

# 位置情報応用サービスのための クラウドコンピューティングプラットフォーム

山田 啓<sup>†</sup> 田島 孝治<sup>†</sup> 大島 浩太<sup>‡</sup> 寺田 松昭<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>東京農工大学大学院 工学府

<sup>‡</sup>東京農工大学大学院 共生科学技術研究院

## 1. はじめに

近年、インターネットによるサービス提供基盤としてクラウドコンピューティングが注目を集めている。クラウドコンピューティングとは、膨大な数のサーバの連携でサービスを提供するが、利用者には一意なアクセス手段を提供し、リソースの場所を感知させないサービス提供形態である。これらにはクラウドを用いてサービスを提供するもの[1]や、仮想的な CPU コアやデータベース、ストレージなどのコンピューティングプラットフォームを提供するもの[2]がある。クラウドによるプラットフォームでは汎用的な機能が提供されており、サービス構築において様々な構成方式が考えられる。

本稿では位置情報応用サービスの提供に特化したクラウドコンピューティングプラットフォームを提案する。

## 2. 提案概要

提案プラットフォームではGPS端末を所有する利用者が位置情報をクラウドに通知し、それに対応した情報を端末から受け取るサービスを対象とする。提案プラットフォームを用いたサービスのイメージを図 1 に示す。提案プラットフォームではクラウドの内部に実空間の写像となる空間を構築する。提案プラットフォームを用いたサービスでは、利用者は共通のサービスゲートウェイを介して自身の位置情報に対応するノードからサービスを受ける。また、実空間上の情報は情報の位置に対応するノードが保持する。図 1 において、渋谷にいるユーザは渋谷に対応付けられたノードからサービスを受け、新宿に関する情報は新宿に対応付けられたノードが保持することになる。渋谷にいるユーザが新宿の情報を参照した場合、渋谷のノードが新宿のノード

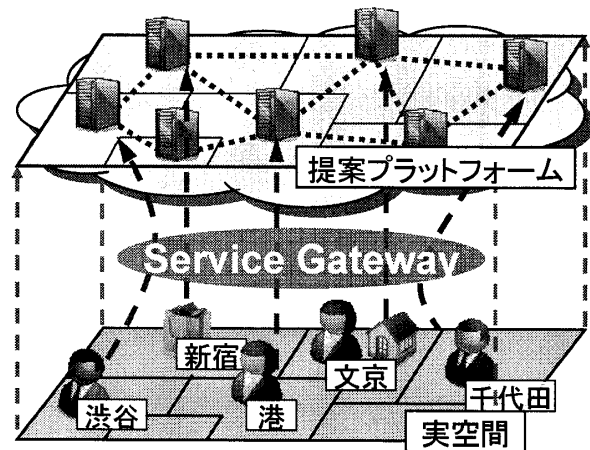


図 1 サービスイメージ

ドから情報を取得し渋谷のユーザに配信する。クラウドの内部でルーティングを行うことで、ユーザはクラウド内部での処理やリソースの所在を関知せずにサービスを利用できる。

提案プラットフォームはサービス構築において、サービスモジュールとストレージや通信等のリソース間のミドルウェアとして動作する。ノードは自身の担当範囲に対応付けられた位置情報の保持や、ノードの要求するサービスを実行する。提案プラットフォームを構成するノードは全て同じサービスモジュールを保持し、それぞれは対応付けられた位置情報で区別される。サービスレベルでは位置情報を対象に処理することで情報の所在などを意識せずに処理できる。ノードなどの構成要素をサービスレベルで意識せずに済むため、リソースに依存しないシンプルで柔軟なサービス構築を可能とする。

提案プラットフォームではオーバレイネットワークを用いて実空間の写像をクラウドの内部に構築する。図 1 のようにノードはそれぞれ対応付けられた座標にマッピングされ、近接しているノードとリンクを構築する。座標空間における近接関係でリンクを構築することで、地図の表示範囲内探索のような位置関係を反映した範囲クエリの転送やサービス範囲の柔軟な変更などが可能になる。

A Cloud Computing Platform for Location Based Services  
Kei YAMADA<sup>†</sup>, Koji TAJIMA<sup>†</sup>, Kohta OHSHIMA<sup>‡</sup>,  
Matsuaki TERADA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Department of Computer and Information Sciences, Tokyo  
University of Agriculture and Technology

<sup>‡</sup>Institute of Symbiotic Science and Technology, Tokyo  
University of Agriculture and Technology

### 3. オーバレイネットワーク構築方式

提案方式のクラウド構築におけるオーバレイネットワークは座標空間を反映可能でありかつ、プラットフォームとしての効率的な内部ルーティングを実現する必要がある。しかし既存のオーバレイネットワーク構築方式では座標空間のような多次元空間での効率的な情報探索や柔軟なトポロジ構成が困難であった。そこで、座標空間を反映可能なオーバレイネットワーク構築方式および、座標により経路を保持する経路地図を提案する。

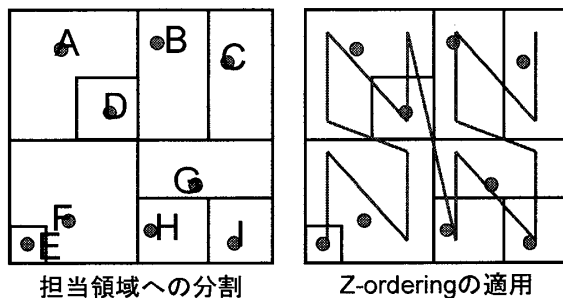


図 2 オーバレイネットワークの構築方法

座標空間を反映するオーバレイネットワークの構築方式を図 2 に示す。座標空間をマッピングされた各ノードが担当する領域で分割する。座標空間を Z-ordering により一次元に射影し、Skip Graphs [3] による経路表を構築する。これにより遠隔のノードを  $O(\log n)$  で探索可能となる。また、近接ノードや探索済みのノードは経路地図を用いて空間充填曲線とは別に経路を保持する。実際の座標探索の流れを Algorithm 1 に示す。

#### Algorithm 1

```

// Sx: ノード x の担当領域
// searchRoutingMap(n): 経路地図から n を探索
// seachSkipGraphsTable(n): Skip Graphs の経路表から最も n に近いノードを探索

pn = searchRoutingMap(p);
if(pn == null)
    // 経路地図にない場合 Skip Graph で探索
    pn = seachSkipGraphsTable(p);
return pn;
else
    // 経路地図で該当したノードを返却
    return pn;

```

未知の座標を担当するノードを探索する際 Skip Graphs で目標座標に近いノードを探索し、近傍ノードの探索で目標座標を担当するノードを発

見する。

近傍ノードの探索には経路地図を用いる。経路地図では各ノードに ID を割り当て、各ノードの担当する領域を ID の“色”で塗り分けられたビットマップの地図を作成する。これにより既存の経路表では表現が困難であった実空間を反映可能な形状での領域分割や、動的な領域の変更を容易にする。また、保持するノードの増加に対し内部探索コストが一定になる。提案方式での経路地図構築の例を図 3 に示す。

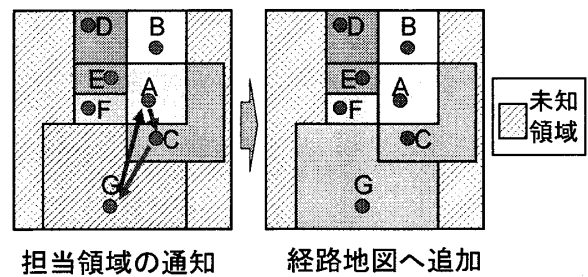


図 3 経路地図の構築

A が未知である G の担当領域内の座標を探索すると、G は応答時に自身の担当領域も A に通知する。A は自身の経路地図の G の担当領域を塗り替える。これにより近接ノードや既知の領域を担当するノードについて効率的なクエリ転送を実現する。

### 4. まとめ

本稿では位置情報応用サービスの構築に特化したクラウドコンピューティングプラットフォームおよびオーバレイネットワーク構築方式を提案した。今後、オーバレイネットワークの評価および、プラットフォームのプロトタイプ実装、提案プラットフォームを利用した位置情報サービスの構築を行い実稼動による評価を行う。

### 謝辞

本研究の一部は、共生情報工学推進経費の助成を受けている。

### 参考文献

- [1] Gmail: <http://mail.google.com/mail/>
- [2] Amazon Web Services: <http://aws.amazon.com/>
- [3] James Aspnes, Gauri Shah: “Skip Graphs,” Proceedings of ACM SIAM Symposium on Discrete Algorithms, pp.384-393, 2003.