

論文の内容の要旨

氏名：篠原 昭 夫

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：オープン系システムを対象とした障害の原因調査手法と対策立案に関する研究

インターネットの普及とともに急速に導入が進んだオープン系システムは、複数ベンダから提供された製品で構成されている。それまでのシステムは少数ベンダから提供された製品で構成されていることが一般的であった。システム構成が少数ベンダ製であることは、障害原因を統合的に調査することを容易にしていた反面、システムの多様化を困難にする要因となっていた。また製品が高価であると共に、新機能の追加に時間を要するなどの問題があった。これらの製品群は、1960年代から90年代までシステムの主流であり、システムのユーザは一定の規模より大きな組織であることが条件となっていた。

これに対し、小規模システムでの使用を前提としたオープン・アーキテクチャ製品群は機器同士をネットワークで接続する機能を早くから実装したことが特徴で、インターネットが広く普及するための原動力となった。インターネットの普及と同じ時期に小規模システム向けのハードウェア、ソフトウェアを開発するベンダ数は増加をはじめ、現在のマルチ・ベンダ市場が形成された。

しかしマルチ・ベンダ市場の製品で構築されたシステムは、障害発生時の原因特定が困難である。何故なら、システム障害の調査では全体を統制することが必要となるためである。さらに Dog Year という表現に代表されるように各製品の開発・販売期間は短く、事例報告の無い未知障害の発生件数が減少しにくい状況が生じることとなった。

オープン系システムでは、障害の原因部位特定の殆どは人手で行われる。何故なら、製品寿命の短さから既知の障害事例参照が困難で、未知障害の発生率が高いためである。しかしながら、オープン系システムに特化した人手による調査手法の研究は緩慢であるのが実状である。本研究では、障害調査の対象としてハードウェアとソフトウェアを区別しないが、既存の研究にこのような試みは見当たらない。

はじめに本論文ではオープン系システムの障害発生から対策完了までの過程を分析し、人手による障害原因調査手法として機能線を用いた手法を提案、効果の評価を行った。次に機能線を用いてオープン系システムで発生する障害を分類し、各障害型に最適な対策方法を関連付ける研究を行った。障害型に対策方法を関連付けることで、障害発生から対策完了までの流れを一本化することが可能となった。

本論文は7章から構成されている。以下は各章の概要である。

第1章 序論

第1章では、本研究の背景および目的について述べている。

第2章 オープン系システム運用の現状

第2章では、オープン系システムの運用実態を分析し、製品の提供形態、保守の実行形態が障害原因部位特定に影響を与える要因を明らかにした。また、複数ベンダから製品が提供されることの影響についても分析を行った。さらに、本研究で対象とするシステムの規模も定義した。

第3章 機能線による障害原因調査手法の提案

第3章では、オープン系システム障害対応の分析結果から、人手により障害原因部位特定に至るまでの共通事項を抽出した。そして抽出事項から人手による障害原因調査過程のモデル化を行い、機能線による手法を提案した。

機能線は、障害をシステム内のある二点間で目的データ転送中に問題が発生したものと捉え、目的データの流れに沿って配置されたコンポーネントを結んだグラフ図形である。これによって、調

査対象の障害を視覚的に記述することが可能となる。

次に、機能線を用いて障害原因部位を特定する際に調査対象を削減する補助機能線を提案した。補助機能線は、調査対象システム内で障害が未発生である部位の情報から、障害調査対象を削減する手法である。

第4章 コンポーネントでの障害発生有無判定法

第4章では、機能線を用いた障害原因調査が必要となる、コンポーネント内での障害発生有無の判定法として比較法を提案した。この比較法は、調査対象システム正常稼働時のログ情報を障害発生時に正常であったかの判定基準として用いる。これにより、各システムの運用特性を反映した障害原因調査を行うことが可能となる。

第5章 機能線を用いた障害原因調査の効果およびFTA との比較

第5章では、機能線を用いた障害原因調査の効果を検証した。効果検証には障害コールセンターの障害記録を用いた。これにより機能線の適用可能率、障害原因部位の特定可能率、比較法の適用可能率、補助機能線の作成可能率を検証し、機能線の有効性を示した。

次に、人手によりシステム障害の原因部位調査を行う手法として、機能線に最も近いと考えられるFTA(Fault Tree Analysis: 故障木解析)との比較を行った。

第6章 機能線を用いた障害分類と対策立案

第6章では、機能線は障害を視覚的に記述できる性質を利用して、オープン系システムにおける障害の分類を行った。本研究では、分類により3種類の障害型を見出した。これらの障害型に一意の対策方法を関連付けることで障害原因調査から対策立案までを一本化し、不適切な対策法の選択を抑制することが可能となった。

第7章 結論

第7章は本研究のまとめである。

オープン系システムで発生する未知障害は人手で調査されているが、その手法はいまだ確立されていない。そこで、これを解決するために機能線を用いた手法を提案した。さらに、機能線での調査を効率的に行うために分解レベルを、そして調査対象を削減するために補助機能線を提案した。機能線は人手による障害原因調査に従事する技術者に筆者らが聴き取りを行い、障害原因部位特定に至るまでの過程をモデル化したものである。

続けて、機能線上のどのコンポーネントで障害が発生したかを判定する手法として比較法を提案した。これはシステム正常稼働時に事前収集しておいたログ情報と障害発生時に同じ方法で採取したログ情報とを比較し、正常時にはみられないログ情報を障害の痕跡として注目するものである。

機能線はコンポーネントを用いて障害を視覚的に記述し、比較法は、機能線上のコンポーネントで障害が発生したかを判定する。両者を用いることにより、障害原因部位を特定することができる。

次に機能線を用いて、障害を分類することを試みた。分類された各障害型に対策方法を一意に関連付ける。これにより調査対象の障害に適合した対策手順を選択することが可能となる。各々の対策方法では、DOA(Death On Arrival: 障害対策で交換した部位で問題が発生すること)の発生を検知することが考慮されている。また、これが発生した場合にも判定方法が付随しているため、二次障害の原因調査が容易になる。

オープン系システムを構成する製品が市場へ投入される速度は依然衰える兆候はなく、加えてバージョンアップ、修正プログラムの提供間隔は短くなる傾向がある。これらの要因が未知障害発生件数を高めている。このことは人手による障害調査の必要性につながり、機能線に基づく本研究の手法は調査コンポーネントの抽出ならびに対策立案に有効に機能するもと考える。