一般口演
一般口演3
病院マネジメントとシステム
2017年11月21日(火) 08:30 〜 10:00 D会場 (10F 会議室1002)

[2-D-1-OP3-6] 災害時における病院情報システム稼働状況報告システムの開発

大佐賀 敦[1,2], 近藤 克幸[1]（1.秋田大学大学院医学系研究科医療情報学講座, 2.秋田大学医学部附属病院医療情報部）

【背景・目的】災害はその発生が予測できず、また昼夜を問わず発生するため、少ない職員で対応できる災害時対策が重要となる。本院では、一定基準の災害発生時には、60分以内に各部署に応じた書式の報告書を提出することとなっており、医療情報部では各業務システムおよびネットワークの稼働状況を報告する。今回、災害時報告を効率化するため、簡便な操作でこれらの稼働状況を短時間で把握し、報告書を作成するツールを開発した。
【システム概要】本ツールは、災害時でも使用できるよう、通常のシステム監視とは独立して単一 PCで動作するものとした。また、死活判定は、停電やサーバ・ネットワーク機器の物理的障害による稼働不能の検出に特化し、各機器の作動状況を ICMP echo/requestにより確認する方式を採用した。ここで、各システムは、サーバ構成により、1)単一サーバ、2)複数サーバで構成され、全ての稼働が必要なもの、3)冗長構成で、複数サーバのいずれか1つが稼働すれば良いもの、4)前述2)と3)の組み合わせ、があり、得られた情報をシステム単位での稼働可否情報へ集約・整理する必要があるため、同機能を追加し、その結果を報告書の書式で作成する機能を実装した。
【機能評価】本システムによる報告書作成の所要時間を計測し、機能を検証した。システム（32システム、サーバ72台）、ネットワーク機器（141台）の稼働状況の確認に要した時間はいずれも2.8秒以下であった。また、確認結果をシステムの粒度での稼働可否および建屋の粒度での通信可否へ整理し報告書を作成するに要した時間は、それぞれ0.9秒および21.4秒で、両者に大きな差が見られた。この原因を検証したところ、確認結果の集約作業が、1つの粒度に集約される機器数に依存して大きくなる事が確認できた。また、本システムを本院の災害対策訓練で実際に利用したところ、短時間での報告書作成・提出ができ、実場面での有効性も確認できた。

災害時における病院情報システム稼働状況報告システムの開発

大佐賀　敦[*1, 2]、近藤　克幸[*1]、
*1 秋田大学大学院医学系研究科医療情報学講座、*2 秋田大学医学部附属病院医療情報部

Development of a Report System for Hospital Information System in case of Disaster

Atsushi Ohsaga[*1, 2], Katsuyuki Kondoh[*1]
*1 Department of Medical Informatics, Akita University School of Medicine,
*2 Division of Medical Informatics, Akita University Hospital

Background and purpose: Disasters are not predictable and occur day and night. So, it is important to cope with a small number of people in the disaster preparedness. In this study, we developed a tool to get the health states of both server system and network in a short period of time and to create reports in order to streamline the disaster reporting.

System outline: The tool was designed to work on a single PC independently of the normal monitoring system, and the check of the system health is specialized in the detection of the inoperable due to power failures or physical failures of server/network devices by ICMP echo request/reply. Collected information of each device is aggregated in the system unit and results are printed in a report format.

Evaluation of the system: The time to create a report was evaluated. For the check the health of the system (32 systems, 72 servers) and the network device (141 devices), they were both less than 2.5 seconds. On the other hand, to aggregate the result of server into the granularity of system and the result of network devices into the granularity of the building were 0.61 sec and 20.62 sec respectively. Thus, aggregation process significantly depends on the number of devices aggregated into one granularity. This system was actually used in the disaster preparedness training and the report was able to be created and submitted in a short period of time.

Keywords: Disaster Planning, Hospital Information Systems, Computer Network Management

1 緒論

災害はその発生が予測できず、また昼夜を問わず発生する。そのため、災害発生時の対応手順の策定においては、平日日中帯のように職員が潤沢にいる場面のみでは無く、夜間・休日等、限られた職員しかいない状況でも対応可能な対応手順の確立が重要となる。

本院では、一定基準以上の災害発生時、院内各部署は発災後15分以内に発災時報告書を作成し、災害対策本部に提出することとなっている。災害対策本部ではこの発災時報告および、震度、近隣被害状況、傷病者来院予想数などから災害レベルを決定し、院内各部署へ通知し、同レベルに応じた各部署の対応が開始される。そして、各部署は発災後 60 分以内に自部署の特性に応じた内容の定時報告書を提出することとなっており、医療情報部では、病院情報システムおよびネットワークの稼働状況を確認し、診療業務における情報システムの利用可否についての情報を報告する。

この定時報告書の作成には、病院情報システムを構成する各システムおよびサーバの稼働状況と院内ネットワークの通信可否の把握が必要である。これを職員が手作業で確認し報告書としてまとめる場合、特に、夜間・休日の職員数が少ない場面では作業負担が大きいことに加えて、職員の習熟度により確認に要する時間が異なることが予想される。災害発時に駆けつけた職員により短時間で報告を行うためには、手作業や職員の習熟度に大きく依存せず、安定した報告が可能な体制の構築が望まれる。

2 開発目的

今回、上記の課題を解決し、災害時の報告作業を効率化するため、簡便な操作で病院情報システムおよびネットワークの稼働状況を短時間で把握し、報告書を自動的に作成するツール・システムを開発することとした。

3 システム概要

3.1 システム構成

本システムは、病院情報システムとそのネットワークの稼働を確認するものであり、通常業務で使用しているシステム監視機能自体も確認対象となる。そのため、本システムは既存のシステム監視機能に依存せず、単一PCで独立して動作可能なものとした。

本システムのハードウェアはバッテリで稼働可能なPCおよびモバイルプリンタで構成し、ツールは Microsoft Windows 10 Professional 64 bit 上で実行するアプリケーションとして作成した。また、稼働確認対象のデータおよび結果の保存に用いるデータベースには Microsoft SQL Server 2016 Express Edition (64 bit)を採用した。

このツールをインストールしたPCは病院情報システムのサーバ機を集約するネットワーク・スイッチ（サーバ・スイッチ）に接続した（図 1）。これは、本ツールが稼働確認する機器が病院情報システムのサーバ、および、院内各所のネットワーク機器であることを考慮し、ネットワーク機器の障害でもサーバ機の動作確認が行えるようにするためである。

この場合、サーバ・スイッチの障害時には本システムが利用できなくなるが、サーバ・スイッチの障害時は、院内各所からもサーバへの通信が不可能で、病院情報システムが利用不能となるため、本ツールの利用場面において、実質的な問題はないと考えられた。

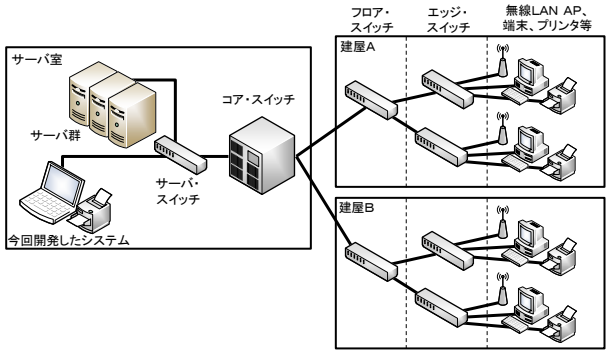

図 1　本院のネットワーク構成の概要と今回開発したシステムの接続収容先

3.2 稼働状況の確認方法

各機器の稼働状況の確認方法については、発災直前までは通常業務でのシステム監視により稼働が確認されていることを前提とし、発災で生じうる障害の検出を短時間で行う方式を検討した。具体的には、1) 対象とする障害として、発災に伴う停電や機器の物理的障害とする、2) 各システムのサーバ機およびネットワーク機器固有の確認方式は避け、各機器に共通して利用可能な方式とする、3) 短時間で確認可能な方式であること、の3つを考慮し、本ツールから対象となるサーバおよびネットワーク機器に対する ICMP echo request パケットへの応答で確認する方式(以下 ping)を採用した。

ここで、各システムのサーバ構成は、以下の4つに大別された。

1. 単一サーバで構成されるもの
2. 複数サーバで構成され、全ての稼働が必要なもの
   (例:アプリケーションサーバとデータベースサーバ)
3. 冗長構成で、複数サーバのいずれか1つが稼働すればよいもの
4. 上記 2 と 3 の組み合わせ

災害対策本部が必要とする情報は各システム単位での稼働可否である。この情報を作成するため、各サーバの構成情報をあらかじめ登録し、ping で得られたサーバ・機器の粒度での結果について、上記2をAND演算、上記3をOR演算で集約し、システム単位の稼働可否情報へ集約する機能を実装した。ネットワーク機器については、各建屋での通信可否情報に集約する機能を実装した。

図 2 は今回開発したシステムの操作画面である。確認対象(サーバまたはネットワーク機器)を選択し、確認開始のボタンを押下することで、各対象機器への確認が行われる。結果はリアルタイムに画面に表示され、システム単位の稼働状況として表示される。

また、本システムは発災直後の慌ただしい時期に操作することを想定し、ボタンの大きさ等について、一連の操作を全て画面タッチのみで行えるよう考慮したものとした。

こうして得られた結果について、報告者を選択または入力して印刷指示することで、災害対策本部へ提出する定時報告書の書式で結果が出力される。報告書の例を図 3 に示す。

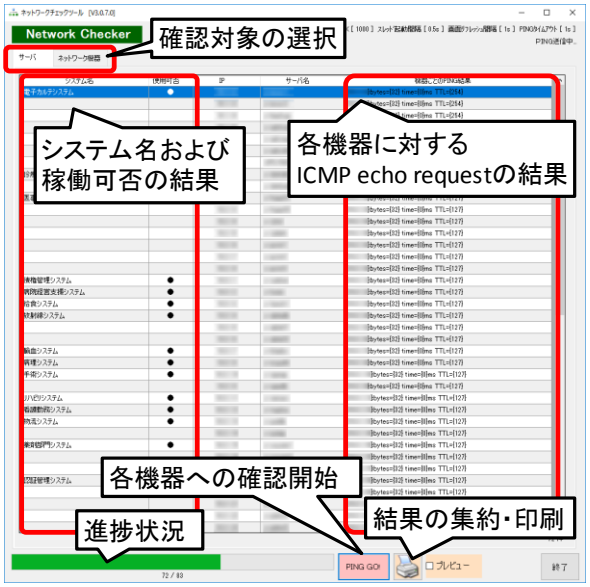

図 2　開発したシステムの操作画面

定時報告書（サーバ等稼働状況確認済み表）

確認者：大佐賀 敦
確認日時：8月 24日 12時 1分

部署名：医療情報部

システム種別	システム名	使用可否	備考
第7次病院情報システム	電子カルテシステム	○	
	診療DWHシステム	○	
	医事会計システム	○	
	債権管理システム	○	
	病院経営支援システム	○	
	給食システム	○	
	放射線システム	○	
	輸血システム	○	
	病理システム	○	
	手術システム	○	
	リハビリシステム	○	
	看護勤務システム	○	
	物流システム	○	
	薬剤部門システム	○	
	認証管理システム	○	
	感染症管理システム	○	

図 3　本システムから出力される報告書の例

3.3 確認所要時間短縮のための最適化

本システムでは、迅速な報告書作成に資するべく、以下の2点での最適化い、稼働確認に要する時間の短縮を行った。

まず、処理全体を効率化するため、ping 処理をスレッド化し、各機器への確認を並列処理とした。最大スレッド数およびスレッド起動間隔はマスタにて設定可能とし、本院のサーバ台数およびネットワーク機器を一度に処理可能な値として、最大スレッド数 1000 とした(図 4)。本院の病院情報システムネットワークにおいて、今回開発したシステムと各サーバ間の ping 応答時間を計測すると、正常時はいずれも1ms以下であった。これより、すべての対象機器が正常動作している場合、この並列処理により、ほぼ瞬時に確認を完了できる。

しかし、ping に応答しない機器が 1 台でもある場合、そのタイムアウトまで全体の確認が完了しないことになるため、タイムアウト時間も任意に設定可能とした。前述の通り、正常時は 1ms 以内に応答があることから、応答時間に秒単位の時間を要した場合は、正常に機能しているとは考え難く、何らかの障害が示唆される。これらより、ping のタイムアウトの初期値 4,000ms は必要以上と考え、1,000ms とした(図 4)。

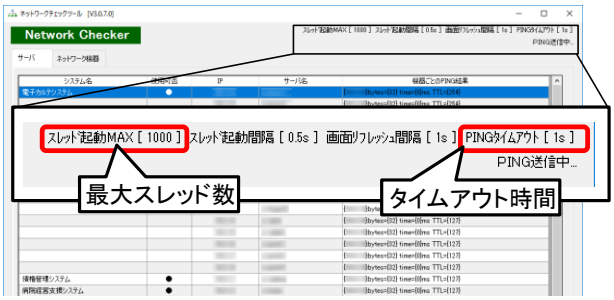

図 4　サーバ・ネットワーク機器への ping 処理の最大スレッド数および ping タイムアウト値の設定表示

4 システム評価

4.1 評価方法

本システムを用いた災害時の定時報告書作成機能ついて、本院の病院情報システムおよび同ネットワークを用いて、機器の稼働確認および報告書作成に要する時間を計測した。計測対象は、1) 対象となる全サーバおよび全ネットワーク機器の動作状況の確認に要する時間、2) 個々のサーバおよびネットワーク機器の確認結果について、サーバからシステムの粒度、およびネットワーク機器から建屋の粒度へ整理し、報告書を作成するのに要する時間、の2つとした。本システムが扱う対象は 32 のシステムにおけるサーバ 72 台、および 8 つの建屋に設置されたネットワーク機器141台であった。

4.2 評価結果

表1は、本システムを用いたサーバおよびネットワーク機器の動作状況の確認、および各機器の確認結果を整理し報告書を作成するのに要した平均時間(各 10 回測定)である。

表 1　本システムによる対象機の確認および確認結果の整理と報告書作成に要する時間

計測対象	所要時間(秒)	
	サーバ	ネットワーク機器
各対象機器の動作状況の確認	2.41±0.031	2.39±0.028
確認結果の整理および報告書の作成	0.61±0.027	20.62±0.362

平均±SD (n=10)

各対象機器の動作状況の確認に要した時間は、サーバで平均 2.41 秒、ネットワーク機器で平均 2.39 秒であり、全ての機器が動作している状況では、いずれも 2.5 秒以内に確認が完了した。

一方、上記の確認結果を整理し、報告書を作成するのに要した時間は、72 台のサーバを 32 システムの粒度での稼働可否に集約するのに要した時間は平均 0.61 秒であったのに対し、141 台のネットワーク機器を 8 つの建屋の通信可否の報告書に集約するのには平均 20.62 秒を要し、両者に大きな差異が見られた。

この原因を検証したところ、確認結果の集約作業において、1 つの粒度に集約される機器数に依存して、大きくなる事が確認できた。

4.3 災害対策訓練での利用

今回開発したシステムを、本院の災害対策訓練で実際に使用し、定時報告書の作成・提出を行った。本システムの端末は常時電源を入れて利用可能な状態にしており、発災後、5 分以内に全システムおよびネットワークの稼働状況についての報告書を作成し、災害対策本部への提出も 15 分以内に完了でき、実場面での有効性も確認できた。

5 考察

今回、病院情報システムのサーバ機およびネットワーク機器の稼働状況・通信可否について、ping による確認を行い、災害時の報告書を自動的に作成するツール・システムを開発した。

これまで、災害発生時の病院情報システムの動作確認は、職員がサーバ室内を巡回し、目視によりサーバの稼働状況を確認していた。また、ネットワークについては、各建屋の機器に実際に通信を行い確認していた。そのため、確認結果の報告書への転記作業が必要となる。これらはすべて手作業であり、確認者の習熟度により所要時間が異なり、災害発生時という特殊な状況下で、常に一定の時間内に正確な報告を行うことは困難という課題があった。

これに対し、今回、アプリケーションの起動とボタン押下のみで、一連の処理が完了するシステムが実現でき、確認に要する時間も1分以下であった。また、操作が単純であるため、利用者の習熟度に依存しないという利点もあり、災害発生時という非日常的な状況においても、安定した報告に資するものと考えられる。

しかし、このシステムは各システムの稼働可否の確認に ping を用いており、業務アプリケーションの稼働状況を直接確認していないという制限が存在する。そのため、「OS レベルでサーバが動作し ping に応答できるが業務アプリケーションが正常動作していない」といった状況は、仕組み上検出不可能である。これについては、平常時には、通常業務でのシステム監視により稼働が確認されていることから、大規模地震の発生直後の障害として、ハードウェアの物理的破損や電源断、ネットワーク切断等で使用不可になる被害を想定すると、その検出に関しては、十分機能できるものと考えられる。

また、このシステムは ping に応答可能な機器であれば、サーバやネットワーク機器以外にも利用可能であるため、病院情報システム端末やネットワークプリンタを対象に、その存在確認のツールとしても利用可能であり、災害時のみでは無く、通常の業務においても、同ツールを使用し、操作に慣れておくことも有効であること考えられた。

6 結語

本研究では、災害発生時に、簡便な操作で病院情報システムの稼働状況およびネットワーク通信可否を把握し、報告書を作成するためのツールを作成した。確認対象となる機器への ICMP echo request パケットへの応答による確認方式を採用し、確認処理の並列化とタイムアウト時間設定の短縮による最適化を行うことで、一連の確認から報告書作成までの所要時間を1分以下に短縮することができた。従来の目視確認結果を報告書に転記する方式に比較して大幅な短縮が可能となったほか、利用者の習熟度に依存せずに、安定した報告書の作成が可能となった。