

通信再試行を用いたインターネット障害検知システムの実装

1 N-1

新保 宏之

横田 英俊

井戸上 彰

加藤 聰彦

KDDI 研究所

1 はじめに

インターネットが広く普及したことに伴い、様々なネットワーク障害が大きな影響を及ぼすようになった。しかしながら、インターネットは多数のネットワークが複雑に接続されているネットワークであるため、ユーザやネットワークオペレータは、自ネットワーク以外において発生した障害が、どの場所で発生しているのか、また障害の原因は何かということを知ることは非常に困難である。

筆者らは、これらの問題点を考慮した、インターネット全体における障害検知を行うための手法を検討してきた [1-4]。本稿では、これらの検討を行った手法を実際に実装し、試験ネットワークにおいて動作させた結果について述べる。

2 障害検知システム

筆者らは障害検知システムを作成するにあたり、これまでに次の各手法に関する検討を行ってきた。

- 通信再試行による障害検知手法 [1,2]
各ネットワークに設置した障害検知サーバにより、ユーザが障害を申告した通信を IP レベル / 上位プロトコル (TCP, HTTP, DNS) レベルで実際に再試行し、障害検知を行う。障害検知サーバは自ネットワーク内のみの通信再試行を行い、互いに障害検知サーバが協調することで、インターネット全体における障害検知を実行する。
- 経路変更監視手法 [1,3]
ルーティングプロトコル (OSPF: Open Shortest Path First) をモニタリングし、経路変更監視や変更履歴の管理を行う。本手法は経路変更監視を行うマネージャと各エリアで経路情報を収集するエージェントで構成される。
- ハードウェア障害監視手法 [1]
SNMP (Simple Network Management Protocol) を用いて、ルータやサーバのハードウェア障害を監視する。
- 障害原因推定手法 [1,4]
通信再試行、経路変更監視、ハードウェア障害監視によって得られた情報から、各ネットワークで発生した障害、及びユーザが申告した障害の原因の推定を行う。また、得られた障害情報のネットワークオペレータへの通知、インターネット全体での共有を行う機能を有する。

本障害検知システムはこれらの手法を用い、次の手順を用いて、障害の検知及び原因の推定を行う。

- (1) ユーザはなんらかの障害を感知した場合に、その障害を

障害検知サーバに申告する。障害を申告された障害検知サーバは他の障害検知サーバと協調し、ユーザ端末から対象端末までの通信再試行により障害検知を行う。

- (2) 通信再試行が行われた各ネットワークにおいて、検知された障害の原因推定を行う。原因推定には、通信再試行で得られた情報の他に、経路情報監視、ハードウェア障害監視の情報を用いる。推定された結果は、ユーザが障害を申告した障害検知サーバに送信される。
- (3) 各ネットワークから送信された障害情報、及びその原因からユーザが申告した障害の原因を推定する。障害原因の推定結果はユーザに電子メールで通知される。

3 実装

前節で示した各手法を用いた障害検知システムの実装を行った。今回実装を行った障害検知システムは 2 節で示した各手法を実現する 4 本のソフトウェアから構成される。システムの構成を図 1 に示す。

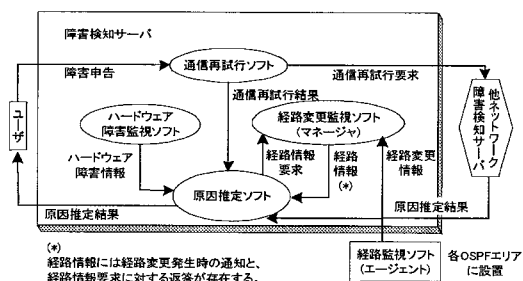


図 1 システム構成

通信再試行ソフトウェア、経路変更監視ソフトウェア（マネージャ）、ハードウェア障害監視ソフトウェア、原因推定ソフトウェアは障害検知サーバ上で動作させ、ソフトウェア間、及びユーザや他の障害検知サーバとの間で図 1 に示した情報のやり取りを行う。経路情報監視ソフトウェア（エージェント）は各 OSPF エリアにおいて経路情報収集のために用いるため、各 OSPF エリア毎に別の PC 上で動作させ、経路情報監視ソフトウェア（マネージャ）に経路変更情報の通知を行う。これらのソフトウェアは、PC/AT 互換機の FreeBSD 3.5.1-RELEASE 上で動作する。

4 動作

実装を行ったソフトウェアを、インターネットを模擬した試験用のネットワークにおいて動作させた。試験用のネットワークを図 2 に示す。

試験ネットワークには 3 つのネットワークが存在する。

"Implementation of Internet Failure Detection System using Communication Retrial"

Hiroyuki Shinbo, Hidetoshi Yokota, Akira Idoue, and Toshihiko Kato
KDDI Research & Development Laboratories Inc.

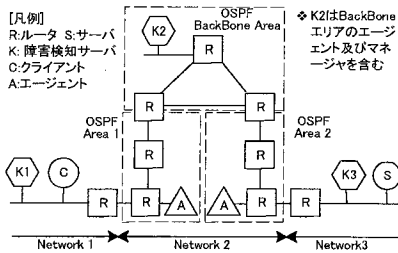


図2 試験ネットワーク

Network1, 3 は学校や企業のネットワークを想定している。Network2 は ISP 等のバックボーンネットワークを想定しており、3 つの OSPF エリアより構成されている。本試験ネットワークには各ネットワークに通信再試行及びハードウェア障害監視を行う障害検知サーバ (K) が存在する。また、Network1 にユーザクライアント (C)、Network3 にサーバ (S)、Network2 には経路情報を収集するためのエージェント (A)、経路変更監視を行うマネージャ (K2 上で動作) が存在している。

次に、試験ネットワークにおける障害検知システムの動作を示す。

- ユーザが障害申告を行った場合

Network2 において、負荷発生装置によりネットワークの輻輳を発生させた場合、ユーザがクライアント C からサーバ S にアクセスすると通信速度が低下する。この場合に、ユーザが障害を申告した場合の本システムの動作を示す。

- (1) ユーザは障害検知サーバ K1 に障害を申告する。障害申告は図3のような Web インターフェイスに、障害のある URL、ユーザの電子メールアドレス、障害状況を入力することにより行う。

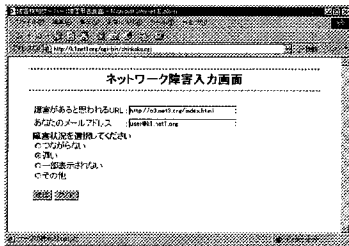


図3 障害申告画面

- (2) K1 は Network1 内の通信再試行を行い、障害原因推定を行う。原因推定時には経路変更監視やハードウェア障害監視に問合せを行う。Network1 では何も障害が発生していないため、障害なしと判断する。
- (3) K1 は K2 に通信再試行を依頼する。K2 は (2) と同様にして、Network2 内の通信再試行を行い、障害原因推定を行う。その結果、Network2 で輻輳が発生していることを検知する。
- (4) 同様に K2 からの依頼で K3 が Network3 における障害検知を行い、障害が発生していないことを確認する。
- (5) K2, K3 での障害検知結果が K1 に送信され、それらの情

報から K1 においてユーザが申告した障害原因を推定する。その結果、K1 は Network2 で輻輳が発生しており、それが通信速度低下の原因であると推定する。その後、推定された障害原因を電子メールでユーザに通知する。通知される内容を図4に示す。

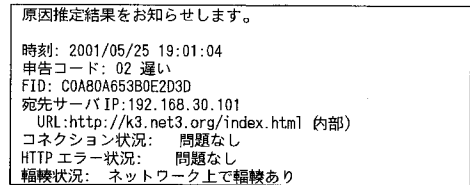


図4 原因推定結果の例

- ネットワークオペレータに通知が行われる場合

経路変更やハードウェア障害が発生すると、ネットワークオペレータに電子メールで通知が行われる。メールには URL が含まれており、ブラウザでアクセスすることにより詳細な情報を得ることが可能である。ハードウェア障害が発生した場合のブラウザによる詳細情報の表示例を図5に示す。

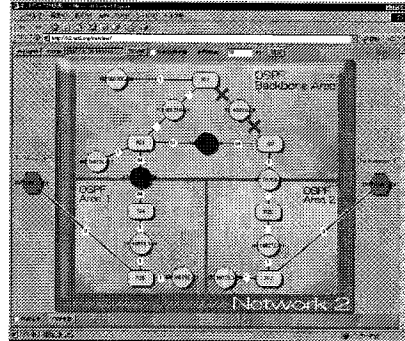


図5 詳細情報の表示例

図5 には、ルータ間の接続を示す物理的なネットワーク構成図が表示されており、ルータ間に論理的な経路が存在する場合、その経路のコストがリンクを表す線上に数字で表示される。また、ハードウェア障害が発生している個所が×印によって示されている。本画面では特定の2点間の経路表示、経路の変更履歴の参照を行うことが可能である。

5 おわりに

本稿では、筆者らが検討してきた障害検知手法を実際に実装し、動作させた結果について述べた。なお、本研究は通信・放送機構からの委託研究「ネットワーク障害検知技術の研究開発」に基づき行われたものである。

参考文献

- [1] 加藤、井戸上、「網状態の監視と通信再試行を用いたインターネット障害検知方式」、信学技報 SSE2000-126、2000年9月。
- [2] 新保ほか、「インターネットにおける再試行型障害検知方式」、第62回情処全大、2001年3月。
- [3] 横田ほか、「インターネットにおける障害検知のための経路変更監視方式」、第62回情処全大、2001年3月。
- [4] 新保ほか、「インターネットの障害検知のための原因推定手法に関する一考察」、第62回情処全大、2001年3月。