

セキュア・プラットフォームプロジェクトにおける 資源情報キャッシュ更新方式の検証

但野 紅美子[†] 町田 文雄[†] 川戸 正裕[†]
日本電気株式会社 サービスプラットフォーム研究所[†]

1. はじめに

セキュア・プラットフォームプロジェクトでは、サーバ統合された企業システムをロールベースのアクセス制御ポリシーによって統合管理する統合アクセス制御機能を開発している[1]。統合アクセス制御機能では、アクセス制御ポリシーを生成・配付する際に、多数の資源情報を効率良く検索する必要がある。検索した資源情報をキャッシュして保持することにより 2 回目以降の検索処理時間を短縮できるが、キャッシュした情報の鮮度を保障するためには情報の更新処理が必要となる。文献[2]では、キャッシュ内の全資源情報に対して、キャッシュの情報鮮度を保障するようにスケジュールを作成して更新する手法を示している。しかし、管理サーバやネットワークの性能には限りがあるため、スケジュール更新によって有効期限内の状態を保持できる管理対象の資源情報の数には限度がある。管理対象の資源情報が多い場合、キャッシュ内の全資源情報の中から更新する資源情報を効率的に選択する必要がある。本稿では、鮮度制約を持つ資源が多数存在し、かつシステム負荷により更新できる資源情報に限りがある状況下で、キャッシュ内の資源情報を選択的に更新する方式を提案し、資源の検索処理の応答時間をシミュレーションによって評価する。

2. 資源情報キャッシュ更新方式

図 1 はセキュア・プラットフォームの全体構成を示している。統合アクセス制御機能は運用管理システム上で動作し、管理対象となる業務システムのアクセス制御を統合管理する。統合アクセス制御機能は、アクセス制御ポリシー生成、アクセス制御ポリシー配付、リソース構成情報管理の 3 つの機能に分けられる。アクセス制御ポリシー生成は、システム全体で一貫したアクセス制御を行うためのポリシーを管理（生成、編集、削除等）する機能である。アクセス制御ポリシー配付は、作成したアクセス制御ポリシーを管理対象となるシステムに配付する機能である。リソ

ース構成情報管理はアクセス制御の対象となる物理マシンや仮想マシン（VM）、アプリケーションなど、リソース構成に関する情報を収集し、データベースに格納して管理する機能である。

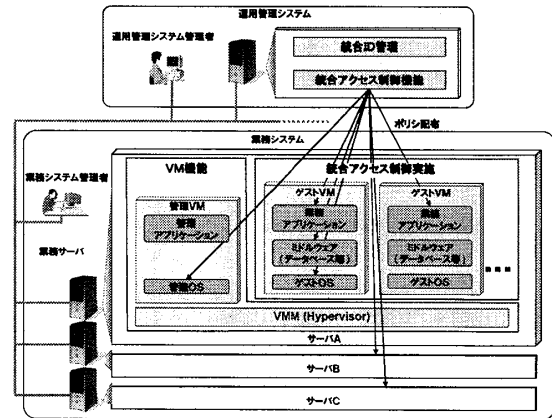


図1 セキュア・プラットフォーム全体構成

リソース構成情報管理の機能構成を図2に示す。リソース構成情報管理は、アクセス制御ポリシー生成・配付機能より資源情報の検索要求を受け付け、キャッシュに有効期限内のデータが存在する場合は情報を取り出して提供し、有効期限内のデータが存在しなければリソース情報収集機能へ情報収集要求を出す。前者をキャッシュヒット、後者をキャッシュミスと呼ぶ。リソース情報収集機能は、管理対象ホスト上のリソース情報収集エージェント機能と通信し、要求されたデータを収集する。

検索処理においてキャッシュミスが発生すると、応答時間が長くなる。そこで、本研究では選択的にキャッシュを更新することでキャッシュミスを削減する資源情報キャッシュ更新管理機能を提案する。資源情報キャッシュ更新管理機能は、定期的にキャッシュ内の資源情報から更新対象を選択し、リソース情報収集機能に対して情報収集要求を行い、キャッシュ情報を更新する。更新する情報を適切に選択することでキャッシュミスを削減し、平均検索応答時間を短縮することが可能となる。

Simulation of Update Control System of Resource Information Cache on Secure Platform Project

Kumiko Tadano, Fumio Machida, and Masahiro Kawato

[†]Service Platforms Research Laboratories, NEC Corporation

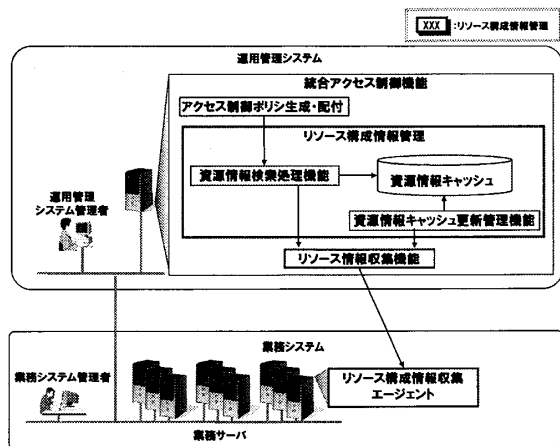


図2 リソース構成情報管理の構成

3. シミュレーション評価

資源情報キャッシュ更新方式の導入による効果を評価するため、シミュレーション評価を行った。運用管理システム管理者がリソース構成情報管理に対して資源情報を検索する際の応答時間を評価する。平均検索応答時間を、キャッシュヒットの場合 T_{hit} 、キャッシュミスの場合 T_{miss} とおく。キャッシュヒット率を p とすると、平均検索応答時間 T_{res} は、下記の式で表される。

$$T_{res} = p \cdot T_{hit} + (1-p) \cdot T_{miss}$$

また、1更新周期で更新する資源情報の個数は、更新可能な資源数 m 以下とする。 m はCPU使用率と線形関係にあり、システムの負荷を表す[3]。

リソース構成情報管理内に存在する資源情報キャッシュの更新方式をシミュレーションするプログラムを作成し、各資源の検索される確率（検索率）が事前に判明している場合の、平均応答時間を評価した。1更新周期の間に更新可能な資源数を変化させ、下記3方式を比較した。

- (a) キャッシュ更新方式あり（最適更新制御）
- (b) キャッシュ更新方式あり（ランダム更新）
- (c) キャッシュ更新方式なし

(c) ではキャッシュ更新方式がないため、Webプロキシのキャッシュと同様に、キャッシュミスした場合にキャッシュ更新を行う。

管理対象の資源数を1000、1周期に更新可能な資源数 m を0から1000まで変化させた際の、平均応答時間 T_{res} の変化を図3に示す。 u を単位時間とし、更新されたキャッシュ内の各資源情報が有効と判断される期間の長さを $0 \leq x \leq 10u$ の範囲の乱数、1周期あたりの各資源の検索率を0-1の範囲の乱数とした。更新制御は、時刻 $t=0u$ から $t=200u$ まで、更新周期 $t_{interval}=5u$ として繰り返した。資源情報の取得はWebサービスを想定し、1個あたり $T_{hit}=0.04$ [秒]、 $T_{miss}=$

3.9[秒]とした。

更新対象資源の選択方法による T_{res} の削減効果を(a)と(b)の差分より評価すると、最大で0.860秒($m=380$)、48.7%の応答時間を削減できることが確かめられた。提案方式(a)と従来方式(c)の T_{res} の差分は、最大で2.675秒($m=840$)であり、97.5%応答時間を削減できることが確かめられた。

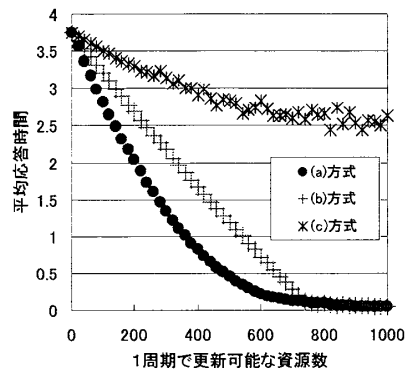


図3 更新可能な資源数と応答時間の関係

4. まとめ

本研究では、資源情報を選択的に更新する資源情報キャッシュ更新方式を提案し、シミュレーションにより有効性を検証した。更新方式により、従来方式と比較して平均検索応答時間を最大で97.5%短縮できることを確認した。今後の課題は、本稿で示した理論値と、キャッシュ更新方式の実装による実測値の比較評価である。

5. 謝辞

本研究の一部は、経産省からASETへ委託されているセキュア・プラットフォームプロジェクトの成果である。

参考文献

- [1] セキュア・プラットフォーム推進 Consortium <http://spf.jeita.or.jp/index.htm>
- [2] F.Machida, et al., "Guarantee of Freshness in Resource Information Cache on WSPE: Web Service Polling Engine, CCGrid'06, 2006
- [3] F.Machida, et al., "Adaptive Monitoring for Virtual Machine Based Reconfigurable Enterprise Systems", ICAS07, 2007