

## 期末試験の出題

- 問題を事前提示、持ち込み不可
- 5問から2問を選択、400字程度で論ずる
  - LinuxのNetfilterの仕組み
  - アドホックネットワークの活用事例
  - Peer-to-peerネットワーク技術の動向
  - RFIDの問題点
  - 無線LAN測位の活用事例

## 2007年度前期 情報システム構成論2 第12回「RFIDと測位技術」

西尾 信彦

[nishio@cs.ritsumeai.ac.jp](mailto:nishio@cs.ritsumeai.ac.jp)

立命館大学 情報理工学部

## RFID: Passive vs Active

- Passive-type
  - No battery
  - Tiny, cheap, maintenance-free
  - Weak in presence perception
- Active-type
  - With battery, battery should be exchanged
  - Not so small, not so cheap
  - Good in presence perception



## Electromagnetic Induction vs Radio Wave

- 電磁誘導: Electromagnetic induction
  - Powered by magnetic field around antenna
  - 13.56MHz
- 電波励起: Radio wave
  - Powered by radio wave received
  - 2.45GHz, UHF(950-956MHz)

## RFID:各周波数帯での特徴

- 13.56MHz
  - Short (80cm) range
  - Broad area
  - Bulk reading is relatively possible
  - Metallic influence: big
  - Water influence: relatively small
  - Big tag size

## RFID:各周波数帯での特徴

- 2.45GHz
  - Relatively long (2m) range
  - Narrow area
  - Bulk reading is impossible
  - Metallic influence: big
  - Water influence: big
  - Small tag size

## RFID:各周波数帯での特徴

- UHF(950-956MHz)
  - Long (8m) range
  - Broad area
  - Bulk reading is relatively possible
  - Metallic influence: big
  - Water influence: Big
  - Relatively big tag size

## RFID: 日本での規格団体

- EPCグローバル
  - 以前のAutoIDセンター (MITを中心とする、日本ではWIDE)
  - 2003/9 (AutoID センター 1999)
  - 200数社
  - 64 bit, 96 bit
- Ubiquitous ID
  - T-Engineフォーラム、総務省
  - 2003/3
  - 国内220社
  - 128 bit

## RFID business?

- For goods identification
  - ID revolution?
  - Goods vs human
- Substitution for bar-codes.
  - Wal-Mart



MicroNodes

一見ただの照明スタンドに見えますが、手をかざしたり、プログラムで制御することにより、光の色や明るさを変化させることができます。この光の変化により、人物の在席/不在や会議室が使用中であるかどうかなどの情報を伝えることができます。また、照明の中にLinuxカーネルを実装したPDAが埋め込まれており、回転させることにより端末として利用することもできます。



Gate-type appliance

Passive型RFIDリーダーが内蔵されており、ゲートとして利用することができます。前を通過したRFIDタグに埋め込まれた情報を読み取り、入退室管理やユーザごとに選択された情報の表示を行います。その他に、物品管理などへの利用が考えられます。



Ubiquitous Application  
based on RFID:

*ticket to talk*

(Proactive Displays,  
Intel Research, Seattle)



## Tagging: モノからヒトへ



### 現状:

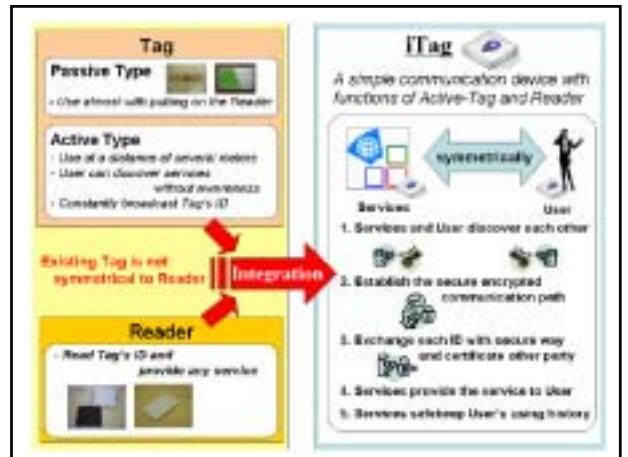
- FeliCa技術にもとづく
  - SUICA, ICOCA, Edy
  - おさいふケータイ, ...
- 非接触ではあるが, ...
- セキュリティとプライバシー保護のため接触とほとんど変わらない運用
  - 本人の意思の確認
  - デジタル(ワイヤレス)万引(される方)の防止

## ヒトへのTagging

- ユビキタス環境においては
  - 遍在するサービス提供ポイント
    - ヒトがサービスを発見
  - 様々なサービスの購買者(subscribers)
    - サービスがヒトを発見
  - 発見が鍵である
    - 発見の後, サービスの選択, そして利用
      - このときに意思の確認
    - パッシブ型RFIDでは距離や方向に左右され困難
  - 多少のタグの大型化やコストには目をつぶろう
    - モノと比べれば...

## ヒトへのTagging (続)

- アクティブ型RFIDが有望
  - 特にゼロアクションでの発見が魅力
  - しかし, ...
  - セキュリティとプライバシーの保護機構が必須
    - 相手と自分を認証し合う
  - 電池駆動のため省電力機構も必須
- リーダ機能との融合 - インタラクティブ型タグ
  - Challenge-Response認証
  - 暗号化されたIDの交換



# センサーICタグの適用

- センサー + 無線通信 + プロセッサ
- Crossbow/Intel Research/UCBのMote/Mica
- Karlsruhe Univ./TecOらのSmart-Its

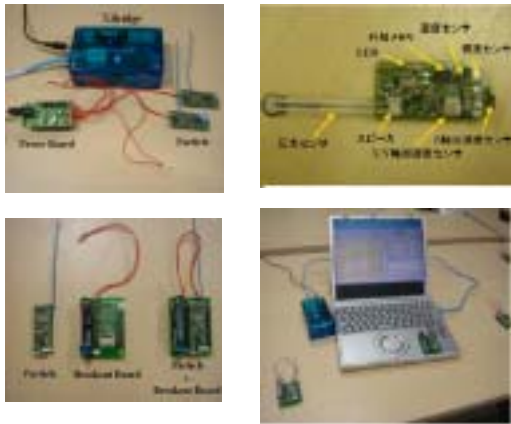
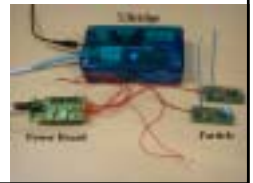


Various Parts of Mote Family  
(Intel Research, Seattle)

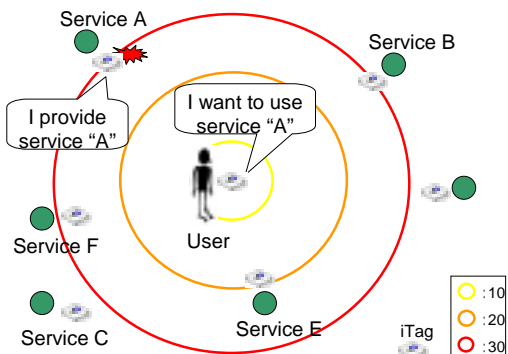


## Smart-Its: Power Control

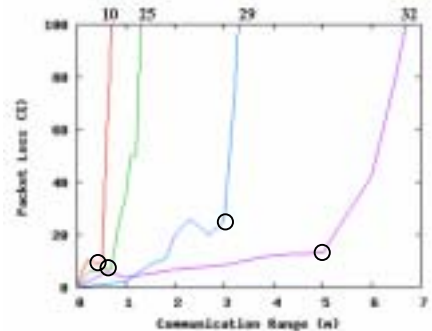
- 我々のSmart-Itsでは電波強度(dB)の測定が不可能
- 送信者が電波出力を変更する
  - 受信者はパケットの電波強度を測定することを可能にする.



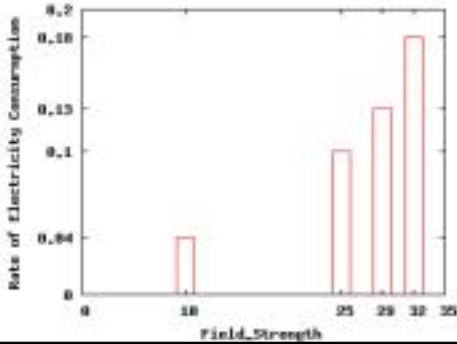
## Location relation between User and Services



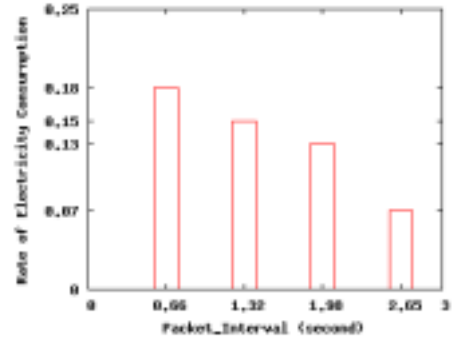
## Result: Power vs QoComm.



## Power vs Power Consumption



## Packet Frequency vs Power Consumption



## セミ-パッシブ型RFID

- その動作は:
  - リーダからのパッシブ電波を受けると
  - タグの電池の使用が開始される
  - 以降の処理はアクティブ型タグとして働く
- アクティブ型タグとして動き出すときに
  - セキュリティ認証を行ない,
  - 以降, 暗号化した通信を行なう



## Location-Aware Computing

## 位置情報: 測位技術

- 赤外線
  - Proximity, short-range
- 超音波, 音響
  - Precise, short-range
- WiFi
  - Coarse, middle-range
- 携帯電話, PHS
  - Coarse, wide-range
- GPS
  - (Temporarily) Precise, wide-range

## 位置情報: 表現形式

- 絶対的位置
  - 緯度, 経度
  - シンボリック表現: 例) 立命館大学BKCクリエーションコア5階ユビキタス環境研究室
  - FQDN: 例) ubi.cs.ritsumeai.ac.jp
- 相対的位置
  - 近隣度による表現
  - ユーザ位置との相対表現
- 分解能と表現が意味するスパン
  - キャンパス, 部屋, スポット

## 位置情報: コンテキスト情報といえるか?

- 物理的な情報
- 他との関係を表す
- セマンティックスは何か
- サービスとどうつながるか

## 位置情報: プライバシー

- いかにかを守るか
  - センサーvsリーダの認証と位置情報の暗号化
  - 分解能制御
    - K-anonymity
- ビジネスになるか?
  - 自らの位置情報をもって商売をする!?

## 位置情報システム: ケーススタディ

## From ActiveBadge To ActiveBat

- Cambridge University, Olivetti/Oracle Lab, AT&T Lab
  - Andy Hopper Lab.
- 超音波による正確な測位
- 実生活の場で実装
  - 環境への高価な設置
- アプリケーションは多様
  - リアルと仮想空間の混合
  - User interface for space programming

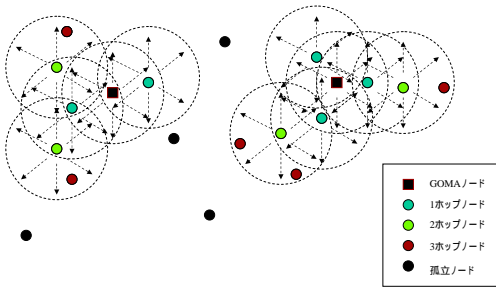
## RADAR@MicrosoftResearch

- 室内測位をWiFiによるアプローチで
- 複数のWiFiアクセスポイントからの電波の強度から三点測位する
- 建物に対しての電波マップの自動生成
  - 電波のレイトラッキング法
- 近年では、携帯電話の複数(30以上)の基地局からの電波強度を用いて、GPS携帯の測位精度を向上

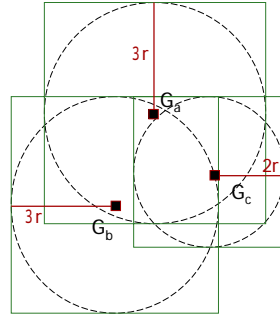
## センサノード位置測位技術

- GOMASHIO: Sensor Network内の一部のノードのみがLandmarkとなり他のノードが自位置を知る
  - GOMA: GPSなどを装備したノード、もしくは固定ノード
  - SHIO: 移動ノード、測位機構なし
    - GOMAノードからのホップ数を収集アップデート
  - 自前シミュレータによる実装・評価
  - 取材: 日経エレクトロニクス 7-15 2002号
  - 「センサがネットにつながれば」P.126-127

## ホップカウントの取得方法



## SHIOノードの位置の特定(1/2)

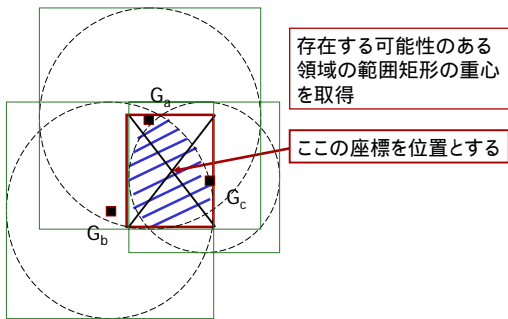


各GOMAノードの位置とホップカウントを利用して、存在する可能性のある領域を取得

| GOMAの位置         | ホップカウント |
|-----------------|---------|
| $G_a(x_a, y_a)$ | 3       |
| $G_b(x_b, y_b)$ | 3       |
| $G_c(x_c, y_c)$ | 2       |

SHIOノードが取得する情報

## SHIOノードの位置の特定(2/2)



## シミュレーションによる評価

- 評価項目
  - ノード密度による孤立ノードの割合
  - 位置の精度
- シミュレータの実装
  - FreeBSD4.4R
  - C言語



シミュレータの概観(GUI部)

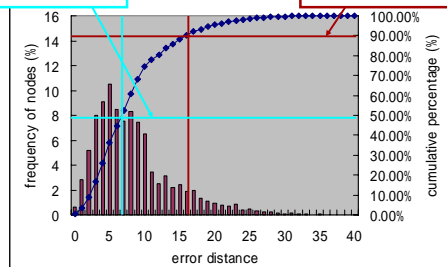
## 測定条件

- 前提
  - GPSの誤差は考慮しない
  - すべてのノードは正しくメッセージを送受信する
- フィールドサイズ: 100x100
- 全ノード数: 20, 40, ..., 180, 200
- GOMAの割合: 全ノード数の10~50%
- 半径: 10, すべて同じ
- 測定回数: 各条件において100回

## 誤差のヒストグラム: 確率分布

全ノードの50%は誤差10以下

全ノードの90%は誤差16以下

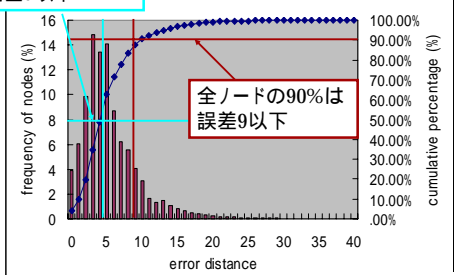


$$\text{誤差} = \sqrt{(x_{\text{real}} - x_{\text{est}})^2 + (y_{\text{real}} - y_{\text{est}})^2}$$

real 実際の位置座標 est 見積もった位置座標

### 誤差のヒストグラム: 密な場合

全ノードの50%は  
誤差5以下



$$\text{誤差} = \sqrt{(X_{\text{real}} - X_{\text{est}})^2 + (Y_{\text{real}} - Y_{\text{est}})^2}$$

real 実際の位置座標 est 見積もった位置座標

### 日経エレクトロニクス 7-15 2002 センサネット特集



センサネットワークの活用...  
スマートフォンの登場...  
位置情報サービスの普及...  
交通渋滞の解消...  
災害時の救助...  
環境モニタリング...  
セキュリティの向上...  
スマートシティの実現...

### PlaceLab@IntelResearch

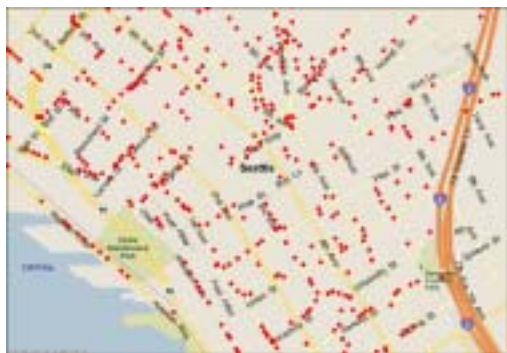


Fig.1: qpeGPSのトラックログを地図にplot

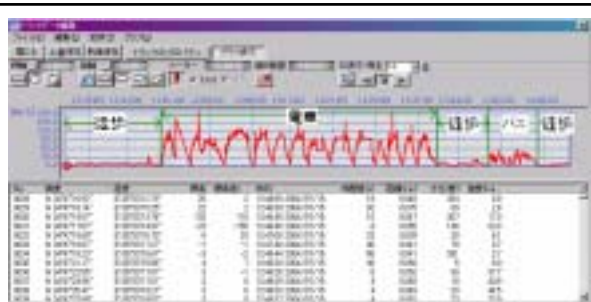
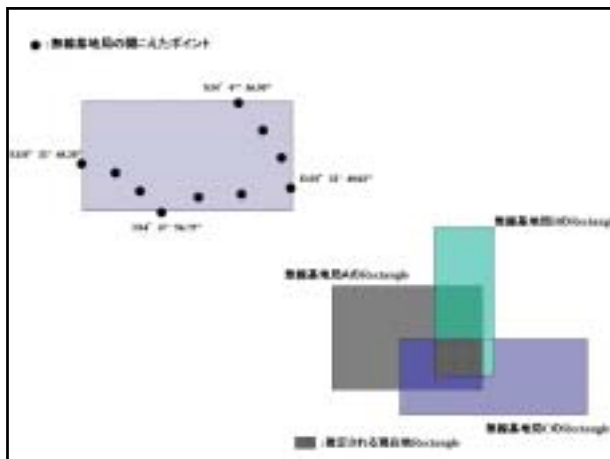


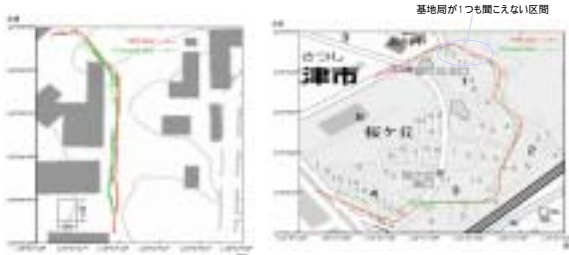
Fig.2: 自宅～研究室間の速度の取得

Fig.1では実際にGPSを使って、電車やバスの中でも測れることがわかった。  
Fig.2. 交通手段によって、それぞれの速度変化の特性が顕著に表れている。  
例えば、電車では駅の数だけ谷ができる。





# 第1次プロトタイプの実験結果

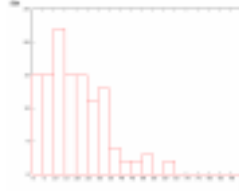
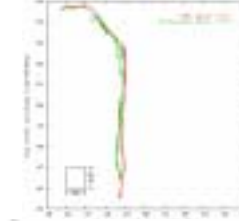


GPS実測値と推定値との距離差の平均

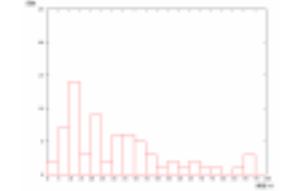
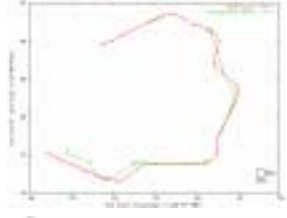
大学構内(無線基地局が密):約20m

住宅地(無線基地局が疎):約30m

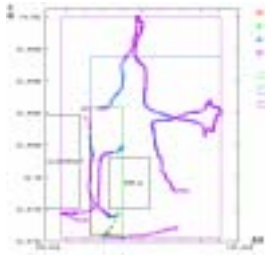
In-Campus



Suburban-Area



# 電波強度を利用したアルゴリズム



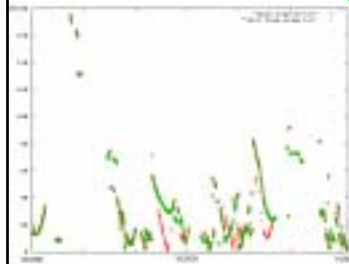
- 電波強度を「強い・普通・弱い」の3段階に分けて利用

rectangleを縮めるアプローチ

1つの無線基地局に注目して、電波強度分布をプロット

# 第2次プロトタイプ実験結果

初期アルゴリズムとの差



- 初期のアルゴリズム
- 電波強度を利用した新しいアルゴリズム

軸:GPS実測値と推定値との距離差(推定誤差)  
軸:時間

より赤が下にある区間が効果!が上があったところ

住宅地(大津市のあるエリア)で実験