

ネットワークシミュレータの仮想環境への適用

Application of network simulator in virtual environment

佐藤 尚也†

鶴 薫†

後沢 忍‡

Naoya Sato

Kaoru Tsuru

Shinobu Ushirozawa

1. はじめに

機器間で通信を行うシステムにおいて、ネットワークの遅延や切断等が発生した際の動作確認は重要な試験項目である。ネットワーク障害を発生させる場合、人手では LAN ケーブルの抜き差し、ネットワーク機器の電源 OFF 程度に留まるため、試験範囲に限界がある。また、障害試験の期間中、試験要員を拘束することになり人的コストがかかる。

一般的にこのような試験を実施するには、ネットワークシミュレータを利用する。ネットワークシミュレータは、遅延、パケットロス等の機能を提供し、人手では再現することが難しい試験を実施することができる。

近年、仮想計算機を使用したシステムが増加しており、展開が容易であることから、本稿ではネットワークシミュレータの仮想計算機化を検討し、仮想計算機移行時の課題及び解決方法について記載する。本稿では、ネットワーク機器の障害模擬を対象とする。

2. ネットワークシミュレータ

ネットワークシミュレータが提供する機能例として以下を挙げる。

- 遅延
- パケットロス
- 重複
- 順序入替え
- ネットワーク切断(永続・間欠)

シミュレータを利用してネットワーク機器の障害を模擬する場合、シミュレータ用計算機内にブリッジを構築して、通信の中継を行う構成となる(図 1)。

パケットロスや遅延等の機能は、Linux 付属のツールである netem 等で実現できる。また、ネットワーク切断については、シミュレータの該当する NIC をリンクダウンさせることで実現できる。

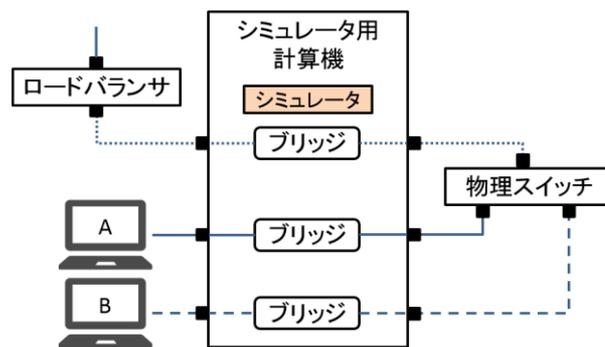


図 1 ネットワークシミュレータ利用例

3. 課題

シミュレータの並列実行の上限は、物理 NIC 数で決定する。仮想計算機では、物理・仮想 NIC の対応付けを行う必要がある(図 2中①)。

ネットワーク切断に関して、従来は物理 NIC をリンクダウンさせていたため、試験対象機器がシミュレータのリンクダウンを検知することができた。しかし、仮想計算機の場合、仮想 NIC をリンクダウンさせても試験対象機器からはリンクダウンを検知することができない(図 2中②)。

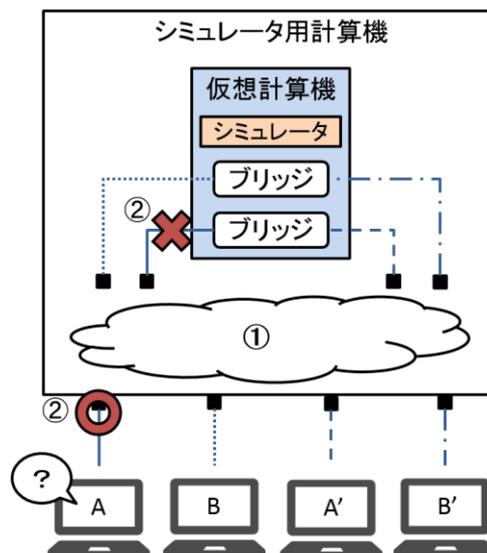


図 2 仮想計算機化の課題

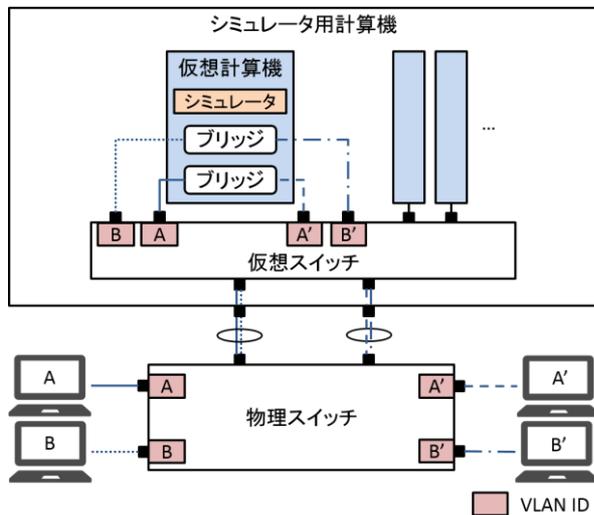
本稿では、上記課題の解決を図る。

† 三菱電機株式会社, Mitsubishi Electric Corporation

‡ 三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社, Mitsubishi Electric Information Systems Corporation

4. 解決策

3章の課題の解決策として、シミュレータが物理スイッチと連携する構成を考案した(図 3)。



• 図 3 仮想環境構成

試験対象機器間の経路制御のため、物理・仮想スイッチの NIC に VLAN(Virtual LAN) ID を設定する。VLAN ID は試験対象機器単位で割当て、物理スイッチ経由で直接通信できないようにする。各機器と物理スイッチ間はアクセスポートに設定するが、物理・仮想スイッチ間はトランクポートに設定することで、スイッチを通過しても VLAN ID を識別でき、適切にブリッジを経由することができる。また、試験対象機器は物理スイッチと接続するため、物理計算機と比較して物理 NIC を十分に確保でき、複数箇所の試験に対応できる。

シミュレータの仮想 NIC をリンクダウンしても試験対象機器からは認識できないため、シミュレータから物理スイッチの NIC をリンクダウンさせる機能 (SSH 等を用いた制御) が必要である。

5. 評価

シミュレータを VMware ESXi 上の仮想計算機として実装し、動作確認を実施した。その結果、試験対象機器間で疎通できていないことが判明した。原因を調査したところ、物理スイッチのログから STP(Spanning Tree Protocol)によるループ検出があったことを確認した。

本構成では、試験対象機器が物理・仮想スイッチを経由してシミュレータと接続するため、STP を考慮する必要がある。シミュレータはブリッジを持ち、各スイッチと複数接続するため、物理・仮想スイッチ共にループと判断される可能性がある(図 4)。STP は、ループを検出すると不要

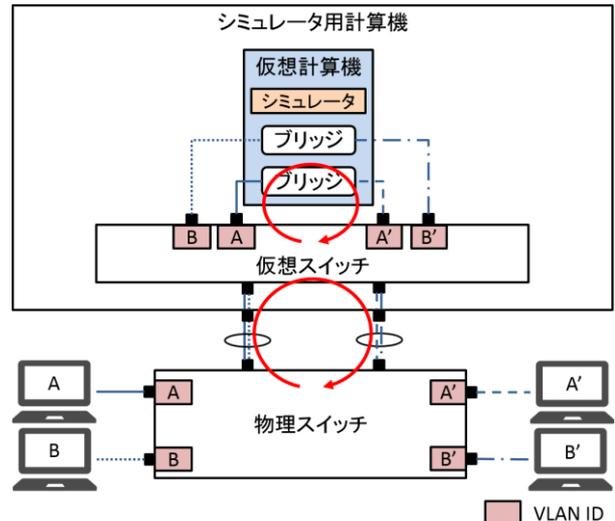


図 4 STP のループ検出

な経路の通信を遮断するため、シミュレータを経由した試験対象機器間通信に失敗する。

物理スイッチの場合、以下の対策が考えられる。

- STP の無効化
- MSTP(Multiple STP)の有効化

MSTP は、VLAN 環境向けに機能を拡張した STP であり、VLAN 単位でループの検出・解消を行う。つまり、図 4 のような物理接続であってもループと判断されず、通信を遮断されなくなる。しかし、設定時の演算に多少時間を要する。

仮想スイッチの場合、VMware ESXi 環境ではシミュレータの接続ポートに対してプロミスキャスモードを有効にする必要がある。プロミスキャスモードは VLAN ポリシーで許可されたパケットを全て受信できるようにする仕組みである。

本構成では、物理・仮想スイッチのどちらのループ検出にも該当する可能性があるため、各スイッチに対して適切な設定を行うことで、試験対象機器間で想定通りの通信ができる。

6. おわりに

本稿は、ネットワークシミュレータの仮想計算機化を考案した。これにより、仮想環境上にネットワークシミュレータを容易に展開可能にした。

今後は、試験対象のシステムに対して実際に適用し、シミュレータの効果を評価していく。

参考文献

[1] 花崎芳彦ら, サーバ仮想化技術を利用した障害試験自動化手法, ComSys2010 (情報処理学会 第 22 回コンピュータシステム・シンポジウム), 2010