

伝送路網アラームコリレーションのための 複雑度に基づく試験系列生成方式の提案

2K-5

吉原 貴仁 堀内 浩規 杉山 敬三 小花 貞夫

国際電信電話株式会社 研究所

1. はじめに

伝送路網を管理する網管理システムでは、網の障害時に、その障害箇所を正確に特定するアラームコリレーション^[1, 2]の機能が重要であり、その処理の正しさの検証は必須である。

あらゆる障害箇所を想定したすべての試験系列を用いれば、十分な検証となるが、検証時間が膨大となるため、障害箇所特定の複雑さに応じて、試験系列を限定した試験が必要となる。しかしながら、従来はツール^[3]等を用いて、障害箇所を試験者が指定することで試験系列を生成しているが、必ずしも複雑さに応じた試験系列を生成できるとは限らないという問題点がある。

本稿では、上記問題点を解決するため、アラームコリレーションに対する複雑度を新たに導入し、障害箇所指定の代わりに、指定された複雑度に基づいて試験系列を生成する方式を提案する。

2. アラームコリレーションとその試験系列生成の概要

2.1 アラームコリレーションの概要

ここでは伝送路が階層的に多重化される Synchronous Digital Hierarchy(SDH) や Plesiochronous Digital Hierarchy(PDH) 等の伝送路網におけるアラームコリレーションを対象とする。図1に伝送路網の例を示す。

伝送路網は方向を持つトレイル(Trail)からなる。トレイルは1つ以上(図1の Trail₆₅は5)の区間(コネクション(Connection))の連結である。また、トレイルは1つ以上(図1の Trail₁は63)のトレイルを多重化し、その多重化の数の最大数(最大多重化数)は上位階層のトレイルの階層と下位階層のトレイルの階層により決まる。トレイルは2つの終端点“Trail Termination Point(TTP)”を、また、コネクションは2つの終端点“Connection Termination Point(CTP)”をそれぞれ持つ。

図1の伝送装置1から伝送装置2へ向かう Trail₁が障害となる場合、灰色の終端点から網管理システムへアラームが発行される^[4]。アラームを受信した網管理システムは、アラームコリレーションの機能により、アラームを発生した終端点名、その終端点の階層、およびアラーム発生時刻等を基にこれら複数アラームの関連付け

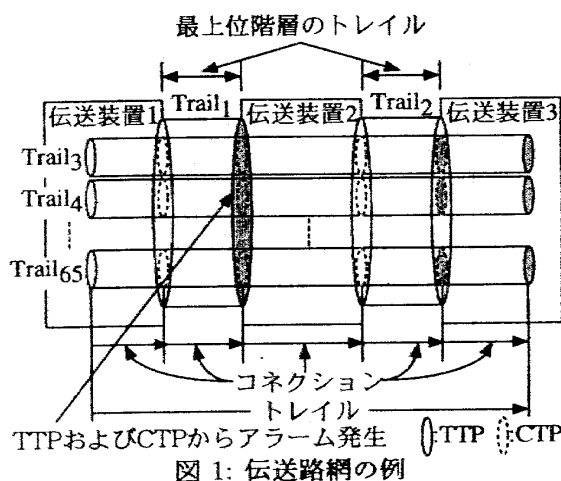


図1: 伝送路網の例

を行ない障害箇所を特定する。

2.2 アラームコリレーションの試験系列生成の概要

障害伝送路となるトレイルやその方向等の指定により、伝送路網構成からアラームを発生すべき終端点を抽出しアラーム群を作成する。次いで、これらアラーム群と障害伝送路の組を試験系列の要素として生成する。

3. 複雑度に基づく試験系列生成方式の提案

3.1 アラームコリレーションに対する複雑度の導入

アラームコリレーションに対する複雑度を新たに導入する。

複雑度1 試験系列で、発生するアラームの数

複雑度2 試験系列で、アラームを発生すべき終端点の最上位階層のレベル(階層のレベルは最下位から順に1, 2, ...である)

一般に、発生するアラームの数が多い程、多数のアラームから障害箇所を特定する必要があり複雑度が高く、また、アラームを発生すべき終端点の最上位階層が高い程、階層を用いた複数アラームの関連付けの処理が増大し複雑度が高いと考えられる。

上記の2種類の複雑度に基づいて試験系列を生成するアルゴリズムを以下に示す。

3.2 アルゴリズム

伝送路網構成、上記複雑度1, 複雑度2, および試験系列の要素の類似度(後述基本方針4参照)を指定し、以下の基本方針に従うアルゴリズムとする(図2)。

基本方針1

特定数のアラームを発生する試験が必ずしも存在するとは限らないため、発生するアラームの数に下限1お

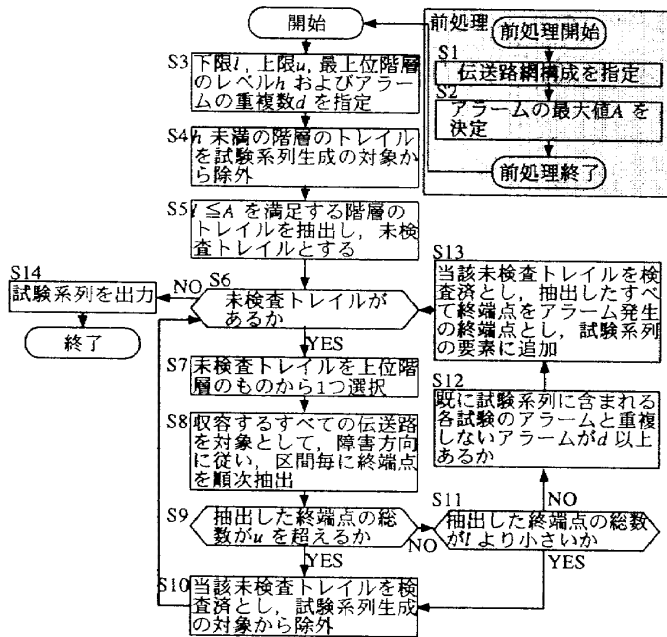


図 2: アルゴリズムのフローチャート

および上限 u の範囲を設け, 発生するアラームの数がこの範囲内の試験系列を生成する (複雑度 1 への対処).

基本方針 2

最大多重化数とトレイルの区間の最大数 (最大区間数) から, 各階層毎に, 発生するアラーム数の最大値を前処理により決定し, これと指定された下限 l や上限 u との比較により, アラームの数がこの範囲内にないトレイルを試験系列生成の対象から除外し, 試験系列生成の効率化を図る (複雑度 1 への対処).

基本方針 3

上位階層のレベル h に対して, h 未満の階層のトレイルを予め試験系列生成の対象から除外し, 試験系列生成の効率化を図る (複雑度 2 への対処).

基本方針 4

複雑度 1 および複雑度 2 を同時に満足する試験系列を新たに追加する際, 既に試験系列に含まれるアラームと重複があるか否かを検査し, 重複しないアラームの数 (類似度) が d 以上となるもののみを試験系列に追加する. これにより, 終端点に関して網羅的な試験系列の生成する.

3.3 適用例

図 3 および表 1 に示す一般的な国際伝送路網 [5] と終端点数が同規模の伝送路網に提案アルゴリズムを適用する場合を考える. $l=100,000$, $u=200,000$, $h=5$, ならびに $d=100$ とする場合, 複雑度を満足する 8 通りの試験系列を生成する. この場合, 2,064,908 個 (99%以上) の終端点から少なくとも 1 つのアラームを発生させることができ, 終端点に関して網羅的な試験系列であると言える.

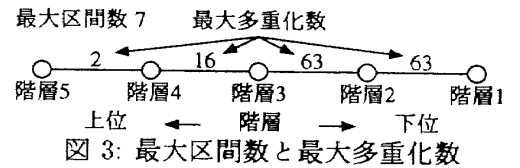


図 3: 最大区間数と最大多重化数

表 1: トレイル数とアラームの最大値

階層	トレイル数	アラーム数の最大値 A
階層 5 (最上位)	12	385,129
階層 4	8	192,562
階層 3	128	12,035
階層 2	8,064	191
階層 1 (最下位)	508,032	3

終端点の総数は 2,064,960.

3.4 評価と考察

終端点の総数を N , トレイルの総数を T , 最大区間数を C , および階層 $(k+1)$ とその直下の階層 k の最大多重化数を $s_{k+1,k}$ とする場合, 提案方式の理論的な計算量は, $O(T \times ((\sum_{i=1}^{h-1} \prod_{j=1}^i s_{h-j+1,h-j}) + (\sum_{i=1}^{h-1} \prod_{j=1}^i C \times s_{h-j+1,h-j}))) \approx O(N^2h)$ となるが, 実際には, 4.2 節の基本方針 2 および 3 の効率化により, その係数 (例えば, $2N^2h$ の場合の 2) は小さいと考えられる.

すべてのトレイルを対象にしらみつぶしに試験系列を生成し, その後, 複雑度に基づく試験系列を選択する単純なアルゴリズムと比較する場合, 試験系列の生成のみで提案アルゴリズムの計算量を上回り ($O(N^3h)$), これに加えて, 生成した試験系列から特定の試験系列を選択する処理がさらに必要となる. 以上から, 予め指定された複雑度に基づき試験系列を生成する提案方式は効果的と言える.

4. おわりに

本稿では, アラームコリレーションに対する複雑度を新たに導入し, 指定された複雑度に基づいて試験系列を生成する方式を提案した. また, その計算量, および単純なアルゴリズムとの比較を示した. 今後はアラームの発生時刻やその発生順序等も含めた複雑度の拡張およびシミュレーションによる評価を行なう予定である.

最後に日頃御指導頂く KDD 研究所村上仁己取締役所長ならびに鈴木健二副所長に感謝します.

参考文献

- [1] J. Jordaan and M. Patrook. Event correlation in heterogeneous networks using the OSI management framework. In *Proc. of ISINM '93*, pages 683-696, 1993.
- [2] G. Jacobson and M. Weissman. Alarm correlation. *IEEE Network*, pages 52-59, Nov. 1993.
- [3] R. Manione and F. Montanari. Validation and extension of fault management applications through environment simulation. In *Proc. of ISINM '95*, pages 238-249, 1995.
- [4] ITU-T. Recommendation G.774, Synchronous digital hierarchy (SDH) management information model for the network element view, Sep. 1992.
- [5] H. Tanaka, et al. Architecture of TMN-based integrated management system for SDH/PDH mixed large-scale transport network. In *Proc. of IEEE NOMS '98*.