小規模組織に適した標準ネットワークとその管理支援系の構築

上田 仁† 木本 雅彦† 大野 浩之†
† 東京工業大学大学院 情報理工学研究科

概要

近年、大規模な組織から小規模な組織にいたるまでさまざまな組織でコンピュータネットワークが構築されている。小規模な組織では管理経験の少ない構成員もネットワーク管理に参加しなければならなため、大規模な組織で用いられてきたネットワーク管理手法は必ずしも有効ではない。本稿では、小規模組織に適したネットワーク管理を考察し、一例として筆者らの研究室で運営している研究室内ネットワークを報告する。つぎに障害管理に着目し、相互交換可能な端末を利用した障害管理方法を提案する。筆者らは、相互交換可能な端末を利用した障害管理方法を実現するため、Reborn System を設計・実装した。Reborn System を実装した計算機は、ネットワークを構成する他の重要な計算機の機能を代行できる。最後に、Reborn System の運用事例を述べ考察する。

Discussions of a network management in SOHO and an implementation of management system for solving network troubles

Hitoshi UEDA† Masahiko KIMOTO† Hiroyuki OHNO†

† Department of Graduateschool of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology.

abstract

Computer networks are widely spreaded as small organizations construct and operate a network. Small organizations don't have enough administrators so that inexperienced administrators join to network management works. Network management methods used in a large scale network are not efficient in a small scale network. In this paper, we discuss features of small scale networks and report our network as an example for a small network. We proposed a fault management method using exchangeable terminals with each other. Reborn System is an implementation of the such method. At last, we implement and evaluate Reborn System.

1 はじめに

従来、企業や学術組織等の大規模組織がネットワークを構築・運営してきた。近年、オフィスや家庭等の小規模組織がネットワークを構築・運営する例が増えている。大規模組織は十分なネットワーク管理技術や資金を保持しているが、小規模組織はネットワーク管理に必要な技術や資金を保持していない場合が多い。そのため、小規模組織がネットワークを管理する際、大規模組織で用いられてきた既存の管理方法は必ずしも有効ではない。本稿ではまず小規模組織のネットワーク管理を考察する。その後、小規模組織のネットワークの一例として、筆者らが運営している研究室内ネットワークを取り上げその管理方法を述べる。次に障害管理に着目し、小規模組織に適した「相互交換可能な端末を利用した障害管理方法」を提案する。それを実現するため、Reborn System を筆者らは設計・実装した。最後に運用結果とその考察を述べる。

2 小規模組織のネットワーク

本稿では、オフィスや家庭、小中高等学校などに代表される小規模な組織が運営するネットワークを、小規模組織のネットワークと定義する。このような組織は、ネットワーク管理技術や資金を十分に保持していないことが多い。

技術や経験に応じて管理者を次の 2 つに分類する。

熟練した管理者
: 十分な管理経験を積んでおりネットワーク管理を単独で行える管理者

経験の少ない管理者
: 十分な管理経験を積んでおらずネットワーク管

理を単独では行えないが、熟練した管理者の助言を受けるならネットワーク管理を行える管理者

2.1 小規模組織に適したネットワーク

小規模組織に適したネットワークの条件として、以下の 3 項目をあげる。

- 管理方法が管理者の過去の経験に依存しない
- 管理作業が管理者に負担とならない
- 金銭的コストが少ない

管理方法が管理者の過去の経験に依存しない

小規模組織では構成員の入れ替わりが比較的頻繁に行われる。そのため、熟練した管理者が常にいるとは限らない。専門の管理者がネットワーク管理を行う場合に比べ管理者が管理に費せる時間が限られているため、経験の少ない管理者も含めた多人数による協調管理となることが多い。よって、管理者の過去の管理経験に依存せずネットワーク管理が行えなければならない。

管理作業が管理者に負担とならない

小規模組織がネットワークを運用する場合、構成員の有志が本来の業務の副業でネットワーク管理を行うことが多い [?][?]。管理者は管理に多くの時間を費せないため、管理者に負担となる管理作業は行えない。また、障害が発生したときなど本来の業務を中断して復旧作業を行うため、可能な限り迅速に復旧できるネットワークでなければならない。

金銭的コストが少ない

小規模組織では、ネットワークの運営に十分な費用をかけられるとは限らない。ネットワークの構成機器は安価であることが望まれる。また、ネットワーク管理に必要な金銭的コストも低い必要がある。

2.2 既存のネットワーク管理の問題点

小規模組織における既存のネットワーク管理方法について考察する。これらの方法は複数併せて用いられる場合もある。

管理を専門の組織に委託する方法

ネットワーク管理を専門の組織に委託する。小規模組織がネットワーク管理を行う技術を保持していない場合や、ネットワーク管理の負担を減らす場合に用いられる。管理の質と金銭的コストがトレードオフの関係になっていることが多い。たとえば、障害への対応時間と保守費用がトレードオフの関係になっている場合である。24 時間体制のネットワーク管理を行うにはそれに応じた金銭的コストがかる。多くの小規模組織では、金銭的コストの問題から 24 時間体制の保守を行えない。

複数の小規模組織のネットワークを共同で管理する方法

複数の小規模組織のネットワークを共同で管理することで、熟練した管理者を多く集められる利点や、管理作業をより多く行うためその管理者の熟練度が上がる利点がある。しかし、管理作業が複数の管理者による分担作業となるため、管理者同士の意志疎通が不十分だと有効に機能しない。また、小規模組織間の合意の元で管理を行うため、ネットワークの独立性を保ちにくい。

ネットワーク管理支援ツールによってネットワーク管理の手間を削減する方法

SNMP などを利用したネットワーク管理支援ツールによって管理の手間を削減する方法がある。しかし、SNMP の知識やネットワーク管理の知識が管理者になければ、これらの支援ツールは有効に活用できない。また、管理支援ツールごとに操作方法が違うので、全てツールの管理方法を習得するのは管理者にとって負担である。経験の少ない管理者もネットワーク管理に参加する場合、ネットワーク管理支援ツールによってネットワーク管理の手間を削減する方法は必ずしも有効ではない。

3 小規模組織におけるネットワークの運用例

筆者らの研究室では 1996 年度から研究室内ネットワークの再構築をすすめている。小規模組織におけるネットワークの一例としてこのネットワークを取り上げ、いくつかの管理支援システムを報告する。

3.1 研究室内ネットワーク

研究室内ネットワークを日常的に利用している構成員は 15 名であり、ログインアカウントを保持する人も含めれば 30 名前後である。構成員のうち、8 人が管理者権限を取得している。ネットワークを構成する計算機の台数は 100 台未満である。ネットワーク構

成を図 1 に示す。このネットワークを構築するにあ

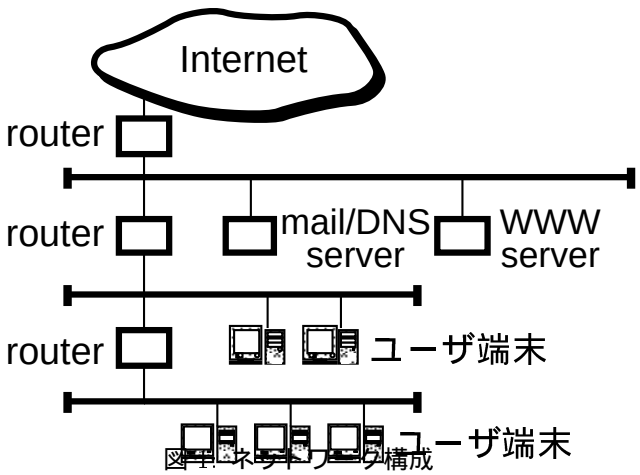

図 1: ネットワーク構成

たり、ネットワーク構成や金銭的コスト、他のネットワークへの依存度などに関してさまざまな議論があった [?][?][?]。ここでは管理者の負担という視点から、サービス、セキュリティ、ドメイン名、端末の問題について述べる。

サービス

筆者らの研究室内ネットワークでは WWW(World Wide Web) や Mail などの各種サービスを独自に運用している。ネットワークを再構築する以前は、筆者らの研究室が所属する情報理工学研究科のネットワークにこれらのサービスを依存していた。筆者らは研究の一環としてネットワーク上のサービスを研究しており、これらのサービスを独自に運用する必要があった。そのため研究室内ネットワークの再構築時に、WWW や Mail のサービスの独自運用を開始した。今後 News のサービスも開始する予定である。

セキュリティ

端末数の多少や規模の大小にかかわらず、ネットワークのセキュリティは厳重に確保しなければならない。小規模組織が集まって共同でネットワーク管理を行う場合、各々の組織の要求を満たすため、ある組織にとっては必要以上にセキュリティが厳しいことや、逆に不十分なことがある。そのため、管理の負担は増えるが、小規模組織が独自にセキュリティを確保することは重要である。筆者らが運営しているネットワークでは、インターネットへ接続するルータでパケットフィルタリングを行うなど、セキュリティの確保に努めている。

ドメイン名

筆者らの組織では、独自にドメイン名 (ohnolab.org) を取得している。ドメイン名維持のため DNS を運用しなければならず管理の手間は増えるがメールアドレスなどネットワーク上の各種名前空間を自由に設定できる利点がある。

メールアドレスを例にとると、大規模な組織ではメールアドレス同士の衝突がおこりやすく、メールアドレスは単なる記号の羅列や長い文字列であることが多い。しかし、構成員が少ない小規模組織が独自にドメイン名を取得している場合、その構成員の少なさから例えば名字だけをメールアドレスに使っても名前は衝突しにくい。

端末

異なったアーキテクチャの計算機を管理するのは管理者にとって負担が大きい。筆者らが運営するネットワークでは、サーバや利用者端末など主要な計算機は、BSD/OS を元に開発された PICKLES 端末 [?] を用いている。PICKELS 端末を使う人は、どの PICKLES 端末でも常に同じ環境で利用できる。そのため、管理者は端末ごとに異なった管理方法を憶える必要がない。

3.2 ネットワーク管理支援システム

本研究室で開発されているいくつかの管理支援システムを紹介する。これらは必ずしも全てが小規模組織での適用を目指して開発されたものではないが、小規模組織における管理者間の意志疎通や構成管理に役立つ。

- 楽々調査システム [?]
  インターネット上で電子アンケートを実施するシステムであるが、小規模組織の情報共有手段としても利用できる。小規模組織内で問題が発生したとき、管理者はこのシステムを利用して他の管理者に対処方法を迅速に問い合わせられる。経験の少ない管理者が管理を行う場合、熟練した管理者の意見を素早く聞けることは管理作業を行う上で非常に有効である。

- 物品管理システム [?]
  ネットワーク管理のひとつである構成管理に有効なシステムである。組織が所有する各物品に各々異なる番号を振り管理することで、物品の紛失や調査に役立っている。

- NIIS[?]

パケットフィルタリングなどアプリケーションの設定を、電話や WWW 等のさまざまな手段から安全かつ容易に行うシステムである。熟練した管理者や経験の少ない管理者でも遠隔地から安全かつ容易にネットワークの設定を変更できる。

4 障害管理

本稿では、ネットワーク管理のなかでもとくに障害管理に着目した。障害管理は、障害発生時におけるネットワーク上のサービスの継続を目標に、障害箇所の特定と障害からの回復を行う [?][?]。まず障害管理における問題点を述べ、これを解決する障害管理方法を提案する。

4.1 障害管理の問題点

ルータや WWW サーバ、Mail サーバなどネットワークを支える重要な計算機は、定常的に運営される必要がある。そのためハードディスクなどの計算機資源の故障による障害は可能な限り避けなければならない。ハードディスクの障害に対応する手段として RAID があるが、複数のハードディスクが同時に破損すると対応できないなど必ずしも有効ではない。また、構成機器やサービスごとに障害管理方法が異なると、管理者に負担がかかる。経験の少ない管理者でも管理できるために、機器やサービスごとにではなくネットワーク全体で統一した管理方法が必要とされる。

障害管理の中でも特に重要なのが、障害箇所の特定である。障害箇所の特定には熟練した技術と経験が必要とされる。回線障害などは一箇所の障害が複数箇所の障害のようにみえるため、熟練した管理者でなければ障害の特定は難しい。

4.2 相互交換可能な端末を利用した障害管理

小規模組織に適した障害管理方法として、相互交換可能な端末を利用した障害管理方法を筆者らは提案する。相互交換可能な端末とは、ハードディスクなど計算機の一部または全てを相互に交換することで、交換相手の計算機の機能を代行できる端末を指す。

例えば 同じアーキテクチャの 2 台の UNIX 計算機があるとき、規格や設定など一定の条件を満たせば相互にハードディスクを交換して起動・運用できる。交換先で元の計算機の機能を模倣できれば、この UNIX 計算機は、相互交換可能な端末であるといえる。

相互交換可能な端末を利用した障害管理方法では、障害が発生したとき、障害が発生したと推測される計算機 A を、正常に動作している別の計算機 B と置き換える。計算機 A が正常に動作していたときの機能を計算機 B が行うあいだ、管理者は計算機 A を調べ故障の原因を調査する。計算機 A が障害から回復したとき、計算機 A と計算機 B をそれぞれ本来の機能へ戻す。計算機 A の障害が致命的であり回復できないとき、新たな計算機 C を用意し計算機 B の機能を担当させることもできる。

この方法の利点は、経験と技術を必要とする障害の特定・回復作業が最小限で済むことである。そのため管理者の負担は減る。経験の少ない管理者でも、障害が発生した計算機の機能を維持できる。

5 Reborn System

筆者らは障害管理のため、相互交換可能な端末による管理方法を実現する Reborn System を設計し実装した。Reborn System は、だれでも・短時間に・最小のコストで障害から回復できるシステムを目指した。

5.1 設計

管理者があるコマンドを実行すると、Reborn System を備えた計算機は障害を起こした計算機の機能を代行する (図 2)。このコマンドを reborn command と名づける。他の計算機の機能を代行するためには、代行する機能をあらかじめ全て保持していなければならない。他の計算機の機能を代行するとき、Reborn System を備えた計算機が代行する機能を、管理者が選択する。

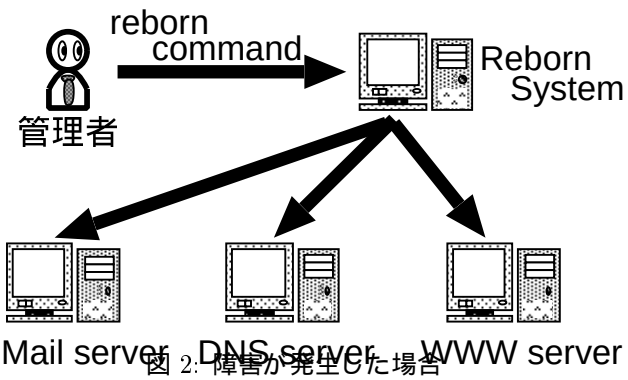

図 2: 障害が発生した場合

障害回復にかかる時間は、管理者が reborn command を実行する時間と計算機が再起動する時間だけである。そのため、障害時には障害を起こした計算機の代用が迅速にできる。

複数の計算機で障害が発生した場合、優先度や重要

度に従って管理者が複数の計算機で reborn command を実行する。たとえば、筆者らの研究室ネットワークで外部と接続するルータと Mail サーバが故障した場合、バックアップサーバと WWW サーバがそれぞれ故障した計算機の機能を代行する (図 ??)。この場合、WWW サービスとバックアップ作業は一時停止するが、インターネットへの接続性とメールの送受信のサービスは確保できる。

Reborn System は障害の回復を目的とするシステムである。障害が発生している計算機を特定したら、管理者は Reborn System を備えた別の計算機で故障した計算機の機能を代行する。障害箇所の特定は障害が発生していると思われる計算機を特定するだけでよく、経験の少ない経験者でも行える。

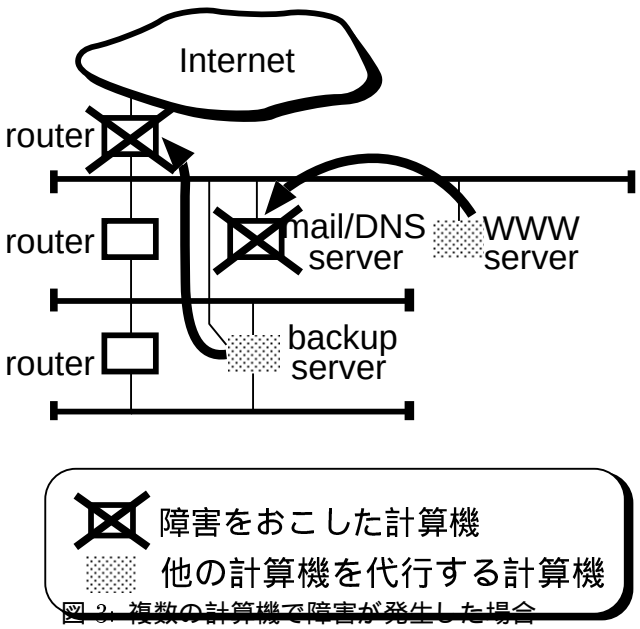

図 3: 複数の計算機で障害が発生した場合

バックアップ作業を行う計算機は、定期的に各計算機から設定情報を取得している。この期間を h とする。バックアップ作業用の計算機で Reborn System を実行すると、これらの設定情報を利用して、設定情報を取得した時点の状態に復旧できる。期間 h が短い程、最新の状態に復旧する。この期間 h は管理者が計算機資源やネットワークの状態に応じて任意に設定できる。

5.2 実装

Reborn System を研究室内ネットワーク上の計算機に実装した。PICKLES 端末を元に幾つかの変更を行った計算機を相互交換可能な端末として用いた。今回実装した相互交換可能な端末は、IDE ハードディスクインターフェイスをそなえており、IDE ハードディスク一台で起動する。

Reborn System を備えた計算機は 6 つの機能を代行できる。列挙すると、WWW、DNS、firewall、router、Mail、bench の各機能である。これらの機能は同時に複数選べる。

- WWW
  WWW サーバとキャッシュサーバを起動する。
- DNS
  DNS サーバを起動する。
- firewall
  スクリーニングを行う。
- router
  経路制御を行う。セキュリティ上の理由から、DNS を利用しない。
- Mail
  Mail の送受信を行う。
- bench
  バックアップ作業を行う。筆者らはバックアップ間隔 h を 24 時間に設定した。

6 運用と考察

1998 年 7 月から Reborn System を研究室内ネットワークで運用している。Reborn System を運用中 WWW サーバに障害が発生したときの障害回復事例を報告し、考察を述べる。

1998 年 8 月 10 日、WWW で外部に公開する情報にアクセスできない障害が発生した。その場に居あわせた管理者は、WWW サーバに接続されているディスプレイを見てハードディスクの故障が原因だと判断した。そのため、バックアップ作業用の計算機のハードディスクを故障したハードディスクと入れ換え、reborn command を実行した (図 ??)。reborn command を実行した計算機は WWW の機能を代行した。必要とした時間は約 1 時半間程度であった。このように Reborn System を用いると、経験の少ない管理者でも十分にネットワーク管理ができる。以下、その他に判明した点をまとめる。

作業時間

今回、WWW サーバの障害回復までに、1 時間半程度の時間を必要とした。この時間のうち 1 時間 15 分程度は管理者が 障害を起こしたハードディスクを調査したり、Reborn System のプログラムを読んだ時間だった。バックアップ作業用の計算機からハードディ

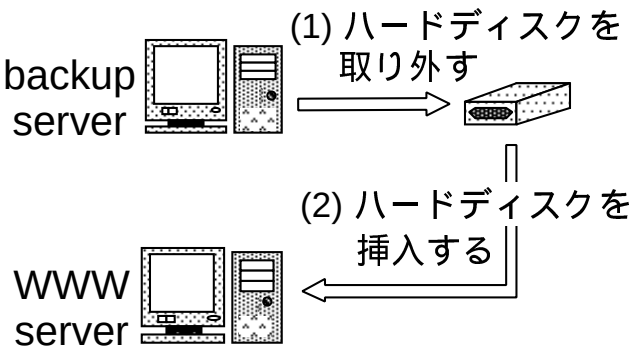

図 4: 運用例

スクを取り出し、reborn command を実行し終えるまでは、10 分程度であった。実際の作業時間は極めて短時間であったといえる。

ドキュメント

Reborn System に関するドキュメントを用意していたが、今回の障害時に管理者はドキュメントを読まなかった。経験の少ない経験者ほど障害時に狼狽する傾向にあり、ドキュメントに従った動作は期待できない。障害回復システムは、管理者に十分わかりやすい方法でなければならない。

管理者の水準

今回実装では、管理者は UNIX の起動方法や停止方法などの知識を習得している必要がある。筆者らの組織では、管理者は UNIX の扱いに習熟しており Reborn System の運用上問題はない。しかし、ネットワークが一般家庭などに普及すると、計算機を全く扱ったことがない人でもネットワーク管理が行える必要がある。今後このような管理者にも対応していく予定である。

今後、このような水準の管理者にも対応していく必要がある。

バックアップ体制

WWW で公開している情報など容量の多い情報は、低速・大容量な記憶装置であるテープドライブに保存されている。テープドライブからの情報の復元は、ある程度の経験が必要であり時間もかかる。保存した内容とそれを元にした迅速な復旧体制を考慮する必要がある。

7 おわりに

本稿では、まず小規模組織におけるネットワーク管理の特徴と問題点を述べた。小規模組織では経験の少ない管理者も管理に参加しなければならない。また、管理は構成員の副業で行っている場合が多いため、管理作業が構成員の負担となってはならない。そして多くの管理費用をかけられない。従来の大規模組織で行われていた管理方法は、小規模組織のネットワーク管理では必ずしも有効ではない場合があった。そして、小規模組織のネットワーク管理を支援するシステムを幾つか報告した。本稿では障害管理に特に着目し、相互交換可能な端末を利用した障害管理方法を提案した。相互交換可能な端末を利用した障害管理方法を実現するため、Reborn System を実装し運用した。Reborn System の運用経験から、Reborn System は管理者の過去の管理経験に依存せず管理者の負担とならない障害回復システムであることが示せた。

参考文献

[1] 斎藤明紀 他, 多人数教育用計算機環境におけるシステム管理の省力化の一方法, 分散システム運用技術 研究報告 No.6, 1997 年 7 月

[2] 渡部昌邦, 新田展弘, 斎藤武夫, 小規模僻地校におけるネットワーク環境の構築・運用とその課題, 分散システム運用技術 研究報告 No.7, 1997 年 10 月

[3] 上田仁, 大野浩之, 機動性に配慮した小規模ネットワークの構築経験 -(2) 名前空間-, 情報処理学会第 55 回全国大会, September 1997,

[4] 本庄利守, 大野浩之, 機動性に配慮した小規模ネットワークの構築経験 -(3) 設計と実装-, 情報処理学会第 55 回全国大会, September 1997,

[5] 木本雅彦, 大野浩之, 機動性に配慮した小規模ネットワークの構築経験 -(4) 運用および管理-, 情報処理学会第 55 回全国大会, September 1997,

[6] 木本 雅彦, 自律型ネットワーク端末 (PICKLES) を用いたシステム運用技法, 分散システム運用技術 シンポジウム'98 論文集 February, 1998

[7] 酒井 淳一, 大野 浩之, インターネットを利用した安全かつ効率的なアンケート調査, グループウェア研究会 研究報告 No.24, September, 1997,

[8] 門間 信行, 野田 明生, 小規模な組織の運営を支える情報共有機構 (2) 備品・管理システムの実装, 情報処理学会第 55 回全国大会, September, 1997,

[9] 辻元 孝博, 大野 浩之, さまざまなアクセス手段を備えたルータ運用支援機構, 分散システム運用技術 研究報告 No.9, 1998 年 5 月,

[10] *Salah Aidarous, Thomas Plevyak*, 吉田 真 監修, ネットワーク管理のすべて 21 世紀に向けて, 1998

[11] *Terplan, Kornel*, Communication Newtworks Management, 1992