのみをそれぞれ ON とするテストケースであるが、装置 1 と装置 6 は類似しているため、どちらか一方のみを代表テストケースとして抽出することが可能である。ただし、本方式では、テスト対象となる装置に偏りが発生する恐れがあるため、各装置のテストケース被抽出回数を記憶し、回数の少ない装置を優先的に採用する工夫を行う。

3　テストケース削減効果

本章では、2.2 節で述べたテストケース削減方法の効果について述べる。2.1 節で示した放送回線制御の例での削減効果について見積もりを行った。全システム構成パタンのテストケースを生成すると 6,4 両でそれぞれ 16 通り、6+4 両で 256 通りの計 288 通り生成される。しかし、類似度の高い装置間のテストケースを代表テストケースとして抽出すると、6,4 両でそれぞれ 9 通り、6+4 両で 25 通りの計 43 通り生成される。このように本方法を用いることで 85%のテストケース削減効果が得られた。

4　おわりに

本稿では、列車監視制御システムを例に、分散制御システムのテストケース生成方法と装置間の類似度を用いたテストケース削減方法について述べた。今後は本方法の実用化に向けた取り組みを行っていく。

参考文献

[1] 辰巳尚吾他：“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)

Copyright ©2013 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.