

省電力性と耐故障性を両立する マルチテナント用仮想ネットワーク制御

大阪大学大学院情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻
○樽谷優弥 大下裕一 村田正幸

Advanced Network Architecture Research Group
<http://www.anarg.jp/>

データセンター

- 多数の物理マシンと物理マシンを結ぶネットワークで構成
 - 物理マシンが連携してデータを処理
 - 分散ファイルシステム
 - 分散コンピューティング
- マルチテナント方式
 - 複数の企業のサービスを1つのデータセンター内に収容
 - ネットワークや計算資源を仮想化し、企業毎に提供
 - 使用資源や運用コストを低減

データセンターにおける課題

- 耐故障性の確保
 - 機器の故障が物理マシン間の連携へ影響
 - 冗長な数の機器を使用することによって対応
- データセンターの消費電力の削減
 - データセンターの大規模化に伴った、消費電力の増加
 - 低消費電力化のためには使用機器数を削減することが必要

↓

省電力性と耐故障性を両立したテナント用
仮想ネットワークを提供する方法が必要

研究目的

- 耐故障性を考慮しつつ省電力なテナント用仮想ネットワークの構築方法の確立
 - 耐故障性の確保
 - 任意の物理機器の単一故障に対して、サービスを継続して提供可能な仮想マシンの割り当て
 - 単一故障に対して、サービス品質を長時間落とすことなく対応可能なテナントを提供
 - 省電力化
 - 使用する物理機器の数の最小化

想定するテナント用仮想ネットワーク

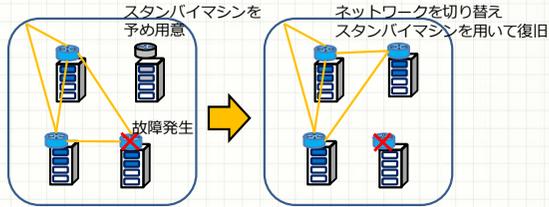
- 分散ファイルシステムをベースとしたテナント
 - 複数の仮想マシンを用いて1つのシステムを構築
 - データを伴った処理の分散による高速化
 - 複数の仮想マシンに同じチャンク化されたデータを重複して保持
 - 単一故障が発生した場合でもデータを失わない構造

故障発生時の対応

- 故障発生時には中断された処理を残りの仮想マシンが代わりに処理
 - 処理時間が増加するため、サービス品質は低下
- 稼働している仮想マシンから故障の影響を受けた仮想マシンを復元することでテナントを復旧
 - 復元の際のネットワークへの負荷が高い

スタンバイマシンを用いた耐故障性の確保

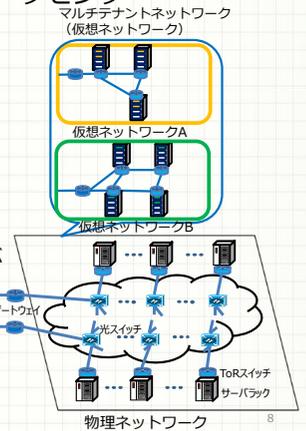
- スタンバイマシン
 - メイン系統の仮想マシンとは別に用意された仮想マシン
 - ・ 処理部等の予めコピー可能なデータのコピーを保持
 - ・ コールドスタンバイ方式では、平常時は電源を落とすことが可能
 - 故障発生時にネットワークを切り替えることによってテナントを復旧
 - ・ ネットワークの切り替えによってテナントを復旧



7

光ネットワークを用いたデータセンター

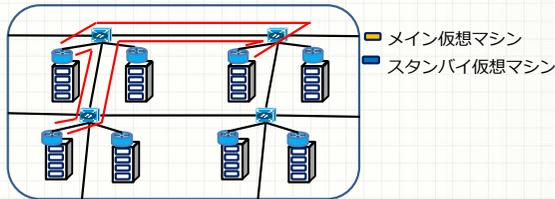
- 物理ネットワーク
 - 光スイッチを用いたコアネットワークを構築
 - 各光スイッチにはラック内のサーバーと接続している
- 仮想ネットワーク
 - ToR スイッチ間を光バスで結ぶことにより仮想ネットワークを構築
 - 光スイッチの設定によって、ネットワークを柔軟に切り替えることが可能



8

省電力なテナント用仮想ネットワークの構築

- Step.1 メイン仮想マシンの割り当て
- Step.2 スタンバイ仮想マシンの割り当て
- Step.3 仮想マシン間のネットワークの構築

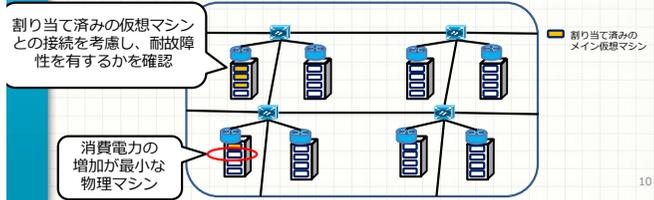


- テナント管理者から与えられる情報
 - 要求するメイン仮想マシンの数
 - 冗長度
 - ・ 故障発生時に最低限確保が必要な仮想マシンの数

9

メイン仮想マシンの割り当て

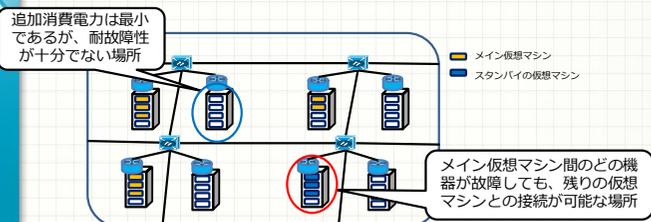
- 消費電力の増加が最小となる物理マシンを候補として選択
 - 仮想マシンを割り当てた際に電源の投入が必要な機器数が最小
- 耐故障性を確認し、十分であれば仮想マシンを割り当てる
 - 割り当て済みの仮想マシンとの接続を考慮し、単一故障発生時にも与えられた最低限必要な仮想マシンが確保可能かどうかを確認
- 割り当て済みの仮想マシンの配置を変更することで省電力化や耐故障性の向上が可能な場合は、割り当てを変更



10

スタンバイ仮想マシンの割り当て

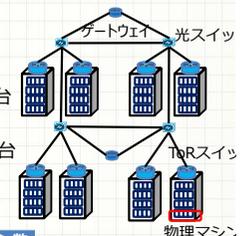
- 故障発生時に消費電力の増加が最小となる物理マシンを候補として選択
 - スタンバイマシンを使用する際に電源の投入が必要な機器が最小
- 耐故障性を確認し、十分であれば仮想マシンを割り当てる
 - メイン仮想マシン間の接続に使用する機器が故障した際に、他のメイン仮想マシンと接続可能かどうかを確認



11

提案手法の動作検証

- 物理ネットワーク
 - 光スイッチ4台をリング状に接続
 - 光スイッチ1台に対しToR スイッチが2台
 - サーバラック内の物理マシン：4台
 - 物理マシンが収容可能な仮想マシン：4台
- テナントの性能要求
 - 以下の表のような要求が与えられる



| テナント名 | 要求仮想マシン数 | 最低限必要な仮想マシン数 |
|-------|----------|--------------|
| テナント1 | 8 | 3 |
| テナント2 | 5 | 3 |
| テナント3 | 6 | 2 |
| テナント4 | 7 | 3 |

12

割り当て例

| テナント名 | 要求仮想マシン数 | 故障発生時に最低限必要な仮想マシン数 |
|-------|----------|--------------------|
| テナント1 | 8 | 5 |
| テナント2 | 5 | 2 |
| テナント3 | 6 | 4 |
| テナント4 | 7 | 4 |

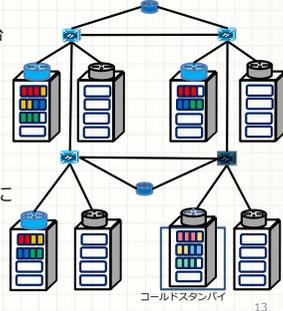
省電力性

- 電源の投入が必要な物理マシン数が最小

- 必要仮想マシン数26台に対して必要な物理マシン数の最小値は7台

耐故障性

- 各機器の故障に対して復旧に必要な仮想マシンを確保可能
- スタンバイマシンを稼働させることによりテナントを元の状態に復旧可能



コールドスタンバイ 13

まとめと今後の課題

- 単一故障に対して耐性をもつ省電力なマルチテナント用仮想ネットワークの構築方法の提案
 - 仮想マシンの割り当て方法と仮想ネットワークの構築方法を提案

今後の課題

- 規模の大きな物理ネットワークにおける評価
- 故障発生時における対応