

L-001

グリッド技術によるポリシーベースのクラスター間リソース融通 Policy-based Inter-Cluster Resource Borrowing Using Grid Technologies

崎山 伸夫[†]
Nobuo Sakiyama

吉田 英樹[†]
Hideki Yoshida

木村 哲郎[†]
Tetsuro Kimura

1. はじめに

クラスター内でリソース調整を行う現状のクラスタシステムでは、ノード間でサービスを移動させることによって負荷の調整や障害時のプロビジョニングノードへのフェイルオーバーを行う。このようなクラスター内に限定された調整には、クラスター内での一時的な過負荷による応答時間の遅延やプロビジョニングノード利用開始後の冗長度の低下などの課題がある。

これらの課題を解決する方法の一つとして、他のクラスターの空きリソースを利用してリソース調整を行う方法が考えられる。我々はグリッド技術を用いてクラスター間のリソース融通を行う方式を提案し [1]、リソース検索について Web オントロジー言語 OWL [3] をリソースおよび制約条件の記述に用いたプロトタイプ実装を行った (図 1)[2]。

このリソース融通の適用範囲をさらに広げて異なる企業間で行うよう拡張するには、提供側と利用側双方のポリシーのマッチングも必要となる。本稿では、リソース検索時に行うポリシーのマッチメイキングの効率的な実現方法と、ポリシー情報集約方式を提案し、課題についてまとめる。

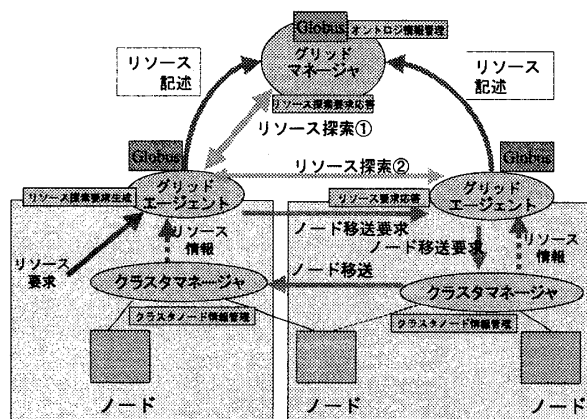


図 1: システムの全体構成

2. ポリシーベースのリソース融通

事前の約束のない多数の組織間で動的にリソースを融通するには、リソースの提供や利用といった個々の動作について認証や資格の確認、融通内容の条件、および動作についての監査の条件等についての合意が必要となる。これらの個々の動作についての条件をルールとして記述したものをここではポリシーと呼ぶ。

[†]株式会社 東芝 研究開発センター,
Corporate Research & Development Center, TOSHIBA Corporation

ポリシーベースのリソース融通においては、ポリシー記述つきリソースマッチメイキングが必要となる。利用側クラスターは、リソースが必要ときにリソースに要求するポリシーと自身が満たすことが可能なポリシーの組を提示してリソースを要求する。一方で提供側クラスターは、各リソースについて、リソースが満たすことが可能なポリシーと利用側クラスターに要求するポリシーの組を提示しておく。リソースの要求によってリソースについてのポリシーと利用側クラスターについてのポリシーの両方についてマッチメイキングが行われ、適切なリソースが選ばれる。

最後に、利用側クラスターと選択されたリソースを支配するノードで、設定されたポリシーに基づいて、認証、条件の合意、監査などのポリシー強制が実行される。

3. ポリシー記述つきリソースマッチメイキング

クラスター間リソース融通ではリソース数はクラスター毎に数百から数千となると考えられる。各リソースに与えられるポリシー記述の複雑さを考慮すると、各クラスターが用意するポリシー情報は大きく複雑なものとなる。多くの異なる組織の間でリソースを融通する場合、リソース融通先クラスターを選択するために各クラスターのポリシー情報をそのまま交換しあうと、全体のサイズが非常に大きなものとなり、情報転送時間や検索時間の増加を招く。

そこで、ポリシーのマッチメイキングを適切な時間内に行うために、候補の絞り込めを目的とした単純化されたポリシーを用いた予備的マッチメイキングと、絞り込まれた候補に対する正確なマッチメイキングの 2 段階構成をとる方法が有効である。この手法の実現において非常に重要な役割を担うのが、各クラスターの大きく複雑なポリシー情報を簡単な情報に集約するポリシー情報集約である。

また、この 2 段階のマッチメイキングは、先に提案したクラスター間のリソース融通 [1] の方式とも相性がよい。既提案の方式では、サーバの OS やアーキテクチャなどの静的リソース情報を用いて候補クラスターを粗く選択し、ネットワークの状態などの動的リソース情報を用いて適切なリソースを選択する 2 段階のマッチメイキングを行っている。その方式とここで述べた 2 段階のマッチメイキングを組み合わせると、静的リソース情報についてリソース情報集約を行い 1 段階目のマッチメイキングとし、集約しない静的リソース情報と動的リソース情報を用いて 2 段階目のマッチメイキングを行うことで、おおまかな情報による簡潔な絞り込みと詳細な情報による適切なリソース選択をよりうまく両立することができる。

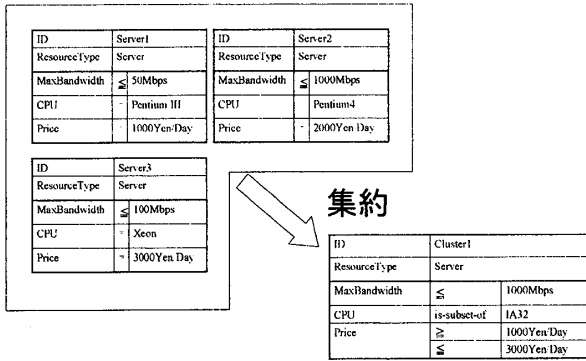


図 2: ポリシー情報集約の例

3.1 ポリシー情報集約の実現

ポリシー記述は、各リソースについて条件式の集合が紐付けされているとする。条件式は、主部と述部をもつ。述部は述語と1つ以上の引数からなる。

ポリシー情報集約はクラスタごとに次のようなステップをとる。

1. 同種のリソースについてのポリシー記述を集める
2. 各リソース種別ごとに主部が同一の記述を集める
3. 各主部ごとに条件式の論理和を求める
4. 生成された条件式集合を各リソース種別に紐付けてクラスタのポリシー記述とする

このステップにより、個別のリソース識別子の情報が削られ、同一内容の複数の条件式が1つの条件式へと圧縮されることで、通信量が削減される。

また、論理和演算の対象となる条件式の内容を調べることで、さらに情報を圧縮することができる。具体的には、数値の範囲指定の包含関係を利用したり、リソースやポリシーのモデルのクラス階層を利用して複数の条件式を併合したり、さらに条件を緩和する形で条件式の数を減らすことができる。

具体例を図2に示す。これは、3つのサーバリソースの個別のポリシーを1つのポリシーに集約している例である。サーバで提供可能な帯域の上限が最大のもので代表され、サーバのCPUについて個別のモデルからそれらを包含するアーキテクチャに緩和され、単価が個別の値付けから最大値と最小値で表現される価格幅に緩和される形で集約され、情報の量が減少している。

このような不可逆な圧縮によってポリシー情報を削減すると、マッチメイキングの結果として出力される候補はもとの場合と異なることになるが、情報を圧縮するのにもつぱら条件を緩和する形で情報を減らしているので、情報集約の副作用は検索結果に本来ならばマッチしないものが混入するという形でのみあらわれ、最適なものが検索結果に残らないという形にはならない。

ポリシー情報集約は1段目のリソース提供候補クラスタの選択にのみ用い、2段目で集約しない情報による正確なマッチメイキングを行うので、最終的なリソース選

択の結果に影響を与えない。リソース提供候補クラスタはポリシー情報集約を行わない場合に比べて増えるが、候補クラスタ増加に伴うリソース選択時の通信量や処理の増加を上回る通信量や処理の削減がポリシー情報集約によって実現できれば問題ない。

4. 今後の課題

4.1 OWL 上でのポリシーモデルの作成

本研究ではリソースおよび制約条件の記述に OWL を用いている。従って、OWL によるポリシー記述の標準化 [4] やポリシー記述を用いたサービス自動化の既存の研究 [5][6] とクラスター間リソース融通の前提の共通点と相違点を比較検討しつつ、ポリシーベースのクラスター間リソース融通のために必要なポリシーモデルを構築していく必要がある。

4.2 OWL で実現できないポリシー記述の拡張

OWL では数値による範囲指定をモデル化して包含関係のマッチングを実現することはできない。従って、OWL とは異なる枠組を導入して OWL によるモデル記述と検索を拡張する必要がある。

4.3 ポリシー情報集約の有効性検証

ポリシー情報集約が実際に通信量や処理の量を削減することができるかどうかは未検証である。現実的な利用例のなかで検証する必要があると考えている。

5. おわりに

本研究では既提案のグリッド技術によるクラスタ間のリソース融通について、組織間での融通を実現するためのポリシーベースのリソース融通を提案し、その実現に必要なポリシー記述つきマッチメイキングとポリシー情報集約方法を述べ、今後の課題についてまとめた。

今後は本アーキテクチャの実装を行いながらより詳細な技術課題を洗い出し、異組織間でのクラスタ間融通を実現していく予定である。

参考文献

- [1] 吉田, 他, グリッド技術によるクラスタ間リソース融通, 情報処理学会第 66 回全国大会, 2004 年 3 月.
- [2] YOSHIDA, et al., OWL-Based Resource Discovery for Inter-Cluster Resource Borrowing, GGF11 Semantic Grid Applications Workshop, June 2004.
- [3] McGuinness, et al., Editors, OWL Web Ontology Language Overview, W3C Recommendation, February 2004.
- [4] The OWL Services Coalition, OWL-S: Semantic Markup for Web Services, November 2003.
- [5] Kagal, Rei: A Policy Language for the Me-Centric Project, TechReport, HP Labs, September 2002.
- [6] Uszok, et al., Policy and Contract Management for Semantic Web Services, Proc. of the AAAI Symposium on Semantic Web Services, March 2004.