

## 統合アクセス制御のための 資源情報キャッシュ更新管理方式の性能評価

但野 紅美子<sup>†</sup> 町田 文雄<sup>†</sup> 川戸 正裕<sup>†</sup> 前野 義晴<sup>†</sup>  
日本電気株式会社 サービスプラットフォーム研究所<sup>†</sup>

### 1. はじめに

企業のセキュリティ管理において、統合的なアクセス制御管理機能の重要性が高まっている。統合的なアクセス制御のためにアクセス制御ポリシーを一元的に生成し、個々のプラットフォーム個別の形式に適切に変換するためには、アクセス制御の対象となる多数の資源情報の効率的な収集・管理が必要となる。検索した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[1]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。セキュア・プラットフォームプロジェクトでは、多数の資源情報を高速に参照するために、資源情報をキャッシュし、キャッシュを選択的に更新する資源情報管理機能を開発している[2]。文献[2]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、本機能による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検証した。しかし、[2]では、実システムにおける各々の資源情報の参照頻度の違いを考慮していない。ゆえに、本稿では、企業システムを用いた実証実験環境における各資源情報に対する参照頻度を測定し、その実測値に基づいた応答時間のシミュレーションを行った。

### 2. 資源情報管理機能

図1に示すように、資源情報管理機能は、検索処理機能、資源情報収集機能、資源情報キャッシュ、資源情報更新管理機能の4つのコンポーネントから構成される。検索処理機能は、クライアントから資源情報の検索要求を受信し、要求された資源情報を返却する。検索処理機能は有効な資源情報がキャッシュに格納されていなければそれを返却し(キャッシュヒット)、

格納されていなければ資源情報収集機能を用いて収集した資源情報を返却する(キャッシュミス)。資源情報は CIM[4]を用いて表される。資源情報収集機能は、WS-Management[3]プロトコルを用いて、リモートの管理対象ホスト上のエージェントから資源情報を収集する。資源情報更新管理機能は、定期的にキャッシュ内の資源情報から有効期限が近く、過去の検索履歴より検索される確率が高いと推定される資源を更新対象として抽出し、管理対象ホストから更新対象の資源情報を収集して、キャッシュ内の資源情報を更新する。このように、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、検索応答時間の短縮が可能となる。

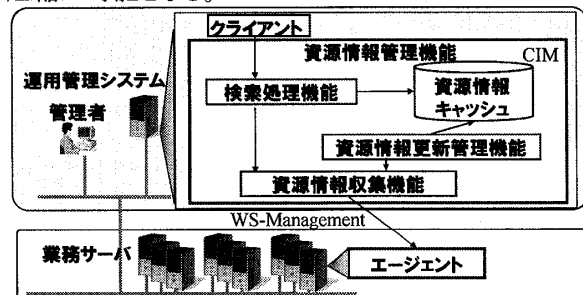


図1 資源情報管理機能の構成

### 3. 性能評価

#### 3.1 基礎実験

資源情報管理機能の基礎実験のための実験環境を図3に示す。資源情報管理機能とエージェントはそれぞれ2台の物理ホスト上のゲスト VM 上にインストールした。本実験は下記の手順で実施した。

(1) 実証実験環境において実際に検索された各 CIM クラスの参照回数数の測定

(2) 各 CIM クラスの収集処理の所要時間の測定

(1)では、実際の資源情報の検索パターンの一例として、実証実験環境への新規アクセス制御モジュール導入時に発行された検索クエリを用いた。(2)では、資源情報管理機能が、リモートの管理対象ホスト上のエージェントから各 CIM クラスの1つのインスタンスを 10 回ずつ取得した際の、平均所要時間を求めた。各 CIM クラスの参照回数と所要時間の測定結果を表1に示す。

<sup>†</sup>Performance Evaluation of Update Control System of Resource Information Cache for Integrated Access Control

Kumiko Tadano, Fumio Machida, Masahiro Kawato and Yoshiharu Maeno

<sup>†</sup>Service Platforms Research Laboratories, NEC Corporation

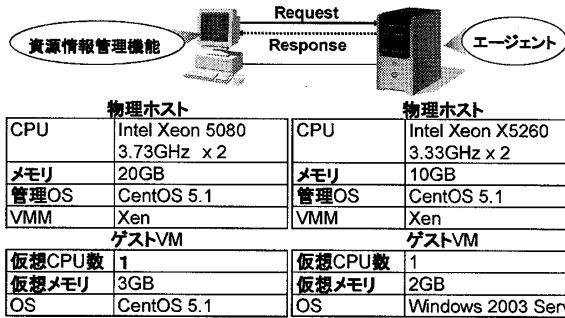


図2 実験システム構成  
表1 測定結果

物理ホスト	物理ホスト
CPU Intel Xeon 5080 3.73GHz x2	CPU Intel Xeon X5260 3.33GHz x2
メモリ 20GB	メモリ 10GB
管理OS CentOS 5.1	管理OS CentOS 5.1
VMM Xen	VMM Xen
ゲストVM	ゲストVM
仮想CPU数 1	仮想CPU数 1
仮想メモリ 3GB	仮想メモリ 2GB
OS CentOS 5.1	OS Windows 2003 Server

収集対象 CIM クラス	所要時間 [秒]	検索回数
CIM_ComputerSystem	0.1224	1590
CIM_FileSystem	2.2422	56
SPF_Directory	0.3979	249
CIM_LogicalFile	0.6504	133
SPF_FileSystemCapabilities	0.1227	21
SPF_ReferenceMonitor	2.2484	594
SPF_RMTargetSettingData	0.0868	220
SPF_PolicyEnforcementService	2.1653	535
CIM_ElementCapabilities	2.7684	41
SPF_TargetReferenceMonitor	1.4605	374
CIM_ElementSettingData	2.7400	220
SPF_WinRegistry	0.0822	123
SPF_RegistryKey	1.6114	155
SPF_RegistrySubKey	1.3932	398
SPF_RegistryCapabilities	0.1322	20
SPF_SystemRegistry	0.3393	31

### 3.2 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、3.1 の実測値を元に、検索応答時間をシミュレートした。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。

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

1 更新周期で更新する資源情報の個数は  $m$  以下とする。 $m$  はシステム負荷による制約を表す。更新対象となる資源情報は、有効期限までの残り時間が  $T_{ex}$  以下のものから選択する。

資源情報管理機能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トし、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、下記の 3 つの場合を比較した。  
(a) 検索率の高い順に更新対象が選択された場合  
(b) ランダムに更新対象が選択された場合  
(c) 能動的な更新を行わない場合  
(c) では Web プロキシのキャッシュと同様に、キャッシュミス時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。 $T_{ex}$  は[2]より  $T_{res}$

を最小化する 0 とした。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  $0 \leq x \leq 10$  [秒] 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  $t=0$  から  $t=200$  [秒] まで、更新周期  $t_{interval}=5$  [秒] として繰り返した。 $T_{hit}$  は、[2] の実測値 0.0046 秒を用いた。 $T_{miss}$  は、3.1 の実験結果より、実際に検索された各 CIM クラス  $r_i$  の平均応答時間  $T_i$  に、参照回数  $C_i$  で重み付けを行った下記の式で求めた。

$$T_{miss} = (\sum C_i \cdot T_i) / \sum C_i$$

上式より、 $T_{miss}=1.0738$  となった。

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、平均で 0.238 秒、29.34% の応答時間の削減が確かめられた。提案方式(a)と従来方式(c)の  $T_{res}$  の差分は、平均で 0.539 秒であり、66.67% 応答時間の削減が確かめられた。

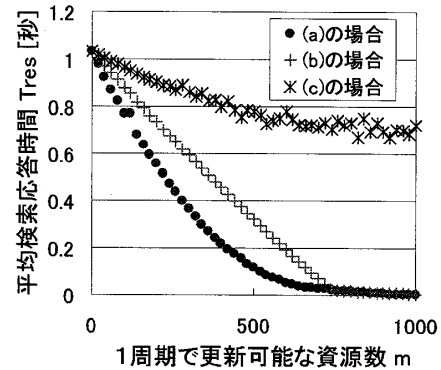


図3 更新可能な資源数と応答時間の関係

### 4. まとめ

本稿では、キャッシュした資源情報を選択的に更新する方式の有効性を、システム導入時の実際の検索クエリに基づいたシミュレーションにより検証した。更新方式により、従来手法と比較して検索応答時間が平均で 66.67% 削減されることを確認した。

### 5. 謝辞

本研究は、経済産業省から技術研究組合 超先端電子技術開発機構(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] F.Machida et al., "Guarantee of Freshness in Resource Information Cache on WSPE: Web Service Polling Engine, CCGrid'06.
- [2] K.Tadano et al., Scalable Cache Update Control for Resource Information Service using WS-Management, SVM09.
- [3] WS-Management, <http://www.dmtf.org/standards/wsman>
- [4] CIM, <http://www.dmtf.org/standards/cim/>