

# マッシュアップサービスの省電力サービスルーティング

## Energy Efficient Service Routing for Mashup Service

張 善明 洪田 直彦 中原 健太 竹下 秀俊 岡本 聡 山中 直明  
 Shanning ZHANG Naohiko SHIBUTA Kenta NAKAHARA Hidetoshi TAKESHITA Satoru OKAMOTO Naoaki YAMANAKA

慶應義塾大学 大学院 理工学研究科  
 Graduate School of Science and Technology, Keio University

### 1. まえがき

クラウドサービスは、ネットワークを介してユーザとサーバとを接続し、ユーザの希望するコンテンツ又は機能を提供するサービスである。クラウドサービスの利用者の急増に伴い、クラウド全体の消費電力が増加しており、消費電力の削減が重要な課題となっている。ところが、現在のインターネットでは、ネットワークの消費電力削減とサーバの消費電力削減の研究は独立に行われており、クラウド全体での消費電力削減の研究が進んでいない。

そこで、我々はクラウドサービスの 1 つであるマッシュアップサービスについて、クラウド全体の消費電力を削減するサービスルーティング技術について提案し、評価した結果について報告する。

### 2. 省電力のサービスルーティング技術

現在のインターネットは、ネットワーク制御とサーバ処理に関する制御はそれぞれが個別の判断で行われており、サーバとネットワークはお互いの状態や制御状態を把握していない。従って、ネットワークおよびサーバを含めた全体の消費電力が最適に低減される仕組みにはなっていない。そこで、我々は、クラウドサービスの 1 つであるマッシュアップサービスについて、ネットワーク全体及びサーバ全体を含めた省電力化を実現できる省電力のサービスルーティング技術を提案し、評価を行った。

我々は、サービスルーティングを行うネットワークトポロジーについて新たな概念を提案してきた。具体的には、サーバ内の処理プログラム、データ（サービスパーツと呼ぶ）も 1 つのノードとして扱い、ネットワークトポロジーを構成するというものであり、各種処理プログラム、データといったサービスファンクションそのものに IP アドレスを割り当て、ネットワークのノード、リンクにサービスパーツを加えたサービスネットワークトポロジーを形成するというものである [1]。

サービスルーティングは OSPF (Open Shortest Path First) といったルーティングプロトコルを用いて、サービスパーツ間の通信コストや消費電力、処理負荷といった情報をリンクステートとして広告し、サービスレベルでのトポロジーを生成する。また、ネットワークを構成する光パスイッチング装置、サービスを提供するサーバ、そして、サービスサーバ内のサービスファンクションに対して、OSPF プロトコルのノードとして仮想的に割り当てる。サービスファンクションの OSPF ノードが持つリンクがサービスリンクであり、このサービスに関する消費電力と従来のネットワーク装置及びリンクの消費電力を加えた全体の消費電力が最少となるよう、マッシュアップサービスのパスを計算することで消費電力が小さいパスを導出できる。マッシュアップサービス構成を図 1

に示す。

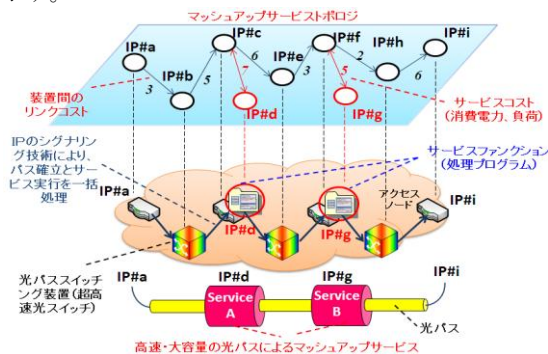


図 1. マッシュアップサービスおよび構成

### 2.1 3D ダイクストラ法による省電ルーティング

サービスルーティングの最小消費電力経路計算では、送信元と宛先だけではなく、経由すべてがサービスが指定される。そして、ネットワーク上の負荷分散のために同じサービスを異なる場所に複数配置されることが想定される。そこで、我々はダイクストラ法をベースに、トポロジーを拡張して、パス計算を行う 3D ダイクストラ法を提案した [2]。

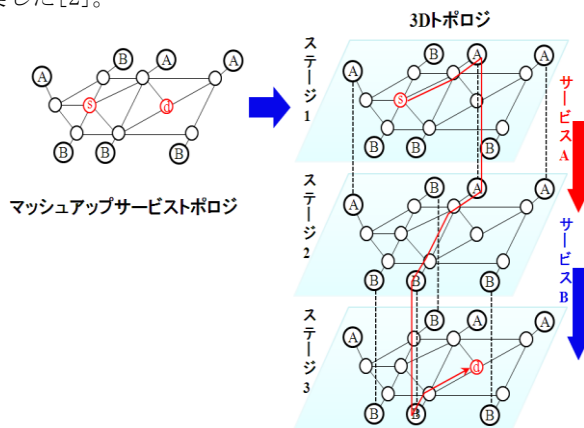


図 2. 3D ダイクストラ法および 3D トポロジー

3D ダイクストラ法は、与えられたサービスフローから計算用 3D トポロジーを生成し、その上でダイクストラ法を実行する手法である。サービスフローが与えられた場合、トポロジーを (経由サービス数  $M+1$ ) 個コピーしてステージとして階層的に配置し、送信元を最上層のステージに宛先を最下層のステージに設定する。最上層のステージを 1 番目として、上から  $i$  番目のステージと  $i+1$  番目のステージを  $i$  番目の経由サービスを提供するサービスファンクションの同一ノード同士で結合し、結合リンクのコストを 0 とする。3D ダイクストラ法の計算量は  $O(Mn \log(ML))$  となる。3D ダイクストラ法はノード数  $n$  お

よびリンク数  $L$  が  $M+1$  倍のトポロジでダイクストラ法を実行することと同義であり、全探索法の計算量と比較して、計算量に与える影響が小さくなり、計算時間を短縮可能である。

2.2 サービスコピーによる省電力化

サービスルーティングにより導出した経路パスが大きく迂回し消費電力が増えることを回避し、サービスアクションの選択肢を拡大できる、ノードへのサービスコピー手法について提案し、評価を行った[3]。具体的には、ノードに処理プログラムをコピーすることで、処理プログラムの実行場所を変更し、サービスネットワークトポロジを変更する。

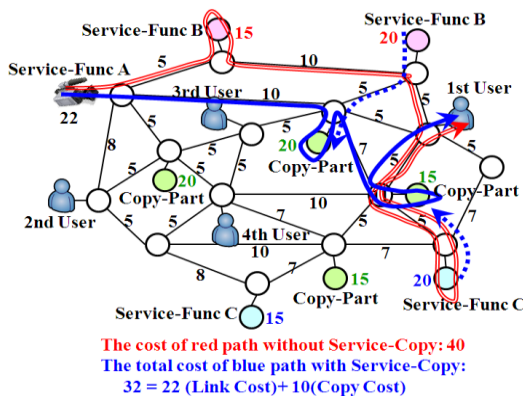


図 3. サービスコピーの概要図

サービスコピーでは、処理プログラムのコピーに伴い消費電力が増える。従って、少人数が使用するサービスあるいは短時間で終了するサービスではサービスコピーを行わない。そこで、提案方式はサービスコピーにかかる消費電力をコピー消費電力と定義し、従来のサービスルーティングが考慮していたリンクの消費電力およびサービスの消費電力を含めた全体の消費電力最適化サービスルーティングを実現することができる。

3. 特性評価

3.1 3Dダイクストラと Best-to-Best 法の消費電力比較

1000 ノード、平均リンクコスト 3651 であるトポロジにおいて、各サービスの提供アクション個数 1~10 の間変化させ、Best-to-Best と比較し評価を行った。

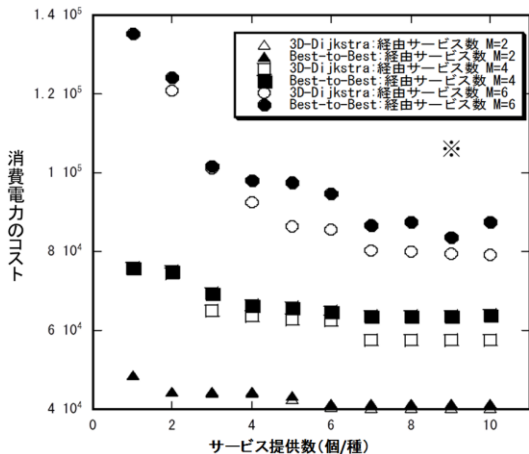


図 4. 3D-Dijkstra 法と Best-to-Best 法の消費電力比較

Best-to-Best はサービスパーツの接続順に従って、各サービスパーツ間でのコストの小さい経路を計算するが、ヒューリスティックなアプローチであり、計算の結果は最適な最小コストの経路ではない。

図 4 に示す様に、経路のサービス数の増加と共に、3Dダイクストラ法の消費電力は Best-to-Best 法より少ないことが分かる。

3.2 サービスコピー機能有無による消費電力の比較

図 3 の様なトポロジを利用し、整数線形計画法によるサービスコピーの評価を行った。

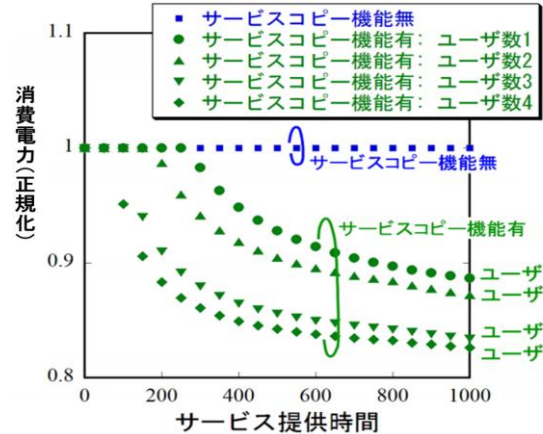


図 5. サービスコピー機能有無による消費電力比較

サービス提供時間を考慮し、図 5 に、サービスコピーを実行すれば、複数のユーザはコピー機能を共有できる、ユーザ数が多いほどサービスコピーによる合計消費電力削減効果が現れて、省電力化が図れることを確認した。

4. まとめ

マッシュアップサービスの省電力のサービスルーティング技術を提案し、3Dダイクストラ法及び、サービスコピー機能による省電力化が実現できることを検証した。

謝辞 本研究は総務省委託「広域災害対応型クラウド基盤構築に向けた研究開発（環境対応型ネットワーク構成シグナリング技術）」の成果である。

参考文献

[1] 岡本 聡, 荒川 豊, 山中直明, “ユビキタスグリッドネットワーク環境(uGrid)の研究提案,” 電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会, Vol. PN2007, No. 25, pp. 23-26, October 2007.  
 [2] 中原健太, 菊田 洸, 山田翔太, 石井大介, 岡本聡, 山中直明, “ユビキタスグリッドネットワーク環境(uGrid)におけるスケーラブルなサービス提供の実現のためのルーチングプロトコルの拡張,” 電子情報通信学会ネットワークシステム研究会, No. NS2010-56, pp. 49-54, September 2010.  
 [3] 渋谷 直彦, 中原 健太, 菊田 洸, 石井 大介, 岡本 聡, 大木 英司, 山中 直明, “E3-DCN におけるネットワークおよびサービス資源最適化サービスコンポジションシステム,” 電子情報通信学会ネットワークシステム研究会, Vol. 111, No. 344(NS2011-138), pp. 115-120, December 2011.