

Title	サーバの依存関係を考慮したシステム構成管理の支援法(システム構築・運用技術, <特集>オープンソース時代の分散システム/インターネットの構築・運用技術)
Author(s)	森, 一; 敷田, 幹文
Citation	情報処理学会論文誌, 46(4): 940-948
Issue Date	2005-04-15
Type	Journal Article
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/4553
Rights	<p>社団法人 情報処理学会, 森 一, 敷田 幹文, 情報処理学会論文誌, 46(4), 2005, 940-948. ここに掲載した著作物の利用に関する注意: 本著作物の著作権は(社)情報処理学会に帰属します。本著作物は著作権者である情報処理学会の許可のもとに掲載するものです。ご利用に当たっては「著作権法」ならびに「情報処理学会倫理綱領」に従うことをお願いいたします。</p> <p>Notice for the use of this material: The copyright of this material is retained by the Information Processing Society of Japan (IPSJ). This material is published on this web site with the agreement of the author (s) and the IPSJ. Please be complied with Copyright Law of Japan and the Code of Ethics of the IPSJ if any users wish to reproduce, make derivative work, distribute or make available to the public any part or whole thereof. All Rights Reserved, Copyright (C) Information Processing Society of Japan.</p>
Description	

推薦論文

サーバの依存関係を考慮したシステム構成管理の支援法

森 一†, 敷田 幹文††

近年、学校内や企業内でのネットワークは大規模化、複雑化が進み、各業務に情報ネットワークの利用は不可欠となっている。このようにネットワークの需要が増すにつれ、サービスを提供するシステムは大規模かつ複雑化する傾向にある。それにともない管理には高度な知識や豊富な経験が必要となってきている。しかし、システム運用の環境によってはこれらの変化に管理者の理解度がともなわず、システム管理の大きな負担になっているという現状がある。本論文では、管理者のシステムに対する理解を支援する方法として、サーバの依存関係を考慮したシステム構成管理の支援法を提案する。本支援法は、対象の各計算機や周辺機器からシステムを構成する情報を収集し、解析することでシステム内に存在するサーバの依存関係の抽出し、管理者がシステム構成を把握するのに必要な情報を提供する。これによって、管理区分が異なっていたり、システムに熟知していない管理者に様なシステム全体への理解度を与えることを目的としている。

The Method of Supporting System Configuration Management for Using the Dependency of a Server

HAJIME MORI† and MIKIFUMI SHIKIDA††

In recent years, the network system are becoming large scale and complicated in the school or the company. The network must be in each business. The demand of a network is increasing. The system which offers service tends to become on a large scale or complicated. Therefore, advanced knowledge and abundant experiences are needed for management. However, depending on the environment of the system management, an administrator cannot understand change of the system. It is the big burden of the system management. In this paper, the method of supporting system configuration management for using the dependency of a server is proposed. This supporting method, the information which constitutes the system from each target computer and peripheral equipment is collected and analyzed. The dependency of the server which exists in the system is extracted. Information required for an administrator to understand the system configuration is offered using dependency information. This gives the same degree of comprehension as the administrators who do not understand the system.

1. はじめに

近年、コンピュータの普及およびネットワーク技術の進歩にともない学校内や企業内での各業務に情報ネットワークの利用は必要不可欠となっている^{1),2)}。これらネットワークシステムを用いた多岐にわたる様々なサービスを提供するために、複数のサーバが稼働して

いる。こうしたネットワークサービスの需要とその重要性の増加にともない、組織内ネットワークにおいてシステムの大型化、複雑化が進んでいる現状がある。

特に重要なサービスに関しては安定した稼働を実現するため、サービスが複数の計算機間や周辺機器間にまたがって存在したり、いくつものサーバどうしが連動して稼働したりする等、複雑な構成をもって運用³⁾されている。しかしながらこのようなシステム内での複雑な計算機間の関係を把握することは一般の管理者には困難となってきており、システム構成の管理にかかるコストや負担は増加する傾向にある。

† 北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科

School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

†† 北陸先端科学技術大学院大学情報科学センター

Center for Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

現在、日立製作所システム開発研究所

Presently with System Development Laboratory, Hitachi, Ltd.

本論文の内容は平成 15 年 11 月の第 31 回分散システム/インターネット運用技術研究会にて報告され、分散システム/インターネット運用技術研究会により情報処理学会論文誌への掲載が推薦された論文である。

従来、システム構成の把握はシステム全体のポリシー等をすでに理解している管理者により、計算機本体やその周辺機器ごとの管理ツールを用いて情報を収集し、これらを元にシステム全体の依存関係を把握することで運用管理を行ってきた。これはネットワークが小規模であり、管理者が少数の場合は有効な手段であった。しかしながら大規模化かつ複雑化したシステムが広く普及している現状では、すべての管理者が管理対象のシステム全体に対する幅広い専門技術と適切なスキルを持っていない場合も存在する。このような場合、システムを構成する末端の機器から上位のサービスまでの依存関係を考慮にいたしたシステム運用管理は管理者の限界を超えているといえる。

そこで本論文では、システムの運用管理において、すべての管理者が基本的に把握している必要があるシステム全体の構成管理に関する支援法を提案する。本支援法は対象システムの構成を把握するのに必要な情報を依存関係を考慮して半自動で収集を行い、それらに関連付けて管理者に出力する方法である。これによりレベルの異なる管理者へシステム全体に対する一様の理解度を与えることを目的としている。

以下、2章において従来の手法を考察した後、3章で提案する支援法について述べ、4章で特徴的なシステムにおける本支援法の動作例を示し、5章ではその結果を元に議論を行う。

2. 従来の手法

現在、一般的なシステムの構成把握に関しては各計算機および周辺機器単体ごとの情報を収集して表示するシステムツール⁴⁾が用いられるのが一般的である。ネットワーク機器に関してはSNMP等の管理プロトコルや、ベンダごとの独自の技術、またそれらを組み合わせさせて利用し構成を把握^{5),6)}している。しかしながらこれらの管理ツールはネットワーク、ディスクアレイやSAN等の近いレイヤ内の依存関係を支援しているが、各管理者の管理区分を越えた異なるレイヤにまたがる関係を考慮していない場合が多い。そのため、どのサービスが計算機や周辺機器間に依存関係を持っているのか、また逆にサービスがどの末端の機器に依存し稼動しているか等のレイヤをまたいだシステム内の広域な関係に関しては、上記の管理ツールだけで判断することは困難である。そこで従来では、これらの依存関係が複雑に組み合わせられた問題に関しては、システム構成を理解している管理者の判断に頼っている。これらの管理者は各システムツール、管理プロトコル、ベンダごとの独自の仕様等の専門的な知識とシステム

運用の豊富な経験により異なるレイヤ間の依存関係を統合的に判断しシステム全体の運用管理を行っている。

このような従来の管理者の経験と能力に依存したシステム構成把握の方式は、現在増加傾向にある複雑かつ大規模なシステムにおいては適しているとはいえなくなっている。その理由として以下の点があげられる。

まず大規模かつ複雑なシステムにおいて、一部の管理者の能力に頼ったシステム構成の把握は、管理対象が管理者の能力ではカバーできないほど広範囲となり過度な負担となっている。

またシステムが大規模になり、企業や学校等ではシステムの運用管理を業務やサービスごとに分割し、複数人の管理者により管理区分を分担し管理する方式がとられている。この場合、各管理者は自分の管理区分に関してはシステム構成を把握しているが、関連を持つ他の管理者の区分に関して把握するのが困難である。このことは具体的に自分の管理する計算機や周辺機器と、他の管理区分の機器との間での依存関係の判断が行えず、これによって生じるシステム全体の理解度の違いにより運用管理に支障がでている。

また各管理区分ごとの管理者を統括する部署では、管理者ごとにシステム全体の構成把握の理解に対してばらつきがあるため、障害報告等の管理情報を適切に共有する⁷⁾等の対応が必要となっている。

以上のように、組織内ネットワークの拡大にともないシステムが大規模化、複雑化していく現状においては、その全体構成に関する理解度は管理者のレベルによって大きく異なっている。その結果、システム構成への理解度の高い管理者へ運用管理に関する問題が集中する傾向がある。こうした複数の管理者の理解度の違いと一部の管理者への負担の増大は、全体の運用管理に影響を及ぼし、ひいては利用者へ提供するサービスの品質低下につながる重要な問題となっている。

3. システム構成管理の支援法

本章では、前章で述べた従来手法の問題点を解決するための方法である、サーバの依存関係を考慮した構成管理の支援法について説明する。最初に提案する支援法の概要とその構成を述べた後、本支援法で定義されている分類法を示す。最後に、本支援法において特徴的な各機構の詳細について述べる。

3.1 本支援法の概要

従来の問題で述べたとおり、システムの大規模化、複雑化にともない、多数のサーバが依存関係をもってシステムを構成していることが、管理者のシステム構

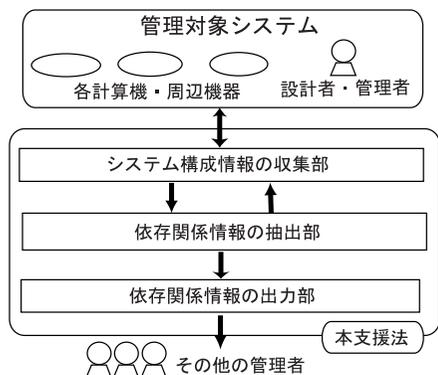


図1 本支援法の構成図

Fig. 1 Composition of the supporting method.

成把握を困難にする原因となっている。そこで、システム構成管理を支援する方法として、サーバの依存関係を考慮したシステム構成管理の支援法を提案する。本支援法の概要を図1に示す。これは、大規模かつ複雑なシステムにおいて、システムの構成情報を半自動で収集、依存関係を分類し、管理者に必要な情報を提示するという一連の仕組みを持った支援法である。本支援法の実行手順は、本支援法に基づくツールがシステムの設計や運用方法を熟知している上級の管理者によりシステムの構築時に設定、実行され、システム運用時に日々の運用業務を行う管理者へ必要な情報を提示する手順となっている。本支援法はその仕組みから大きく3つの部門に分かれており、管理対象の計算機および周辺機器からシステムを構成する情報を自動および一部手動で収集する収集部、収集した情報から依存関係に関する情報を取り出し分類する抽出部、最後に取り出された情報を管理者に提示する出力部から構成されている。以下に、各部の概要を示す。

- システム構成情報の収集部

依存関係情報の抽出部から構成情報の収集に関するリクエストを受け取る。リクエストに対応するシステム構成機器と通信し、必要な構成管理に関する情報を収集する。収集する情報は、システムを構成する機器の設定ファイル、ログを対象とする。さらに設計上の情報や、管理者のポリシー等に関する事項は、システム設計者やシステム構成を熟知している管理者により手動で入力する。

- 依存関係情報の抽出部

システム構成情報の収集部から、収集された情報を受け取り、システム内での依存関係を抽出する。依存関係の抽出は、あらかじめ本支援法またはシステム設計者により用意されたシステム構成情報に対応したモジュールによって行われる。例とし

ては、ディスクの設定ファイル `vfstab` を収集した場合、`vfstab` の形式に対応したモジュールが用意されている。各モジュールでは対応したシステム構成情報を解析し、事前に設定された分類に従いデータベースに格納する。またデータベースに格納された情報に、未収集のシステム構成情報への依存関係があった場合、システム構成情報の収集部へリクエストを送る。

- 依存関係情報の出力部

データベースに格納された情報から、管理者にシステム全体での依存関係を考慮した構成情報を出力する。システム内の各構成情報はそれぞれ依存関係によって関連付けてデータベースに格納されており、管理に必要な構成情報は依存関係をたどって取り出される。

本支援法は以上のような構成によって、大規模かつ複雑なシステムでの構成管理を支援し、管理者に必要な情報を提供する。なお、本支援法が対象とする領域は計算機、周辺機器のサービスによる関係のみとしている。そのためネットワーク越しのクライアントサーバ間の関係は取り扱わず、これらの中で通信可能であればサービスが提供可能であるとし、各ネットワーク機器間の関係に関しては対象の範囲外としている。また、収集部において収集するシステムの情報は静的な構成情報に限り、システムが稼動中に変化する動的な依存関係については取り扱っていない。

3.2 クラスの分類

本支援法では、システムを構成する計算機や周辺機器の情報を依存関係情報の抽出部において解析し、すべての情報をクラス分けする。なお、このクラス分けされた構成情報をオブジェクトと呼ぶ。この分類は、設計者であり責任者である上級の管理者によりシステム構築時に設定される。これは上級の管理者がシステム情報を、どのような分類に所属する内容か判断する作業に相当している。これにより本支援法の利用者は上級の管理者による構成情報の分類を再利用することが可能となる。

オブジェクトは複数の属性を持ち、基本的に共通の属性を持つものを1つのクラスとして分類する。さらにオブジェクトを一意に定義できる属性を主属性とする。主属性は複数でもかまわないものとする。クラスの分類は依存関係の抽出時において効率化を図るためだけでなく、今後、属性を増やすだけで様々な情報を取り扱えるといった拡張性を考慮して定義する。分類の例を表1に示す。なお、本論文では特に明記しない限り、ホスト名は各ノードに固有につけられた名称で

表 1 クラス分類の例
Table 1 Class (Example).

クラス	該当情報	主属性	属性
Host	ホスト情報	ホスト名	OSの種類 バージョン
Dir	記憶装置上のデータ	ホスト名 パス	
Disk	物理的記憶装置	ホスト名 ディスク名 (仮想ディスク)	FS サイズ
Serv	提供するサービス	ホスト名 サービス名 ポート	ソフト名 バージョン
Tape	磁気テープ	ホスト名 メディア	メディアの種類 サイズ

あり、インタフェースに依存する名称とは異なる意味を持つ。

3.3 依存関係の分類

本支援法では、システム構成情報の収集部により収集された構成情報を、前述のクラスの種類に従って分類し、オブジェクトを作成する。このオブジェクト間の関係に基づいて依存関係を分類する。依存関係の方向によってベクトルを持つため、そのベクトルの向きによって単方向と双方向の2種類の依存関係が存在する。ディスクやファイルシステムのマウント、アプリケーションが特定のサービスを使用する等が前者であり、ディスクのミラーリング等が後者に相当する。

なお、オブジェクト間で、すべての属性が一致したオブジェクトを同一オブジェクトとする。主属性のみが一致しており他の属性が一致しないオブジェクトを準同一オブジェクトとする。これらの間の依存関係を双方向の関係に分類する。

3.4 依存関係情報の抽出機構

この機構は依存関係情報の抽出部が持つ機構である。本支援法の稼働時にシステム設計者や各機器の担当管理者が管理対象を指定できる情報を入力し、これを初期条件とする。この機構は、初期条件と何らかの関係のあるすべてのシステム構成情報を依存関係をたどり収集しデータベースに格納することを目的としている。

概要を図2に示す。収集された情報に対応して用意されているシステム構成情報対応モジュールとクラス対応モジュール、収集された情報の格納と未収集の構成情報を調査するチェック格納機能、最後にそれらの情報を格納するデータベースから成り立っている。なお、クラス対応モジュールにはクラス分類の属性に対応したシステム構成情報が定義されている。またシステム構成情報対応モジュールにはシステム構成情報に対応した情報の収集に用いるリクエストが定義されてい

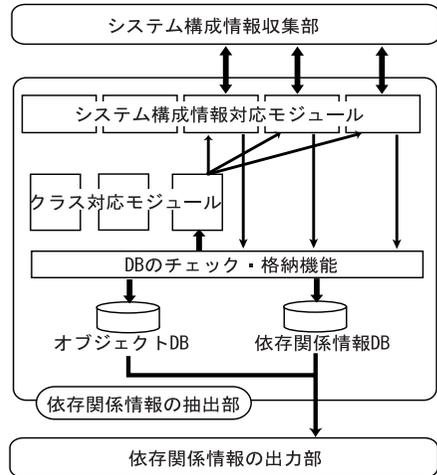


図 2 依存関係情報抽出機構の概要図
Fig. 2 The extraction mechanism.

る。これらは本支援法の提供者であるシステムの設計者または熟練した管理者によって定義される。この機構は、以下の動作を繰り返すことで依存関係情報を抽出し格納する。

- 収集部からシステム構成情報を受け取り、対応したモジュールにおいてオブジェクトと依存関係情報を生成しデータベースへ格納する。
- 格納されたオブジェクトから依存関係のあるシステム構成情報が存在している場合、関連情報の収集リクエストをシステム構成情報の収集部に送る。次項において、依存関係情報の抽出機構の各部での詳しい動作とその例を示す。

3.4.1 データベースのチェック格納機能での動作

この動作では、依存関係を抽出したシステム構成情報を整理しデータベースに格納する。また格納された情報から、関連するシステム構成情報の有無を確認する。以下に詳細なアルゴリズムを示す。

- (1) 初期条件に固有 ID と関連するシステム構成情報が未収集であることを示す未調査フラグを付けデータベースへ格納。初期条件の例としては管理対象システムの Host や Service 情報等があげられる。
- (2) データベースに格納されたオブジェクトの未調査フラグの有無をチェック。未調査フラグがある場合、クラス対応モジュールを呼び出し、未調査フラグを消去。ない場合、依存関係のあるオブジェクトをすべて収集完了、抽出機構の動作を終了。
- (3) システム構成情報対応モジュールから収集したオブジェクトおよび依存関係情報を受け取り、

以下の条件でデータベースに格納．

- オブジェクトには固有 ID と未調査フラグを付ける．
- 依存関係情報は各オブジェクトを固有の ID によって関連付ける．
- 同一オブジェクトがすでに格納されていた場合、オブジェクトの格納は行わず同一 ID に変更．
- 準同一オブジェクトがすでに格納していた場合、異なる ID を付け準同一の依存関係情報を追加．
- 同一または準同一のオブジェクトが存在しない場合、エラーの可能性のあることを示すダウトフラグを付ける．なおダウトフラグはモジュールを呼び出したオブジェクトと、その結果から生成されたオブジェクトのうち同クラスのオブジェクトに適用．
- 収集するシステム構成情報が存在せず、オブジェクトおよび依存関係情報が受け取れなかった場合、モジュールを呼び出したオブジェクトの情報に間違いの可能性のあることを示すエラーフラグを付ける．

3.4.2 クラス対応モジュール、システム構成情報対応モジュールでの動作

この動作では、システム構成情報の収集先に対応したモジュールを呼び出し、システム構成情報の収集部へリクエストを発行する．またその結果返答されたシステム構成情報に対応したモジュールによって解析する．以下に詳細なアルゴリズムを示す．

- (1) 上記のデータベースのチェック格納機能により呼び出されたクラス対応モジュールが、属性に対応した各システム構成情報対応モジュールを呼び出す．
- (2) システム構成情報対応モジュール内では事前に設定されたシステム構成情報の収集に関するリクエストを選択．
- (3) リクエストの収集状況を確認、未収集の場合はシステム構成情報の収集部にリクエストを送信．
- (4) 対応したシステム構成情報対応モジュールで結果を受信、構成情報の内容を解析．
- (5) 解析結果を元に、事前に設定されたクラス分類からオブジェクトを生成．同時にオブジェクト間の依存関係を分類、分類結果とその関係の詳細な内容からなる依存関係情報を生成．
- (6) 生成されたオブジェクトおよび依存関係情報をデータベースのチェック格納機能に返信．

以上の依存関係の抽出機構の動作例として、初期条件に Dir クラスのオブジェクトであるホスト A のマウントポイント /usr が登録されていた場合をあげる．初めに 3.4.1 項 (1), (2) により Dir クラス対応モジュールが呼び出される．次に 3.4.2 項によってマウントポイント /usr に関係する構成情報 vfstab に対応したモジュールが決定される．このモジュール内には、具体的なリクエストであるホスト A の場合の vfstab へのパスが記載されており、システム構成情報収集部へリクエストとして送信される．その返信結果を vfstab 対応モジュールで解析し、vfstab の内容から Disk および Dir のオブジェクトとその間のマウントを示す依存関係情報がデータベースに格納される．その際、初期条件の /usr は 3.4.1 項 (3) により新たに生成された /usr オブジェクトと同一 ID となるため、初期条件とマウントしている Disk オブジェクトとの依存関係情報がデータベースに格納されることとなる．

その後、再度データベースの未調査フラグのチェックが繰り返され、システム全体の依存関係を連鎖的にたどり関連するオブジェクトが収集される．

なお、システム構成情報の解析、オブジェクトの生成、依存関係の分類、リクエストの選択等はすべて対象のベンダやバージョンによって固有のルールが存在しそれぞれ異なっている．本支援法では多様なベンダ、バージョンごとに各種モジュールを用意することでこれを取り扱う．

3.5 依存関係情報の出力機構

この機構は、管理対象の末端の機器から上位のサービスまで依存関係に沿ったシステム構成の出力を目的としている．各オブジェクトをノード、オブジェクト間の依存関係情報をリンクとして表し、そのつながりでシステム構成を表現する．この際の指定したオブジェクトから依存関係の方向に沿って順次追いかけることにより、指定されたオブジェクトに依存関係を持つオブジェクトを連鎖的に出力することができる．なお、単方向の依存関係は順列、もしくは逆順のどちらか一方のみで依存関係の探索し、双方向はどちらの方向にでも依存関係を追いかける．

出力される結果は指定したクラスもしくは各オブジェクトから、オブジェクトの主属性やクラス単位等、限定された依存関係の出力が可能とする．たとえば、ある Web サービスが依存しているすべてのディスクドライブを出力することが可能である．同時にダウトフラグや、収集時のエラーフラグを表示することでシステム構成上の間違いが発生している可能性を指摘する．本支援法を利用する管理者は、出力機構へ問合せ

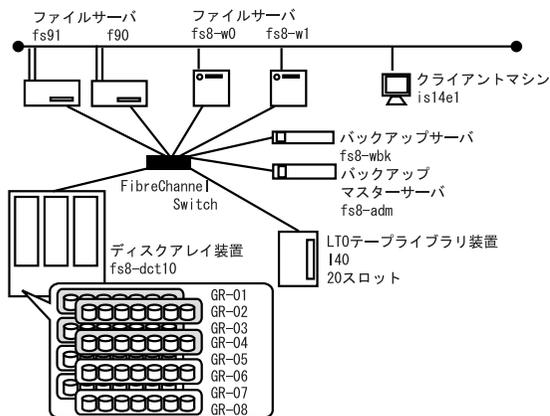


図 3 大規模かつ複雑なシステム構成

Fig. 3 The large-scale and complicated system configuration.

を行うことにより、対話的にシステム構成を理解していくことが可能となる。

4. 本支援法の動作例

本章では提案方式に従って実装した試験ツールを用いた動作例を示す。なお試験ツールは、依存関係の抽出機構の動作確認に必要な抽出部および出力部を実装している。収集部に関しては試験ツールでは実装せず、事前に対象システムの設定ファイル、ログを収集している。出力部は、抽出部によりシステムの依存関係情報を整理した結果を、CUI によるコマンドによって表示する。また、クラス分類には表 1 で定義した分類を用いている。

4.1 大規模かつ複雑なシステムでの動作例

著者らの大学で実際に運用されているファイルサーバでの試験ツールの動作例を示す。図 3 にシステム構成の概要を示す。

システムは教育関係用と事務局用のファイル共有サービスを提供する 2 系統で構成されている。共有されているディスクアレイ装置は、複数の RAID グループで構成されており、そのデータはバックアップサーバを用いて定期的にテープライブラリにバックアップされる構造となっている。システムには多量のシステム構成情報が存在しており、かつ設定ファイルが分散して散在しているためシステム内の依存関係は複雑化している。そのため従来の管理手法ではシステム全体の構成を把握することは困難であり、システム全体の運用管理に影響を与えていた。例として特定のクライアントマシンのディレクトリからディスクまでの関係を示す。このディレクトリはファイルサーバを NFS でマウントしており、そのディスクは SAN につながつ

```

ASM2@search>>>depend -v %DIR%is14e1%/home/i2008 %DISK%*%*
CLASS:DIR HOST:is14e1 PATH:/home/i2008
100:3 CLASS:DISK HOST:fs90 DISKName:/dev/dsk/c3t0d1s2
66:7 CLASS:DISK HOST:fs8-dct10 DISKName:RG-01
76:8 CLASS:DISK HOST:fs8-dct10 DISKName:/dev/dsk/c1t0d1s2
70:14 CLASS:DISK HOST:fs8-dct10 DISKName:/dev/dsk/c1t0d7s2

ASM2@search>>>depend -vod 76:8
Relation List
CLASS:DIR HOST:is14e1 PATH:/home/i2008
<- CLASS:DIR HOST:fs90 PATH:/home/fs5001(nfs)
<- CLASS:DISK HOST:fs90 DISKName:/dev/dsk/c3t0d1s2(mount_on)
<- CLASS:DISK HOST:fs8-dct10 DISKName:RG-01(SAN(FibreChannel))
<- CLASS:DISK HOST:fs8-dct10 DISKName:/dev/dsk/c1t0d1s2(RAID5)
    
```

図 4 出力結果 1

Fig. 4 Output result 1.

たディスクアレイ装置内に多数ある RAID グループの 1 つをマウントしている。さらに RAID グループ内は多数の固定ディスクで構成する複雑な階層構造となっている。また、従来ではこれら各レイヤごとに管理するツールは異なっている。そのため事前にシステム構成を理解している管理者が各ツールの結果から依存関係を判断することによって一連の構成を取り出ししていた。

このような依存関係が連続して存在する複雑な構成を用いて、試験ツールを実行した。なお、初期条件はシステムを構成する各機器の Host クラスのオブジェクトとした。図 4 に試験ツールでの出力部の結果を示す。図 4 の 1 行目はコマンド文である。コマンド文の引数は、オプション v が主属性のみを表示する出力形式の選択、次の引数が調査開始オブジェクトであるディレクトリの指定、最後の引数が調査対象の依存関係先であるシステム上に存在するすべての Disk オブジェクトの指定を意味している。上段の結果は、指定されたディレクトリに関連する RAID グループと、この RAID グループを構成するすべての固定ディスクの一覧である。下段のコマンド文の引数では、オプション o が詳細な依存関係の表示、d が依存関係を追いかける方向、次の引数が上段の一覧で出力された結果のうち詳細を表示する番号を指定している。下段の実行結果は、上段での調査対象までの関係のつながりをさらに詳細な依存関係に従って表示している。

従来では管理ツールの支援する範囲での限定されたレイヤでの依存関係しか見ることができなかった。しかしながら試験ツールでは全体の依存関係を連鎖的にたどり、条件に合致する情報を出力することでレイヤをまたいだシステム全体での依存関係を表示している。また分散して存在する大量の情報から条件に合った情報だけを限定して取り出し、従来では管理者が見落としていた情報や見つけにくい関係を示すことも可能としている。

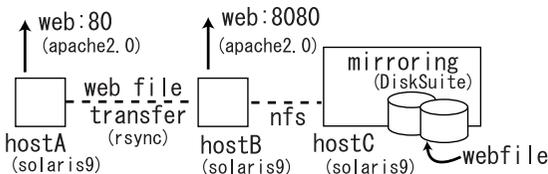


図 5 分担管理されたシステム構成

Fig. 5 The system configuration by assignment management.

```

ASM2@search>>>depend -ev %SERV%hostA%httpd%80 %DISK%hostC%*

CLASS:SERV HOST:hostA SERVname:httpd Port:80
27:7 CLASS:DISK HOST:hostC DISKname:/dev/md/dsk/d3
31:3 CLASS:DISK HOST:hostC DISKname:/dev/dsk/c0t1d0s3
37:5 CLASS:DISK HOST:hostC DISKname:/dev/dsk/c0t0d0s3

ASM2@search>>>depend -ev %DISK%hostC%/dev/md/dsk/d3 %SERV%*%*%*

CLASS:DISK HOST:hostC DISKname:/dev/md/dsk/d3
8:11 CLASS:SERV HOST:hostA SERVname:httpd Port:80
19:14 CLASS:SERV HOST:hostB SERVname:httpd Port:8080
5:28 CLASS:SERV HOST:hostA SERVname:httpd Port:80
19:30 CLASS:SERV HOST:hostB SERVname:httpd Port:8080

```

図 6 出力結果 2

Fig. 6 Output result 2.

4.2 分担管理されたシステムでの動作例

次に複数人で管理されるような、分担管理されたシステムでの動作例を示す。3 台のサーバを 3 人の管理者が別に管理するというポリシーを持った構成例として、図 5 のシステム構成を用いた。このシステム構成は、実際は大規模なシステム構成を簡略化したものであり、4.1 節であげた大規模かつ複雑な共有ファイルサーバが図 5 のホスト C に相当している。各ホストは、管理ポリシーの異なる管理区分に相当しており、運用管理上のレイヤが絡んだ構成となっている。このような場合、各管理者は異なる管理区分のシステム構成を理解するのが困難となっていた。

以上のような条件において試験ツールを用いホスト A の WEB サーバからコンテンツを格納したホスト C のファイルサーバのディスクを探索した。なお、初期条件としてシステムを構成する各サーバの Host クラスのオブジェクトを設定した。図 6 に試験ツールでの出力部の結果を示す。上段のコマンド文の引数では、オプション `ev` で出力時の表示形式、次の引数が調査の開始点であるホスト A の Web サービスを示すオブジェクトの属性情報、最後の引数が調査対象の依存関係先であるホスト C のすべてのディスクを指定している。出力結果は、他の管理区分 (ホスト B) 経由し、さらに別の管理区分のファイルサーバ (ホスト C) の仮想ディスクと、それを構成するディスクまで表示している。これにより、ホスト A の管理者は自分の管理する WEB サービスがシステム内のどのディス

クにまで関連して移動しているのかを把握することが可能となる。また逆の検索を行った下段の結果では、特定の物理ディスクを使用しているシステム内のサービスすべてを表示することにより、ホスト C のストレージシステム管理者は具体的に他の管理区分のどのサービスが管理対象のディスクを使用しているかを知ることができる。

5. 議 論

本章では、サーバの依存関係を考慮したシステム構成管理の支援法について議論を行う。

本支援法は、システム内の依存関係を収集し、末端の機器から上位のサービスまでの連続した依存関係を考慮して情報を関連付けることによって、システム全体の構成把握に必要な情報の提供を可能とした。

5.1 試験ツールの動作結果からの考察

2 章で指摘したとおり、管理対象のシステムが大規模かつ複雑化した環境では、大量の構成情報がシステム全体の広域にわたって依存関係を持ち分散して存在している。このような場合、従来では管理者は各レイヤごとの管理ツール等から得られる情報を結び付け、必要な情報を選択しなければならず、システム全体の構成把握を行うことは大きな負担となっていた。特にシステム構成を熟知していない管理者にとっては能力の限界を超えつつあった。しかしながら、本論文で提案した支援法は、4.1 節で示したようにシステム全体の依存関係をたどり、これを組み合わせて出力することによって、関連する範囲を限定し明示的に示すことが可能となった。これにより管理者は大量の構成情報から必要な情報のみを取得することができ、かつ従来では見落としがちであった広域に分散した複雑な依存関係を持つシステム構成を容易に知ることができた。

さらに、4.2 節で示した複数人の管理者による分担管理されたシステムにおいて、管理ポリシーの異なる区分を越えて依存関係を抽出することにより、他の管理区分においても関連のあるシステム構成を取得することができた。これにより各管理者は管理対象と関係している他の管理区分の構成情報を把握することができ、システム全体の依存関係を管理区分を越えて知ることが可能となった。

以上のように本支援法は、特に複数のサーバが乱立した複雑な関係を持つシステムや、複数人の管理者によって分担して管理される大規模なシステムにおいて、従来方式ではシステムに対応しきれない管理者の支援を可能とした。これにより管理者は、システム構成を把握する負担が軽減し、よりレベルの高い運用管理へ

とコストを振り分けることができる。その結果、システム全体での運用管理の効率を従来よりも大きく向上させることができる。

5.2 本支援法の運用方法

本支援法の運用において、いくつかの問題点がある。

本支援法では多様化するシステム構成に対応するため、各ベンダやバージョンごとにその構成情報を読み取るモジュールを用意している。そのため対応モジュールを事前に複数用意する必要があり、特異なシステムに対してはモジュールを独自に作成する必要がある。このような煩雑さをともなう各種モジュールは、従来での高いスキルを持つ管理者の豊富な知識に相当している。しかしながら、一般的なシステムでのモジュールはほぼ共通のものであり、特異なシステムにおいてはその特性を理解している管理者によりモジュールの作成が可能である。

さらに、出力部では依存関係のある構成情報がすべて表示される仕組みとなっている。このことは分担管理された環境において、管理者に閲覧権限のない構成情報まで見せる危険性を発生させる。そのため出力部において本支援法を利用する管理者の管理権限にあわせた出力方法が必要となる。また表示形式においても、システムを構成する多数の情報をサービスによる依存関係で関連付けるのみとなっている。これは構成情報が大量になった場合、システム全体を見やすく出力できるとはいいがたい。このことは大規模かつ複雑なシステムでの管理者の理解度を向上させる効率を低下させる原因となる可能性がある。本支援法では、管理者が必要な関係のみを限定して取り出すことで、大量の構成情報を管理者の要望に合わせて提示している。今後は、オブジェクトを依存関係情報のみでつなげるだけでなく、エラー内容や、クラス、ホストごとでグループ化し、視覚的に訴える仕組みを取り入れる必要がある。

また初期条件として、対象システムの既知の情報を格納している。初期条件が少ない場合や、ある特定のノードやクラスに関してのみに著しい隔りがある場合、システム構成情報の取りこぼしが発生する可能性がある。しかしながら、本支援法はシステムを熟知した管理者やシステム設計者によって入力され、その結果を他の管理者に提供するという仕組みをとっている。そのため、初期条件の入力者が収集結果を見ることにより初期条件の入力不足に気がつく可能性が高く、システム構成の取りこぼしや隔りなどが問題になる可能性は低い。

5.3 本支援法の応用

本支援法の拡張性としては、システムの保守や改良にも、収集する情報の幅を広げることができる。本支援法では静的なシステム構成把握を支援しているのみだが、サーバのクラスタ等の動的に変化する状態情報を組み合わせることで、システム構成の変化にも対応することも可能となる。また、ログから抽出される情報⁸⁾や障害情報等を、依存関係情報と連動させることにより、障害監視の支援をすることができる。これにより、どのサービスが安全に稼動しているのか、また致命的なダメージを受けているのか、さらにはサービスは稼動しているが障害の影響を受けている状態である等、障害がサービスに与える影響をシステム内の構成管理情報を使用して明示的に示すことも可能となる。さらに従来のシステム管理ツール等で提供されているCPUの稼働率、ディスクの使用率等の利用頻度を示す情報にシステム構成の管理情報、障害履歴を加えることにより、システム構成上の重要度を分析し、今後のシステムの拡張や変更等、改良の指針とするといった利用法も考えられる。

6. ま と め

本論文ではサービスによって依存関係を持った計算機本体や周辺機器の関係を考慮したシステムの構成管理の支援法の提案と試験ツールを用いた動作検証を行った。末端の各機器からサービスまで連続する依存関係は、システム全体へ広域に存在するため、従来の方式で管理者が認識することは困難であったが、本論文の方式により容易に知ることが可能となった。これは、大規模かつ複雑なシステムが今後も増加し一般化する社会において、既存の管理手法ではシステムに対応できない管理者を支援し、その効率を大きく向上させることができる。このような構成管理への支援は、今後のシステムの運用管理のベースとしてますます重要であり、大きな意味を持つといえる。今後は、動的なシステム情報や障害監視情報等を取り入れることで、システムの改良から保守作業等の発展的な支援への応用が考えられる。

謝辞 本研究を行うにあたり、終始温かいご指導、ご鞭撻を賜りました敷田幹文助教授に、心より感謝いたします。また、ご協力いただきました敷田研究室のみなさまに、深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 佐藤 敬, 上原 聡, 福永泰之: 北九州学術研究都市におけるネットワークの構築と運用, 情報

- 処理学会 DSM, Vol.26, No.4, pp.19-25 (2002).
- 2) 江藤博文, 田中芳雄, 松原義継, 只木進一: 大学統合時の情報システム整備—佐賀大学と佐賀医科大学の場合, 情報処理学会 DSM, Vol.31, No.1, pp.57-62 (2003).
 - 3) 敷田幹文, 井口 寧, 三輪信介, 丹 康雄, 松澤照男: 大規模高可用性サーバの設計と運用, 情報処理学会分散システム/インターネット運用技術シンポジウム, pp.57-62 (2001).
 - 4) 日立製作所: JP1 Version6 JP1/Base マニュアル (2001).
 - 5) 木原民雄, 山室雅司, 磯部成二: 管理オブジェクト情報集約機構の構成法, 電子情報通信学会研究報告, Vol.93, No.12, pp.79-86 (1993).
 - 6) 長田智和, 谷口祐治, 玉城史郎: 大規模分散ネットワーク運用管理システムの提案, 情報処理学会 DSM, Vol.20, No.6, pp.31-36 (2000).
 - 7) 泉 裕, 上原哲太郎, 國枝義敏: 柔軟な管理情報の共有によるトラブルチケットシステムの構築, 情報処理学会 DSM, Vol.20, No.10, pp.55-60 (2000).
 - 8) 高田哲司, 小池英樹: 見えログ: 情報視覚化とテキストマイニングを用いたログ情報ブラウザ, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.12, pp.3265-3275 (2000).

(平成 16 年 7 月 13 日受付)
 (平成 17 年 2 月 1 日採録)

推 薦 文

構成管理の自動化ツールは以前から存在するが, 機器のリストアップとネットワークの接続状況の自動抽出などにとどまっていた. 各機器の提供するサービスや資源の依存関係も含めた構成管理情報を自動抽出する試みは新規性があり, 本提案手法は, ネットワーク管理において有用であり, 需要もかなりあると思われる.

以上のことから, 推薦論文に値する.

(DSM 研究会主査 松浦 敏雄)



森 一

1976 年生. 2004 年北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科情報システム学専攻博士前期課程修了. 同年 (株) 日立製作所システム開発研究所. 大規模分散システム, ストレージ運用管理に関する研究に従事.



敷田 幹文 (正会員)

1965 年生. 1995 年東京工業大学理工学研究科情報工学専攻博士後期課程修了. 博士 (工学). 同年北陸先端科学技術大学院大学情報科学センター助手. 2001 年同助教授. 大規模分散システム, グループウェアに関する研究に従事. ACM, 日本ソフトウェア科学会各会員.