

不具合情報を活用した FTA 支援システムの開発

清水勇喜† 大野耕作† 丹野洋平† 川下道宏†

日立製作所†

1. はじめに

FTA (Fault Tree Analysis) は、製品の不具合事象を取り上げ、その故障要因を順次洗い出して階層状に展開していくことで、不具合の発生源を系統的に探索する解析技法である[1]。この解析結果を故障ツリー、解析対象となる不具合事象を頂上事象と呼ぶ。

FTA は、設計時の検討項目洗い出しや不具合発生時の原因究明等に有効な手法であるが、以下のような課題がある。

- FTA を行うには多大な工数がかかるため、開発期間の短い製品では、設計時に実施することが難しい。
- 要因洗い出しが設計者のスキルに依存しており、人によっては時間がかかったり、漏れが生じたりすることがある。

そこで、本研究では、FTA の設計活用を支援するために、FTA の工数及び要因洗い出し漏れを低減可能な故障ツリーの自動生成技術を開発する。

2. 故障ツリー自動生成技術

2.1 開発コンセプト

図 1 に故障ツリーの例を示す。この例では、頂上事象の要因として「要因 A」「要因 B」が、さらに「要因 B」の要因として「要因 C」「要因 D」があることを示している。故障ツリーの下位階層の要因から上位階層にたどると、頂上事象に至る不具合の因果関係となる。この例では、「要因 C」によって「要因 B」が発生し、さらに、「要因 B」によって頂上事象が引き起こされる。「要因 A」「要因 D」についても同様である。つまり、故障ツリーは、複数の不具合の因果関係から構成されていると考えることができる。

そこで、本技術では、不具合情報や過去の FTA 結果から、予め抽出し蓄積しておいた複数の不具合の因果関係を組み合わせることで、故障ツリーを生成する。

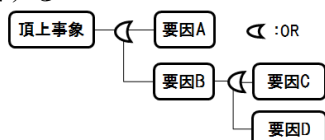


図 1 故障ツリーの例

2.2 故障ツリー自動生成

不具合の因果関係は、再利用性を高めるため、モデル化しておく。これを因果モデルと呼ぶ。以下、因果モデルと、これを使った故障ツリー自動生成処理について説明する。

(1) 因果モデル

因果モデルでは、各要因が部品と現象で構成され、因果の順に数珠繋ぎとなっている。因果モデルの例を図 2 に示す。この例では、絶縁部位に機械的ストレスがかかり、これによって、電極がショートし、電極が発熱し、最終的にプラグが熱変形してしまったことを表している。

因果関係を構成する各要因を AND 条件、OR 条件で繋ぐ点においては FTA の結果に近い形式ではあるが、本因果モデルの特徴としては、因果を構成する各要因を、部品と、その部品で発生した現象のセットで記載するところにある。これによって、部品を特定することで、同じ部品を持つ他の製品でも因果関係を使いまわせるようにする。

例えば、図 2 において、絶縁部位に機械的ストレスがかかり、電極が発熱するまでの因果関係は、プラグに限らず電極をもつ部品であれば、流用可能である。因果モデルの部品部分を対象に、電極及びその構成要素の部品で検索し、絞り込むことで、流用可能な因果関係を取り出すことが可能となる。

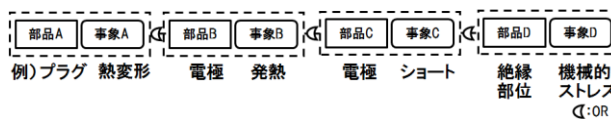


図 2 因果モデル

(2) 故障ツリー自動生成処理

蓄積された複数の因果モデルから流用可能な因果関係を取り出し、組み合わせることで故障ツリーを生成する。

図 3 のサンプルを使って、具体的な処理流れを説明する。まず、頂上事象(図 3 (a))の部品名「部品 A」、現象名「現象 A」を検索語として、部品名と現象名が合致する要因を含む因果モデルを検索する。この例では、検索の結果、図 3 (b) (c) の 2 つの因果モデルが得られる。この 2 つの因果モデルを、頂上事象「部品 A、現

象 A) の下位階層に繋げることで、故障ツリー (図 3 (d)) を生成する。さらに、その中間事象で因果モデルを検索し、元の故障ツリーに繋げる。これを全ての中間事象に対して繰り返す。中間事象とは、頂上事象に至るまでの全ての要因を指す。この結果、得られた故障ツリーが図 3 (e) である。

続いて、解析対象の製品の部品ツリー (図 3 (f)) とマッチングを行い、合致しないものをフィルタリングする。例えば、「部品 C」「部品 G」などは、部品ツリーと合致しないので、これら部品を含む要因をフィルタリングする。最終的に得られた故障ツリーが (図 3 (g)) である。因果モデルを組み合わせるだけで、解析対象の製品には関係のない因果関係が含まれるが、このフィルタリング処理によって、解析対象製品の構成部品に関する要因のみからなる故障ツリーを生成できる。

3. システム実装

故障ツリー自動生成処理を実装したプロトプログラムを開発した。頂上事象を部品と現象のセットで入力し、分析対象の製品の部品ツリーを指定すると、故障ツリーが生成される。

不具合情報や過去の FTA 結果から抽出した因果モデル約 40 件を用いて、PC における「コイル断線」を例題として故障ツリーを生成した。頂上事象の部品名として「コイル」、現象名として「断線」を入力し、PC の部品ツリーを指定した。因果モデルの中には、PC 以外の製品に関するものも含まれる。

生成された故障ツリー (一部抜粋) を図 4 に示す。「コイル断線」に関する要因として、「コイルのホットスポットの形成」「コイルの変形大」「コイルの折れ」等が表示された。さらに、「コイルのホットスポットの形成」の要因として、「コイルの傷」「コイルへの異物付着」が表示された。

この故障ツリーでは、部品ツリーによるフィルタリングの結果、不要な要因と判別されたものをグレー表示としている。解析対象の PC の構成部品には含まれない「ハロゲンランプ」特有の因果関係については、グレー表示となった。以上から、頂上事象に関する妥当な要因が表示され、かつ、関係ない要因がフィルタリングされており、有用な故障ツリーが生成できたと考える。

4. おわりに

本研究では、不具合情報や過去の FTA 結果か

ら、予め抽出し蓄積しておいた複数の不具合の因果関係を組み合わせることで、故障ツリーを自動生成する技術を開発した。不具合情報や過去の FTA 結果から抽出した因果モデル約 40 件を用いた検証の結果、有用な故障ツリーが生成できることを確認した。

参考文献

[1]小野寺 勝重:「実践 FTA 手法」, 日科技連, (2000)

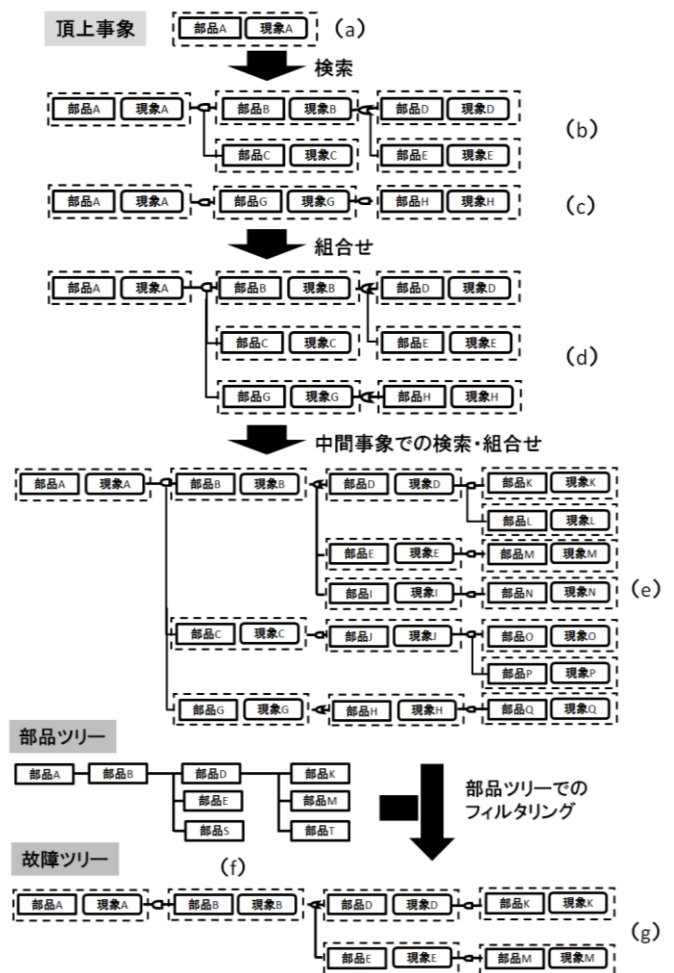


図 3 故障ツリー生成処理

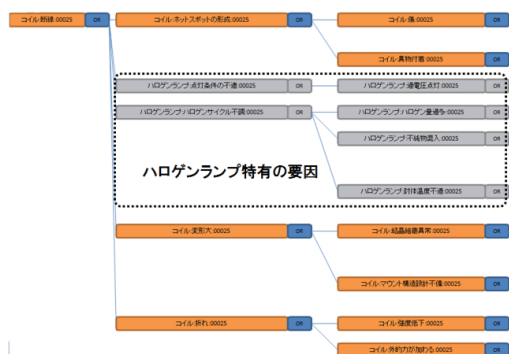


図 4 故障ツリー生成例 (一部抜粋)