

移

動オブジェクトに対する効率的な 地理情報配信手法

An Efficient Scheme for Broadcasting Geographic Information
to Moving Objects

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

羅勇 天笠俊之 吉川正俊 植村俊亮

研究の背景

▶ 携帯を初めとする移動端末への位置サービス

- GIS需要が高まっている
- 位置測定技術(GPSを搭載する「au」携帯電話)
- i-エリア(i-mode)、J-ステーション(J-フォン)

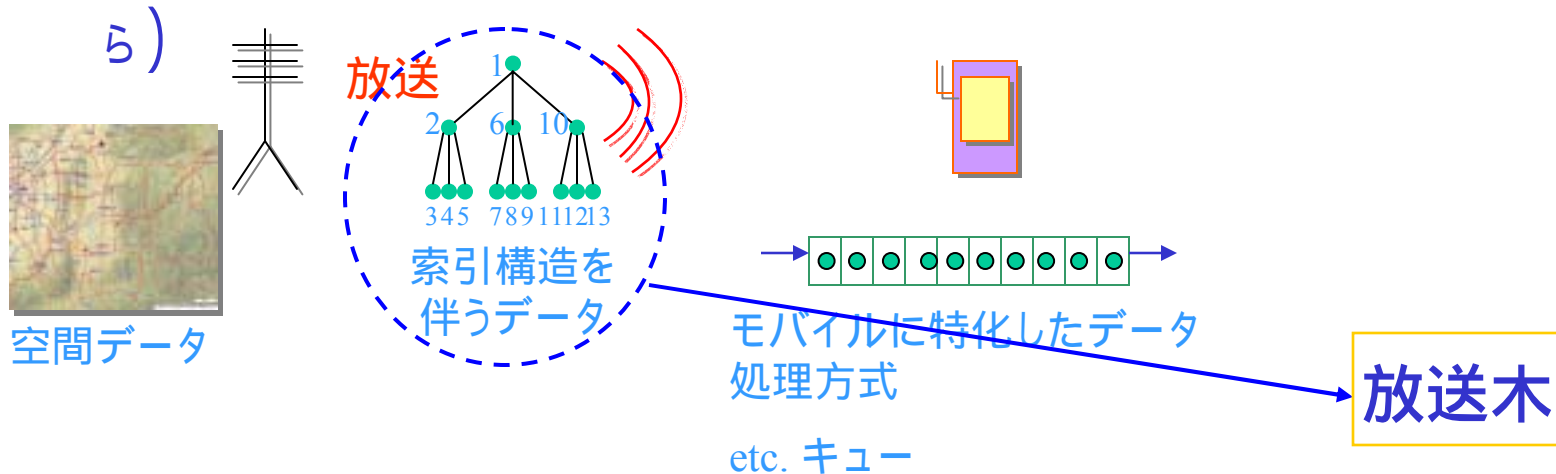
利用者の位置を自動的に取得することで、リアルタイムにその周辺情報を得ることができる。一方、情報提供側としても、利用者の位置に合わせたきめ細かい情報提供が可能となる

問題点:

1. 利用者数に対するシステムの負荷(特に地理情報検索)。
2. システム側から、利用者へ返されるデータ量が大きい場合、端末の処理能力が問われる。

データ放送による地理情報の配信

▶ ワイヤレスモバイル環境でのデータ配信 (S. Hambrusch ら)



◇ 放送側:

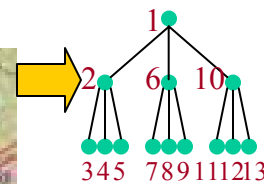
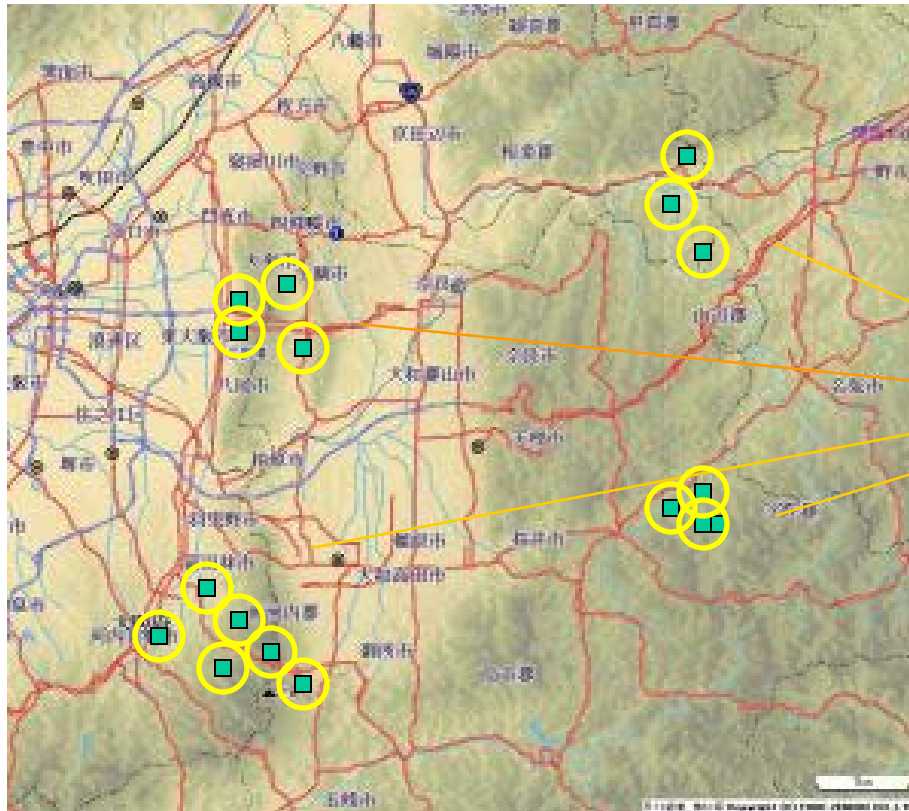
大きなサイズのデータ配信可能、不特定多数の端末に対応可能

◇ モバイル端末側:

狭い帯域幅、制限されたメモリ量、CPU処理能力、有限な消費電力
大きなデータを受信、処理可能

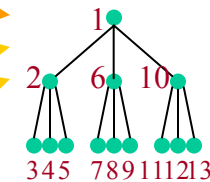
研究の目的

▶ 移動端末に対する効率的な情報配信



~~地理情報を
すべて放送~~

- ✧ 長い放送周期、長い待ち時間
- ✧ 情報更新に伴う放送木の再構築

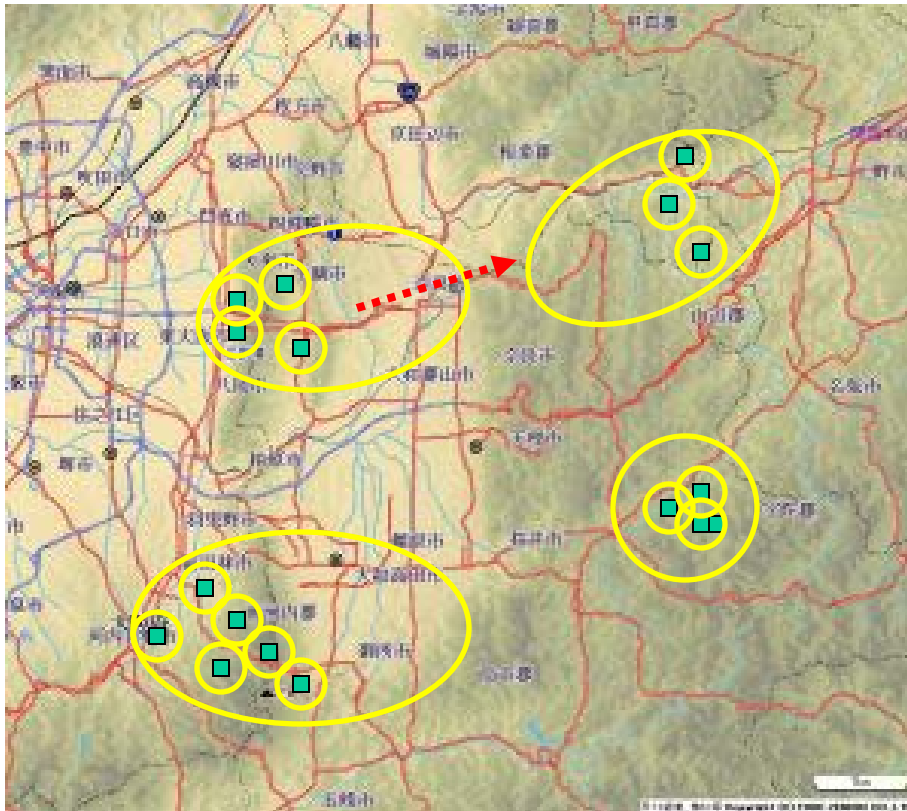


必要な地理情報
だけをすべて放送

- ✧ 端末周辺のデータだけを放送
- ✧ 端末位置に応じた動的な放送木の構築

提案手法

▶ グループに基づく移動端末のための放送木の構築

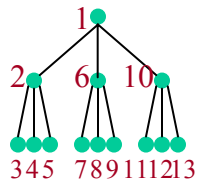
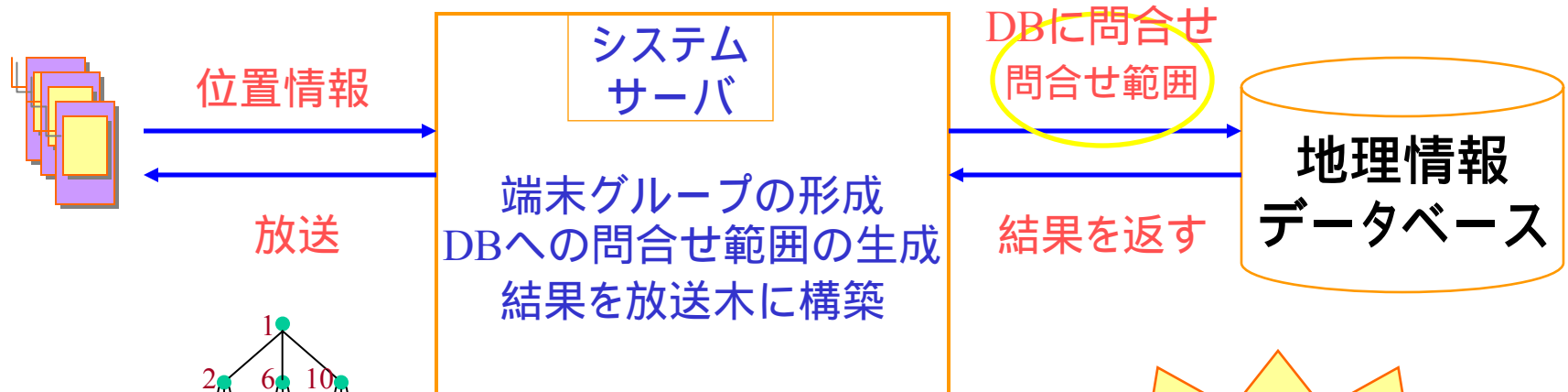


- ✧ 近接し、かつ速度と移動方向が類似した移動端末を1グループにまとめ、グループ単位で地理情報データベースに問い合わせ。

手法の3つの要素:

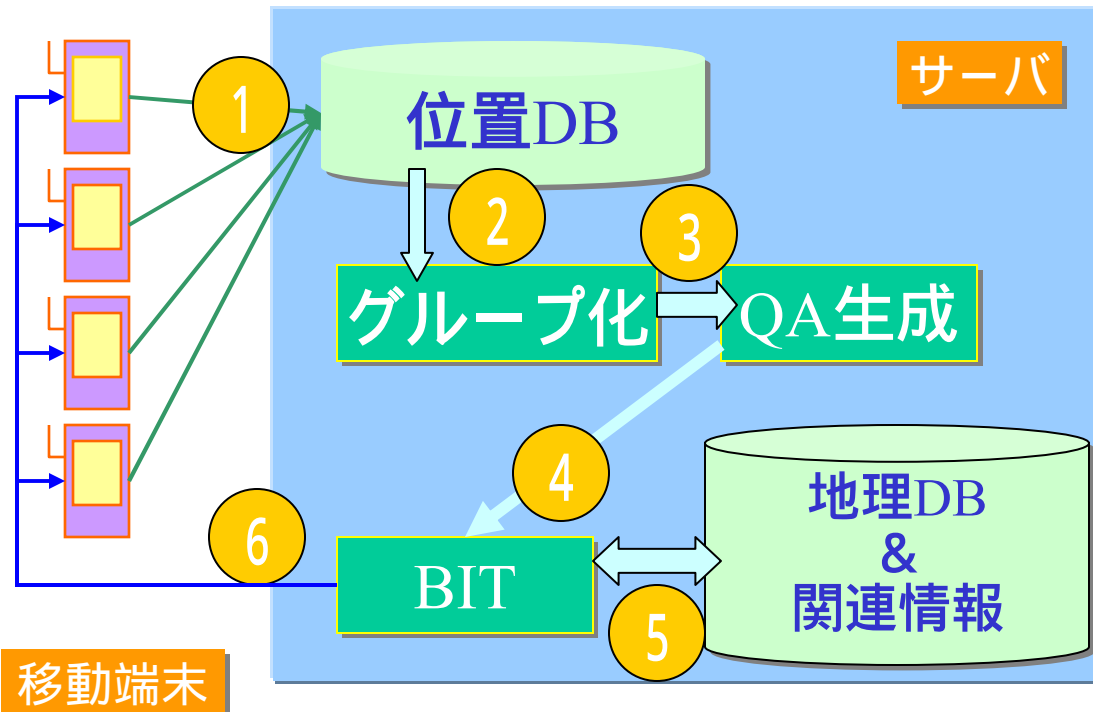
- ✧ 位置データの管理
- ✧ グループの形成及び維持更新
- ✧ 放送木の構築

手法のイメージ



動的に放送木を構築、
必要と思われる情報を
放送

処理の流れ



位置データの収集
位置、速度、方向を
元にグループ化を行
う
グループごとに全端
末を包囲する問合
せ範囲(QA)を求め
る

QAを用いてDB
に問合せした結果を
BITに構成
BITを放送する

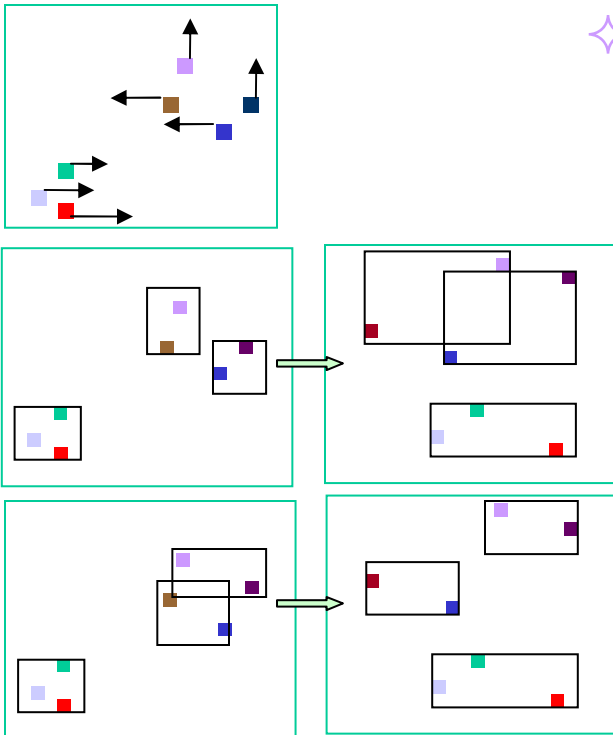
QA: Query Area
BIT: Broadcasted Index
Tree

位置データベース

- ▶ 位置データベースは各端末の位置、速度及び移動方向などの情報を格納する。
 - 位置、速度、移動方向は取得可能
 - 速度、移動方向が取得できない場合、位置情報から近似計算を行う

グループ化[1]

▶ 初期グループの生成



✧ 有効なグループ化を行うため、位置情報以外に、速度値と移動方向が必要。

位置、速度及び移動方向で特徴空間を構成し、クラスタリング手法によるグループ分け

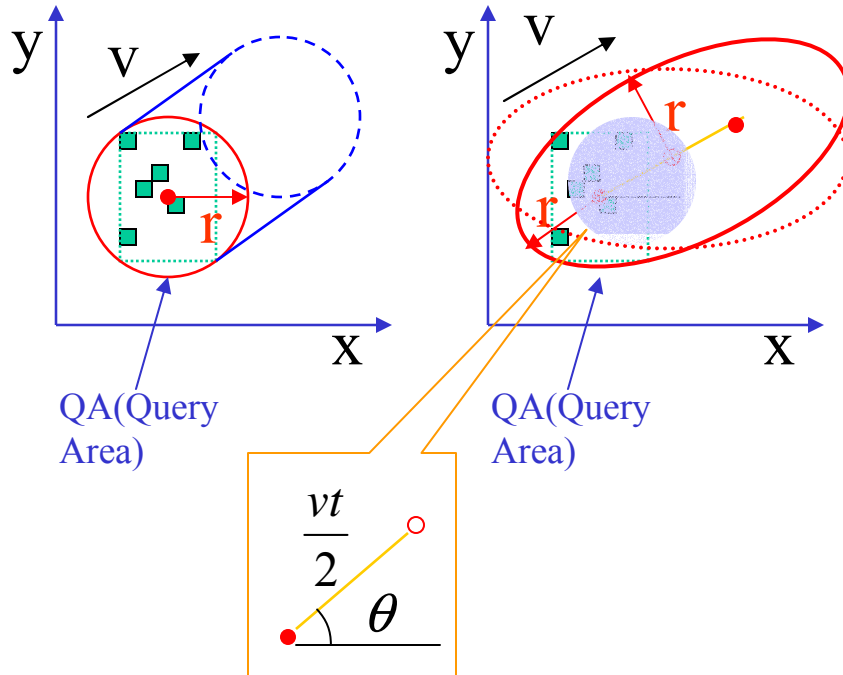
特徴ベクトル: $m_i = (x, y, v, \theta)$

本論文では、NN(Nearest Neighbor)法を使って、初期グループを生成する。

互いに隣接し、かつ速度と移動方向が類似した端末をグループにまとめる。

QAの生成

- ▶ グループ内の全端末を包囲する領域で、地理データベースへの問合せ範囲を決定する



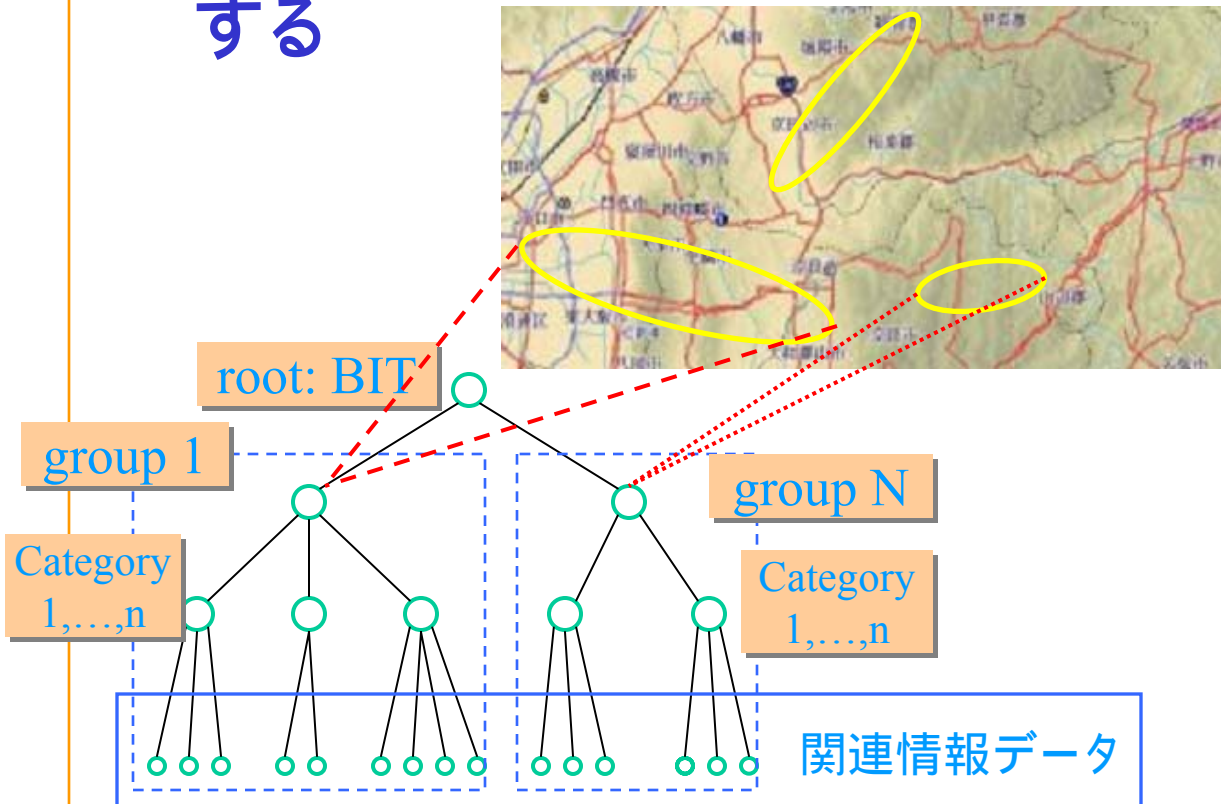
- ✧ 移動方向、速度値、放送周期を考え、問合せ範囲を決める
- ✧ グループが殆ど静止していれば、円状の問合せ範囲になる。
- ✧ 移動中であれば、その速度を反映できる楕円状になる

時間パラメータ内で、グループの移動距離を考慮

200: 時間パラメータは、放送木構築時間及び放送周期によって左右される

B ITの構築

▶ XML形式でBIT (Broadcasted index tree) を記述する



```

<root:BIT>
  <group id="1" x1="" y1=""
    x2="" y2="">
    ...
  </group>
  <group id="1" x1="" y1=""
    x2="" y2="">
    ...
  </group>
  ...
</root:BIT>
  
```

グループごとに得られた結果は、XMLのツリー構造として構築される。よって、端末側では、そのノードに対して、1つずつ細かい解析を行えるので、端末は、自分のほしいデータを得ることができる

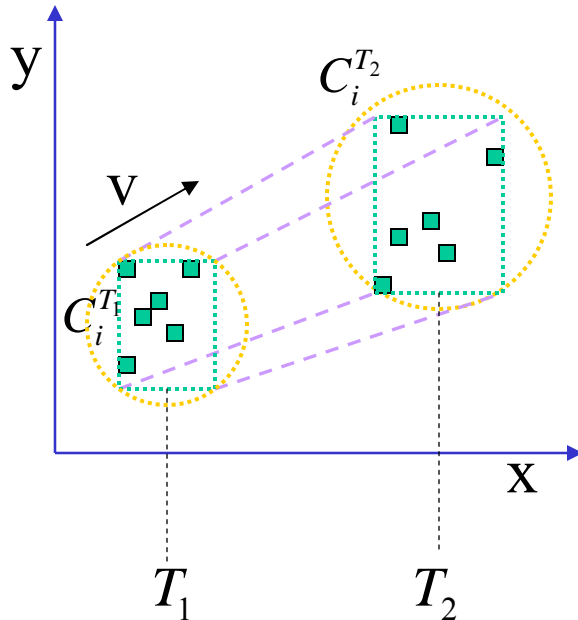
グループ化[2]



➤ グループの維持更新[1]

初期グループ生成以降

– 毎回クラスタリングを繰り返して行うのはコストが高い



1. グループ更新の判断

$$w < \frac{S_{(C_i, T_2)}}{S_{(C_i, T_1)}} \quad \text{グループを更新する}$$

$$w \geq \frac{S_{(C_i, T_2)}}{S_{(C_i, T_1)}} \quad \text{グループを更新しない}$$

Wは、閾値

$S_{(C_i, T_j)}$ はグループの最小包囲矩形面積

すべてのグループについて繰り返して更新判断する

グループ化[3]



グループの維持更新[2]

2. 端末の抽出及び再編成

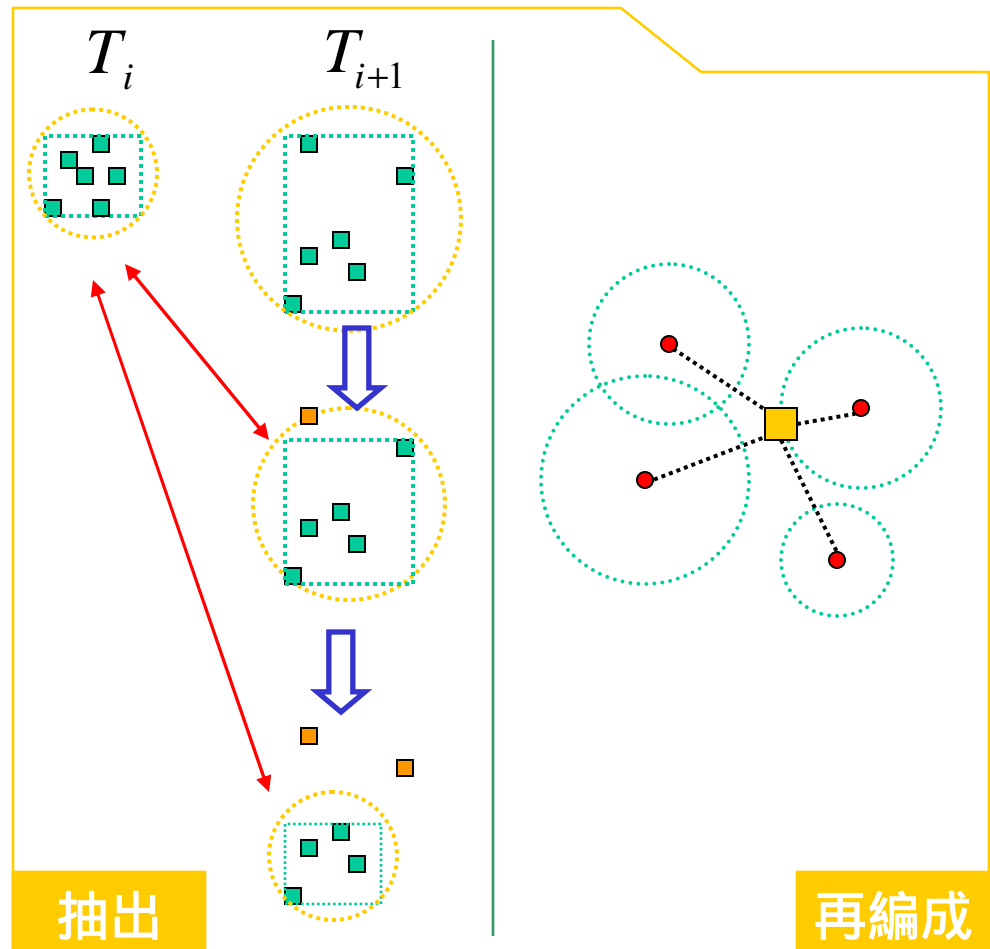
1. 各端末の特徴ベクトルとグループ平均特徴ベクトルで類似度を求める

$$\cos \beta_{(C_k, t_j)} = \frac{\langle m_{(C_k, t_j)}, m_{ave(C_k, t_j)} \rangle}{\|m_{(C_k, t_j)}\| \|m_{ave(C_k, t_j)}\|}$$

2. 類似度の最も低い端末を1つずつ取出し、残った端末での矩形面積を計算する。標準矩形面積との比を閾値wより小さくなるまで繰り返す

3. 抽出された端末について、新たに参加するグループを探索する。適切なグループが見つかなければ新たなグループを作成する

2002/03/06



抽出

再編成

まとめ



- ▶ グループに基づく移動端末のためのデータ放送木の構築
 - 位置、速度、移動方向に基づいて、移動端末をグループ化する
 - グループの最小包囲矩形面積によるグループの維持更新
 - 速度を考慮した移動端末のためのデータベース問合せ範囲の決定
 - XML形式の木構造を放送木とした

今後の課題

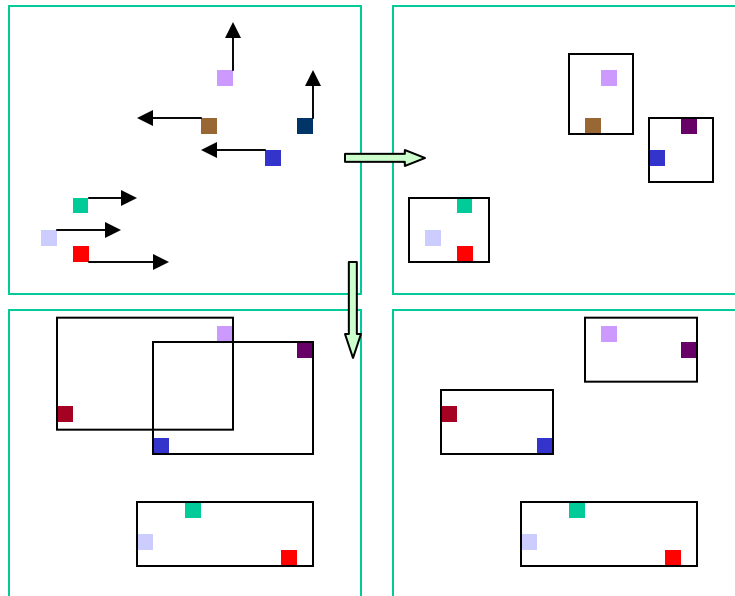


- ▶ シミュレーション実験を行い、移動端末のグルーピング効果の評価
- ▶ グループ範囲の重ね合せ部分の解消
- ▶ 道路に沿って移動する端末等へのグループ手法の適用検討

関連研究[1]



- ▶ 移動オブジェクトの位置情報管理 (参考文献[5][7])
 - TPR-tree(Time Parameterized R-tree)



移動オブジェクトの位置と速度を用いて、将来の位置を時間に関する線形関数で近似表現し、移動オブジェクトをその位置と移動方向に基づいて管理する

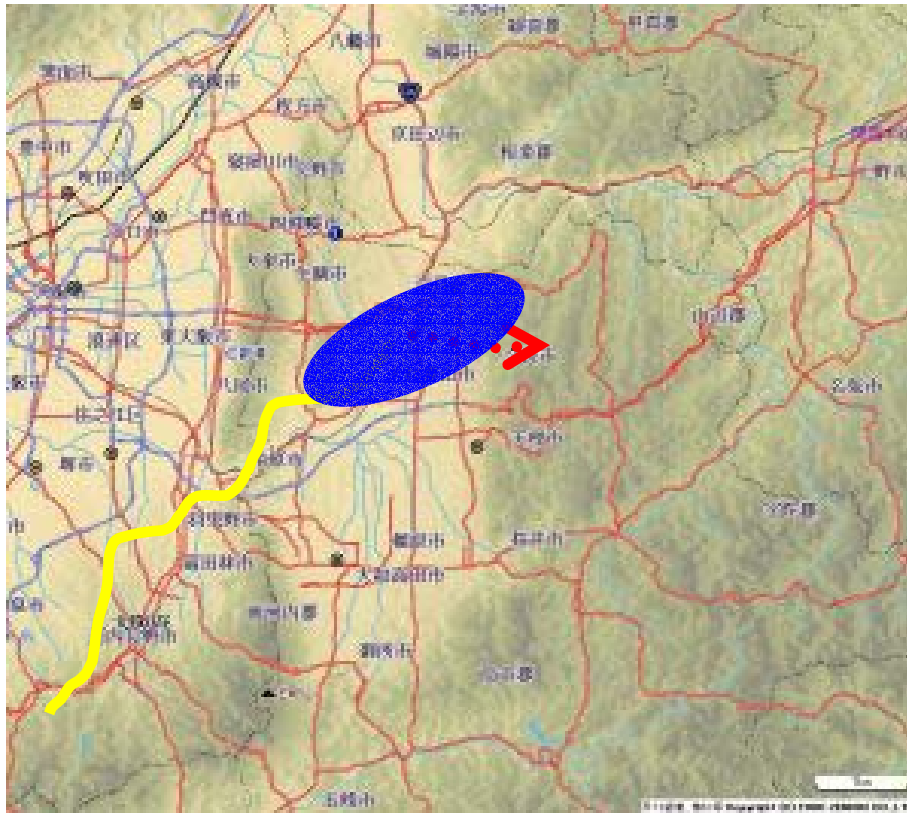
適用分野： 交通計画や交通状況予測など

関連研究[2]



▶ 移動オブジェクトに対する近傍情報の提供

(参考文献[4])



- ✧ 移動オブジェクトの位置及び移動経路に応じて、近傍のデータを連続的に提示する。
- ✧ 移動オブジェクトの状況(直線か、散策か)に対応した検索を実現

グループ化[3]



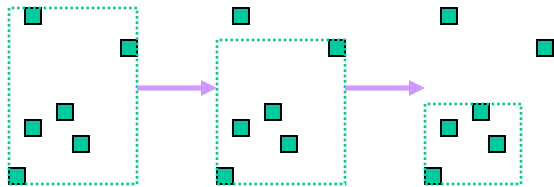
▶ グループの維持更新[2]

2. 端末の抽出

1. 各端末の特徴ベクトルとグループ平均特徴ベクトルで類似度を求める

$$\cos \beta_{(C_k, t_j)} = \frac{\langle m_{(C_k, t_j)}, m_{ave(C_k, t_j)} \rangle}{\|m_{(C_k, t_j)}\| \|m_{ave(C_k, t_j)}\|}$$

2. 類似度の最も低い端末を1つずつ抽出し、残った端末での矩形面積を計算する。標準矩形面積との比を w より小さくなるまで繰り返す



3. 抽出された端末の再編成

抽出された端末について、新たに参加するグループを探索する。適切なグループが見つかなければ新たなグループを作成する。

