

## ネットワークテストベッドにおける トラブルチケットシステムの構築と運用

宇多 仁<sup>†</sup> 矢野 大機<sup>†</sup> 本間 秀樹<sup>††</sup>  
宇夫 陽次朗<sup>†</sup> 鈴木 麗<sup>‡</sup> 村井 純<sup>‡‡</sup>

<sup>†</sup>北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科  
<sup>†</sup>奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

<sup>††</sup>松下電送システム株式会社  
<sup>‡‡</sup>慶應義塾大学環境情報学部

ネットワークを取り巻く環境が複雑かつ大規模なものになりつつある。このような状況下で安定したネットワークサービスの提供や、障害時の迅速な対応、その記録を行なうために、トラブルチケット・システムが提案されている。しかし、革新的な技術を多数もちいて構成されている仮設型ネットワークでは、不安定なネットワーク上で安定したサービスを提供するとともに、情報の収集が必要となる。本研究では仮設型ネットワーク上でのサービスの安定提供と運用技術の蓄積を目標とし、他の障害に影響されないトラブルチケット・システムを構築した。さらに、そのシステムを実際に運用し、その評価を行なった。

## Design and Implementation of Trouble Ticket System for Network Testbed

Satoshi Uda<sup>†</sup> Hiroki Yano<sup>†</sup> Hideki Honma<sup>††</sup>  
Youjiro Uo<sup>†</sup> Rei Suzuki<sup>‡</sup> Jun Murai<sup>‡‡</sup>

<sup>†</sup>Japan Advanced Institute of Science and Technology, Hokuriku

<sup>††</sup>Matsushita Graphic Communication Systems Inc.

<sup>‡</sup>Nara Institute of Science and Technology <sup>‡‡</sup>Keio Univ.

Recently, scale and complexity of computer networks have been considerably increased. For providing stable network services in this situation, the Trouble Ticket System which records troubles on the network and makes it easy to repair these troubles, are generally considered to be important. In experimental networks using many advanced technologies, this system is especially important. But in such networks, the system itself will operate on a unstable network. In this paper, we propose the Trouble Ticket System for such networks which provide stable services independent of instability of the network. We make use of it on a large experimental network, and evaluate its availability.

## 1 はじめに

ネットワーク技術の進歩と多様化にともない、ネットワークを取り巻く環境は複雑かつ大規模なものになりつつある。このような状況下において、ネットワークサービスの安定した提供と障害に対する迅速な対応を支援するシステムとして、トラブルチケットシステムの利用は非常に有効である。

WIDEプロジェクトでは接続性の提供と実験環境の整備のために、様々な研究活動を行っている。バックボーンネットワークとしてのインターネットだけでなく、最先端技術の実運用実験を行うための仮設型ネットワークもその活動の一部として重要視されている。仮設型ネットワークの大部分は、定期的に行われる短期間のワークショップ会場を利用して構築される。このネットワークは、ワークショップ参加者へのサービスネットワークという性格を持ちながら、実運用には用いられていない開発途上の技術を集約した検証ネットワークでもあるという2面性を持っている。このような特殊な用途においては、発生するトラブルを速やかに処理するための枠組みだけでなく、運用情報の収集とその記録が要求される。

このような状況を踏まえ、仮設ネットワークテストベッドにおけるサービスの安定提供の支援と、情報の集約と運用技術の蓄積を目標としたトラブルチケットシステムを提案する。

## 2 トラブルチケットシステムの設計

### 2.1 対象とする環境

前述したとおり、本論文で論じるトラブルチケットシステムを適用するネットワークは次のような2面性を持っている。

- ユーザへのサービスネットワーク
- 先端技術検証用ネットワークテストベッド

また、このネットワークの運用の面では、次のような特徴がある。

- ネットワークの規模  
運用するのは、4日程度の仮設型のネットワークであり、総計300台程度の計算機が接続される。ワークショップ参加者は200名程度である。ネットワークの利用率はきわめて高い。一般の会場を利用するため敷設・撤収に対する制限は大きい。
- ネットワークの安定性  
開発段階の技術を積極的に導入し、その検証実験を行うことが多いため、安定しない領域が存在する可能性が高い。
- 管理者の作業内容  
ネットワーク管理者は同時に実験的な活動を行っている場合が多く、すべての時間を管理に利用できるわけではない。また、特殊な技術が導入されることが多いため、全域を管理できる人間は非常に限られる傾向にある。

### 2.2 設計思想

前項の条件に適合したトラブルチケットシステムは以下の条件を満たす必要がある。

- システムの頑強性  
ネットワーク障害時にもシステムは動作できなければならない。
- 手軽なユーザインターフェイス  
多忙な担当者や一般ユーザーから多くの報告を収集する為にはユーザインターフェイスは手軽なものでなければならない。
- 他のシステムとの連携  
ネットワーク運用に関する情報を集約するためには、他のシステムが持っている情報を受け入れることができなければならない。

このような要求に応えるために、次のような設計を行った。

#### 2.2.1 装置間の通信

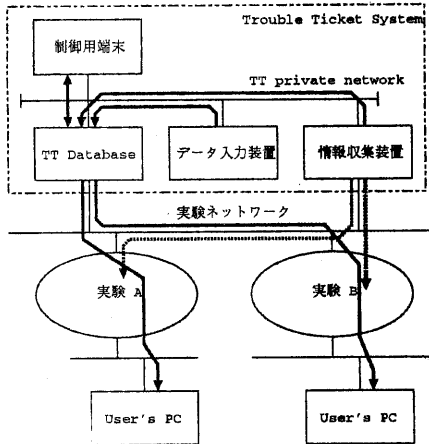


図 1: Private Network

ネットワーク障害時にネットワークが使えないというのは自明である。よって、障害情報の受け入れから回復までの一連の流れにおいては、実験ネットワークの状態に影響されないものとしなければならない。

これを実現するため、本システムにおいてはトラブルチケットシステムを構成する各マシン間の通信は private network (図 1) を用いる。この private network は実験ネットワークとは切り離して運用するので、実験ネットワークの影響を受けることがない。

我々は、この private network は「故障しない」と仮定してシステムの設計を行った。private network の故障を考慮に入れる必要がある場合は、装置の二重化などの方法を採用する必要があるだろう。

### 2.2.2 ユーザインターフェイス

本システムへの情報入力のためのインターフェイスは、手軽に扱うことのできるものでなくてはならない。また、絵や図などを含めたあらゆる情報を入力することが必要がある。

このような条件を満たす入力媒体として、本システムでは「紙」を採用する。さらに、紙に記された情報は Internet FAX を用いて電子化してシステムに取り込む。ここで Internet FAX はイメージスキャナの役割を果たしてい

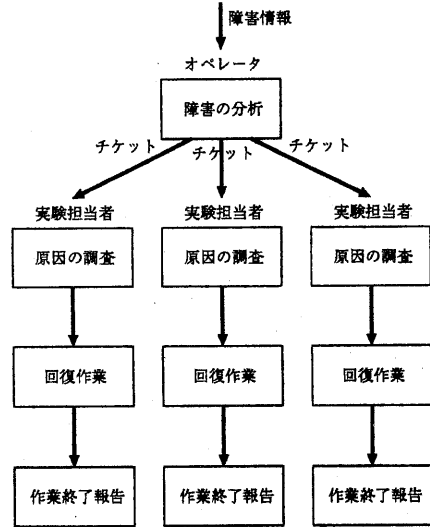


図 2: 障害情報の流れ

るわけだが、FAX の受信機能を用いることにより遠隔地 (例えば、会場への臨時ネットワークを収容している NOC) の技術者からの報告も受け付けることが可能となる。

また、Internet FAX により入力用紙は画像データ化されるが、OCR/OMR の技術を用いることにより、中のデータを切り出し、再利用性が高まる。これを実現するため、フォーマットの決まった入力用紙をあらかじめ準備する。

### 2.2.3 他のシステムとの連携

本システムは仮設ネットワークテストベッドにおける各種情報の集約拠点となる。そのため、実験ネットワーク上の各種システムからの情報を受け入れる仕組みが必要となる。

このため、本システムにおいては、先に述べたユーザーインターフェイスをはじめとする各種情報の入力を TCP 接続をもちいた方法に統一する。これは、情報を入力しようとするシステムの種類等を問わないために、拡張が容易である。

### 2.2.4 障害情報の取り扱い

障害情報をシステムが受け付けた時の処理の流れを図 2 に示した。各処理の詳細を以下に

示す。

1. 障害情報の受け取り

ユーザあるいは他のシステムから、障害情報が入力される。この情報はオペレータに通知される。同時に、オペレータ支援のため、可能ならばシステムが自動的に障害に関する追加調査を行う。

2. 障害の分析

オペレータは報告情報の分析と調査を行い、障害の原因の可能性が高い実験を特定する。さらに、システムを介して、その実験の担当者にチケットを発行する。

3. 原因の調査と回復作業

実験担当者は、障害が起こった原因の究明と回復作業を行う。回復作業に時間がかかる場合はシステムに対し状況の報告を随時行う。また、障害原因について新たな発見があった場合は、「2. 障害の分析」に戻り再度分析を行う。

4. 作業の終了

回復作業が終了した場合は、作業内容等を記録した報告をシステムに入力する。システムは、チケットを受け取ったすべての実験からの作業終了通知を受け取った段階で、障害から回復したと判断する。

### 3 プロトタイプ的设计

前節で提案したトラブルチケットシステムの有効性を検証するために、プロトタイプシステムを作成する。本プロトタイプ的设计においては、以下の点を重視する。

- 紙による入力の有効性の確認
- 入力用紙のフォーマットの検討
- 運用技術の収集

#### 3.1 システム構成

本プロトタイプシステムにおけるモジュール構成は図3のようにになっている。

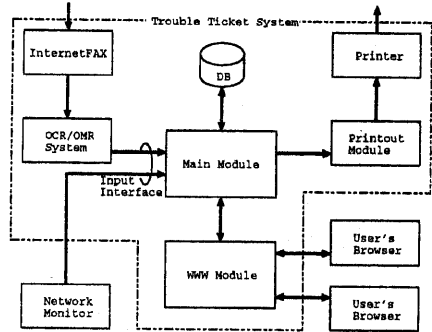


図3: システムのモジュール構成

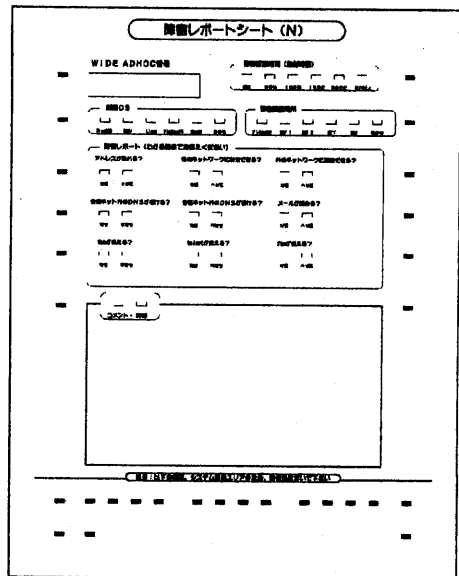


図4: 入力用紙の例 (障害報告)

#### 3.2 入力インターフェイス

本システムでは情報の入力手段として紙を利用する。入力された情報をOCR/OMRを用いて整形するために、あらかじめ入力用紙のフォーマットを作成した(図4)。入力用紙は用途に応じて数種類あるが、大きく「一般ユーザが利用するもの」と「実験担当者が利用するもの」に分けられる。それぞれのフォーマットの作成にあたり、

- 一般ユーザの利用するもの  
⇒ 分りやすいく答えやすい質問 (選択式)

中心)で手軽に記入できる質問量。(ex. 図 ??)

- 実験担当者が利用するもの  
⇒ 詳細で複雑な入力も可能とするため、大きな備考欄(システムには画像情報として取り込まれる)を用意。(ex. 図 ??)

ということを考慮した。

### 3.3 自動情報収集システムとの協調

先に述べた他のシステムからの情報の受け入れの例として、自動情報収集システムを紹介する。仮設ネットワークテストベッドにおいては、不安定要素の多いネットワーク上でなるべく安定的なサービスと提供しなければならない。そのために、障害の早期発見が望まれる。

これを実現するため、このような環境においては自動的にネットワークの情報を収集するシステムを利用することが多い。これは、ある特定のマシンへの到達性の検査などを定期的に行うものである。

今回のプロトタイプでは、自動情報収集システムの例として、実験ネットワーク内の主要ネットワーク機器への到達性を監視するモジュールを用意し、トラブルチケットシステムとの協調運用を行う。

### 3.4 情報提供

障害状況や定期報告の閲覧を行う方法として、WWWのシステムを用いた(図5)。WWWのシステムは広く普及しており、ユーザーにとって手軽に情報を得られる手段として有効である。

## 4 運用と評価

### 4.1 運用を行った環境

運用を行ったネットワークは次のようなものである。

- 利用ユーザー数: 200名以上
- 実施される実験数: 15件

The screenshot shows a web browser displaying a report page titled '定期レポート' (Regular Report). The table lists various reports with columns for 'No.', 'Category', 'Period', and 'Count'. The data is as follows:

No.	Category	Period	Count
001	障害	2003年3月15日 21:00~	0
002	障害	2003年3月16日 終日	17
003	障害	2003年3月17日 終日	43
004	障害	2003年3月18日 終日	28
005	障害	2003年3月19日 9:00~	3
006	定期	2003年3月15日 21:00~	25
007	定期	2003年3月16日 終日	44
008	定期	2003年3月17日 終日	57
009	定期	2003年3月18日 終日	29
010	定期	2003年3月19日 9:00~	3
011	合計		91
012	合計		158

図 5: Web による情報提供

	障害報告	定期報告	作業
3/15 21:00~	0 件	25 件	敷設
3/16 終日	17 件	44 件	
3/17 終日	43 件	57 件	
3/18 終日	28 件	29 件	
3/19 ~9:00	3 件	3 件	撤収
合計	91 件	158 件	

表 1: 実運用期間中の報告数

- NOC 内のネットワーク機器: 50 台以上

このネットワーク上で、5日間(約84時間)にわたってトラブルチケットシステムのプロトタイプを動作させ、情報の収集と障害情報の管理を行った。

### 4.2 評価

実験担当者に定期報告の詳細な情報入力をあらかじめ依頼していたが、入力方法に紙を用いたことは予想以上に好評であった。定期報告として入力された情報には、初日のネットワーク敷設に関する詳細な作業状況の記録から、期間中の実験における各種設定の変更まで多岐にわたった。また、ネットワークトポロジ図などの

文字以外の情報が記載されたものも多かった。また、障害情報の収集と作業内容の記録も詳細に多数収集することができた。

このような、仮設ネットワークテストベットの構築・運用に関する体系的な記録は今までに全く取られていない。よって、ここで得られた情報は重要なものである。この記録の解析により、仮設ネットワークテストベット運用に有益な情報が得られるであろう。

また、運用の終了後の各実験における実験結果の解析時にも、本システムで収集した情報は活用された。本システムが収集した情報は、各実験毎に集めている実験結果にはない「ネットワーク全体の状態」を知るための唯一のものである。

なお、今回のシステムの運用を通じて、入力用紙の項目などには、まだまだ検討の余地があることが分った。さらに、今回採取した情報を解析し、今後の仮設ネットワークテストベットの運用に生かすことが求められている。

## 5 今後の課題

今後の課題としては、今回のプロトタイプにおいて実装を見送った「チケットの結合・分割」を実装するとともに、今回の実験で得られた結果をもとに、

- 入力用紙のフォーマットなどの最適化。
- 記録の分析・解析システムの作成。
- 障害報告者への事後報告体系の確立。

などを行っていきたいと考えている。

## 6 おわりに

本研究では、仮設ネットワークテストベットという特殊な環境に適応するよう、

- ネットワーク状態に影響されない頑強なシステム
- 入力のための手軽なユーザーインターフェイス

### ● 他のシステムとの協調動作

という点を重視したトラブルチケットシステムを提案した。

プロトタイプシステムの設計とそれを用いた実運用を通じ、本研究で提案したトラブルチケットシステムは仮設ネットワークテストベットという特殊な環境において十分な成果を発揮できるということが分った。

さらに、今回の実験で仮設ネットワークテストベットの敷設から撤収までの詳細な記録を得ることができた。この記録の解析により、仮設ネットワークテストベット運用のための技術を体系的にまとめることができると期待される。

## 参考文献

- [1] D.Johnson: "NOC Internal Integrated Trouble Ticket System Functional Specification Wishlist". Request for Comments 1297. Network Working Group, 1992.
- [2] 鈴木基広: "広域ネットワーク管理における自動障害復旧システムの実現". 修士学位論文. 大阪大学工学研究科情報システム工学専攻, 1995.
- [3] 永田峰久: "広域ネットワークにおけるトラブルチケットシステムの設計および実装". 学士学位論文. 大阪大学工学部情報システム工学科, 1995.
- [4] Hideki Honma and Akio Noda and Hiroyuki Ohno: "An alternative user interface for the IAA system: Using OCR/OMR as on-ramp gateway for the Internet". Proceedings of IEICE Internet Workshop '98 pp.120-127. IEICE, 1998.