

場を共有するオンラインサービスのための 自己起点モバイルグループ生成手法の提案

松本 直樹[†] 加藤 由花^{††} 小早川 倫広[†]

近年、携帯電話や GPS の普及に伴い、位置情報を利用したモバイルサービスに対する注目が高まっている。本稿では、グループ通信サービスの容易な提供を目指し、地理的に近くに存在するノードを、利用するサービスごとにグループ化する手法を提案する。提案手法の特徴は、ノードごとに利用サービス、検索範囲を指定したグループを生成可能な点にあり、その結果、パーソナライズ化されたモバイルサービスの実現が可能になる。メッセージの送信には位置情報を利用したオーバーレイネットワークであるドロネーネットワークを利用し、メッセージの効率的な分配を実現する。

A Mobile Group Management Method for Online Services using Location Data

Naoki Matsumoto[†] Yuka Kato^{††} and
Michihiro Kobayakawa[†]

Recently, with the spread of use of cell phones and GPS devices, mobile services using location data become the focus of our attention. In this paper, we propose a method making groups of nodes by provided services in the target geographically area in order to provide group communication services easily. The feature of the proposed method is that it is possible to make node groups with services and a range of search by each node as a source node, and so we become to be able to provide personalized mobile services by using the method. To send messages to all nodes in the target network, the proposed method uses a Delaunay network, which is an overlay network, and as a result, the method makes it possible to distribute the messages to the nodes effectively.

1. はじめに

携帯電話や GPS の急速な普及に伴い、位置情報を利用したモバイルサービスに対する注目が高まっている。同じ電車内の乗客同士で Tweet の投稿・参照ができる Tweet on Rails[1]や、同じ場に滞在するユーザ同士で音楽情報を共有する JAMS[2]等が提案されているほか、位置情報利用サービスである foursquare[3]等が多くのユーザを獲得している。本稿では、このような位置情報を利用したサービスの構築を支援することを目的に、サービスに参加するノード（携帯端末）間でオーバーレイネットワークを構築し、その上で効率的にサービス提供を実現する手法を提案する。

なお、本稿で対象とする位置情報利用サービスは、ある目的を持って実際に人が同じ場に滞在している状態での利用を想定しており、例えば、サッカー場、学校、電車内などでの情報共有を考えている。そのため、サービスに参加するノードの数は、数十〜数万程度までを前提とする（サッカー場の収容人数である 5 万人程度を上限とする）。具体的なアプリケーションとしては、下記の 3 種類を想定し、これらに対応可能な方式を設計することとした。

- ・ブロードキャスト型：サービスに参加している全ノードにデータの配信を行うタイプ。配信先からの応答は不要である。参加ノード間で Tweet を共有する Tweet on Rails はこのタイプに分類される。
- ・リプライ要求型：サービスに参加する特定のノード間でデータのやりとりを行うタイプ。好みの音楽を検索し、ノード間でストリーム配信を行う JAMS はこのタイプに分類される。
- ・ k 近傍法型： k 個の近傍ノードにのみデータを配信し、その応答を受け取るタイプ。特定の通信先を指定せず、サービスに参加するノードの一部に要求を送信する。ある事項に対する抽出調査を行いたいサービスなどが想定される。

提案方式の利用イメージを図 1 に示す。この例では、同じ場に滞在するノードを、利用サービスごとにグループ化し（つぶやきグループ、チャットグループ、アンケートグループ）、グループごとにオーバーレイネットワークを構築している。

ここで、オーバーレイネットワークの構築にあたっては、上記の想定アプリケーションでの利用の他、ノードの参加・離脱が発生すること（携帯端末の利用）、ノードの密度が比較的高いこと（ユーザはある目的を持って同じ場所に滞在している）を考慮する必要がある。本稿では、位置情報の利用がサービスの前提となっているため、位置情報を利用して構造化オーバーレイネットワークを構築することにより、

[†]東京都立産業技術高等専門学校ものづくり工学科

Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, Department of Monozukuri Engineering

^{††}産業技術大学院大学

Advanced Institute of Industrial Technology

これらの課題を解決することとした。位置情報を利用した構造化オーバーレイネットワーク構築手法には、位置情報を DHT に写像した GHT[4]や、4 分木モデルによりノードを地理的に管理する LL-net[5]等が提案されてきたが、これらの手法は全ノードへのブロードキャスト転送の効率が悪い、上位ノードに多くのトラフィック負荷がかかる等、想定アプリケーションでの利用には適していない。そこで本稿では、ドローン図を用いたオーバーレイネットワーク構築手法[6]を利用し、このネットワーク上で送信元からの距離を利用して配信先を決定するデータ転送方式を提案する。

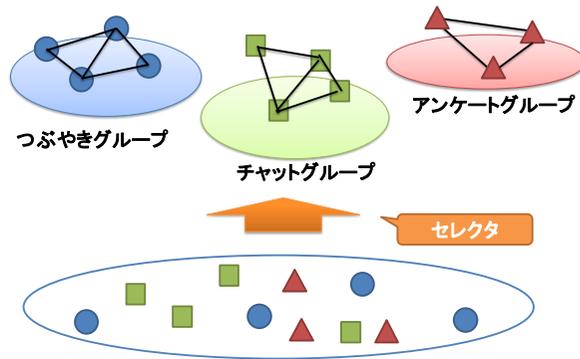


図 1 提案方式の利用イメージ

2. 提案方式

2.1 前提条件

方式の提案にあたっては、下記を前提条件とする。

- ・ サービスに参加するノードは、位置情報を取得できる携帯端末である。
- ・ 各ノード間は、3G 回線等によって end-to-end の接続が保証されている。
- ・ 各ノードは、対象ネットワーク内で一意に識別可能な識別子を有している。
- ・ 対象ネットワーク内のノードを管理するための管理用サーバ（以降、セレクトタと呼ぶ）が存在している。

2.2 方式の概要

提案方式は、以下の 4 つのステップによりサービスを提供する。

- (1) セレクトタへの登録：ノードは対象ネットワーク（場）に到着したときに、自身の識別子、位置情報、参加サービス種別をセレクトタに登録する。
- (2) サービスへの参加：ノードは自身が参加するサービスを選択する（端末上

で該当アプリケーションを起動する）。すると、ノードは、対象となるサービスを利用するノードで構成されるドローンネットワークに追加される。

- (3) データの配信：ドローンネットワークを利用し、周辺ノードにデータ、メッセージ等を配信する。ブロードキャスト型のサービスの場合はここで処理が終了する。
- (4) リプライの送信：リプライ要求型、 k 近傍法型のサービスの場合は、データ送信元からの要求に従い、ノード情報等を送信元に返す。

2.3 方式の詳細

ステップごとの処理の詳細を、以下に述べる。

2.3.1 セレクトタへの登録

セレクトタは、自身の管理対象領域に存在するノード N_i ごとに、IP アドレス $ip_address(i)$ 、位置情報 (x_i, y_i) 、参加サービス種別 $ServiceList(i) = \{S_a, S_c, \dots, S_k\}$ を保持する。ノードの追加、削除、および既存ノードのデータ更新（位置情報の変更等）のたびに、このリストも更新される。セレクトタ自身は管理領域ごとに存在するが、実装形態は任意であり、全世界で 1 台のセレクトタを用意することも可能である。また、セレクトタへのノード情報の登録のタイミングも任意であり、端末の電源がオンになった時点で登録する、位置情報利用サービスを起動した時点で登録する等が考えられる。

2.3.2 サービスへの参加

提案手法では、サービスごとのオーバーレイネットワークは、ドローンネットワークとして構成する（ネットワークの構築自体は、文献[6]に示されたアルゴリズムに従って行うものとする）。これはノードの位置情報を利用したネットワークであり、ネットワークトポロジがドローン図として構成されるネットワークである。各ノードは、自身の近傍ノードの情報のみを保持していればネットワーク構築が可能であり、また、近傍ノードとの通信により、局所的にネットワークの再構成が可能である。ドローンネットワークのイメージを図 2 に示す。

ここでは、ノード自身が参加するサービスを選択すると、該当するドローンネットワークにすでに参加しているノードの情報を、セレクトタが新規参加ノードに伝える。新規参加ノードは、このノード情報を利用し、自身の近傍ノードに関する情報を取得する。その結果、新規ノードを含みドローンネットワークが再構成される。

2.3.3 データの配信

構築したドローンネットワークを利用し、データ、メッセージ等の配信を行う。送信元ノードは、まず近傍ノードにデータを送り、データを受信したノードはさらに自身の近傍ノードにデータを送ることを繰り返し、グループ内の全ノードにデータを送信していく。このとき、ドローンネットワークでは、各ノードは自身の近傍ノードに関する情報しか保持していないため、何らかの対応をしない限り、データ

を重複して受信する，データがループする等の事象が発生する．本稿では，送信元ノードからの距離が増大する方向にのみデータを送信することにより，この問題を解決する．

ここでは，メッセージ M をグループ内の全ノード ($NodeList = \{N_1, N_2, \dots, N_n\}$) にブロードキャストする例を取り上げ，処理の詳細を説明する．まず，メッセージ M には以下の属性を持たせる．

- 発信元ノード： N_s
- 発信元ノードの位置情報： (x_s, y_s)
- メッセージタイプ： $type$ (ブロードキャスト/リプライ要求/ k 近傍法)
- オプション： opt (k 近傍法タイプの際に必要なノード数)

また，ノード N_i には以下の属性を持たせる．

- 自ノードの位置情報： (x_i, y_i)
- 近傍ノードリスト： $neighborNodeList = \{N_1, N_2, \dots, N_k\}$

ここで，図3のようなドローンネットワークがあるとする．今， N_s からメッセージ M を送信する．メッセージはまず N_s の近傍ノードである N_a と N_f に送付される． N_f は受信したメッセージを自身の近傍ノードである N_a, N_b, N_s に送付しようとするが，このとき， N_s からの距離が， N_s から N_f までの距離より長くなるノードにのみ送信を行う． D_{ij} を N_i から N_j までの距離と定義すると， $D_{sf} < D_{sb}$ ， $D_{sf} > D_{sa}$ ， $D_{sf} = D_{sf}$ となるので，この場合，メッセージは N_b のみに送付される．同様に N_a からは N_b, N_f にメッセージが送付されるが，後戻り，ループは存在しないので，効率的なメッセージ配信が実現する．

2.3.4 リプライの送信

メッセージタイプがリプライ要求型または k 近傍法型の場合，ノード間でのデータのやりとりが必要になるため，受信ノードは送信元ノード N_s に，自身の IP アドレスを通知する．この通信は，3G 回線等の下位層のネットワークを利用して行う．

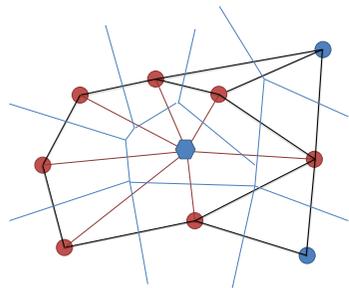


図2 ドローンネットワークのイメージ

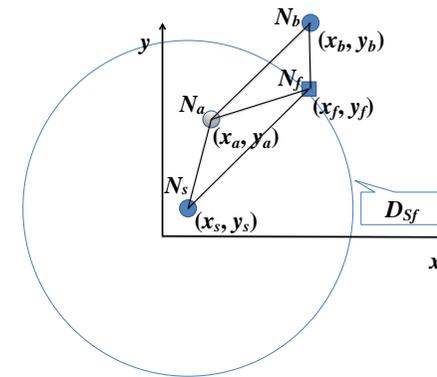


図3 転送先の選択方法

3. シミュレーション実験

提案手法により，グループ内の全ノードに対して，効率的にデータ転送が可能であることを検証するために，コンピュータシミュレーションによる実験を行った．実験では， $550\text{m} \times 550\text{m}$ のフィールドを模擬し，この範囲にランダムにノードを配置した状態でドローンネットワークを構築し，メッセージの送信を行った．メッセージは，ランダムに選択された1つのノードから送信され，ドローンネットワーク全体に配布されていく．なお，今回の実験では，ノードの追加・離脱・移動は考慮していない．

本実験では，ノード数を10～10000まで変化させ，ドローンネットワーク全体にメッセージが配布されるまでのステップ数を調べた．実験の結果を図4に示す．この結果から，提案手法はノード数の増加に伴ってステップ数が発散することがなく，効率的なデータ転送を実現していることがわかる．

4. おわりに

本稿では，位置情報を用いたサービスを開発するために，ドローンネットワークを利用して，メッセージを効率的に分配する手法を提案した．さらに，シミュレーション実験により，提案手法によって，効率的なデータ転送が可能であることを確認した．今後は，より想定環境に近いノード配置モデルを適用したシミュレーション実験を行うとともに，本稿の提案手法をより改良したアルゴリズムを考案し検証していく予定である．

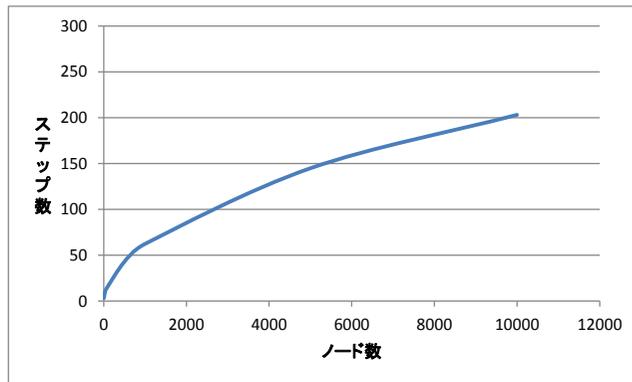


図 4 実験の結果

参考文献

- [1] 伊藤可久, 小川克彦: つぶやき電車: 鉄道利用者のための情報交換メディア, 情報処理学会インタラクション 2010, 2010.
- [2] 柴田浩明, 富澤智, 遠藤博樹, 加藤由花: コンテンツの局所性に着目した P2P 型音楽配信システム, 情報処理学会 DPS ワークショップ 2007, pp.37-42, 2007.
- [3] foursquare: <https://ja.foursquare.com/>
- [4] Ratnasamy S., Karp, B., Yin, L., Yu F., Estrin, D., Govindon, R. and Shenker, S.: GHT: A Geographic Hash Table for Data-Centric Storage, Proc. 1st ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications (WSNA'02), pp.78-87, 2002.
- [5] 金子雄, 春本要, 福村真哉, 下條真司, 西尾章治郎: ユビキタス環境における端末の位置情報に基づく P2P ネットワーク, 情報処理学会論文誌 (データベース), Vol.46 (TOD28), pp.1-15, 2005.
- [6] 大西真晶, 源元佑太, 江口隆之, 加藤宏幸, 西出亮, 上島紳一: ノード位置を用いた P2P モデルのためのドロネー図の自律分散生成アルゴリズム, 情報処理学会論文誌 (データベース), Vol.47 (TOD29), pp.51-64, 2006.