

# Nericell: Rich Monitoring of Road and Traffic Conditions using Mobile Smartphones

名城大学 理工学部  
情報工学科  
加藤 大智

# 本資料について

- 本資料は下記論文を基にして作成されたものです。
- 文書の内容の正確さは保障できないため、正確な知識を求める方は原文を参照してください。
- Nericell: Rich Monitoring of Road and Traffic Conditions using Mobile Smartphones

# 交通状況をよりよくするために。

- 交通が混沌としている

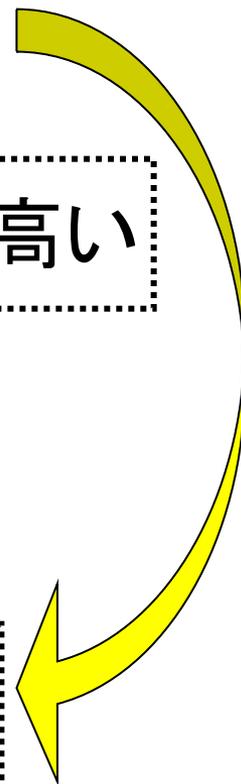


- 道路を整備
- 高度道路交通システム (ITS) によって交通状態を改善する

- コストが高い



- 携帯電話を使って情報を集め、地図に注釈を付け混沌とした道を避けてもらう



# なぜ携帯電話なのか？

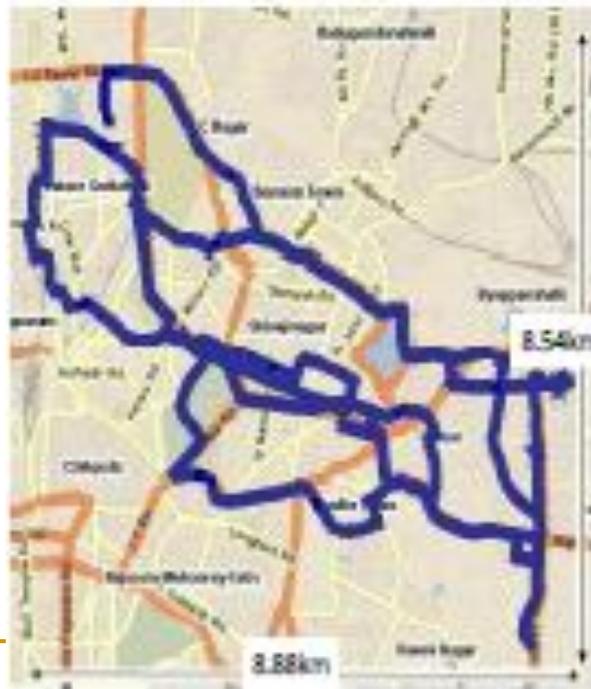
- 世界中の多くの地域で成長傾向がある。
- 大多数のユーザーはすでに携帯電話を持っている。
- 携帯電話は交通状態を測定するための様々な機能が備わっている
  - GPS
  - マイク
  - カメラ
  - 加速度計

# 他にも様々なメリットがある

- 携帯電話には、測定したデータをネットワークを介してサーバーにデータをリアルタイムに送信できる機能も備わっている。
  - セル方式無線電話 (GSM)、
  - データ通信能力 (GPRS、UMTS)

# 実験

- バンガロールで6日間、GPSに3次元加速度計のデータをタグを付けしたデータを集めました。
- 様々な場所に加速度センサーを設置し、様々なドライバーで実験しました。

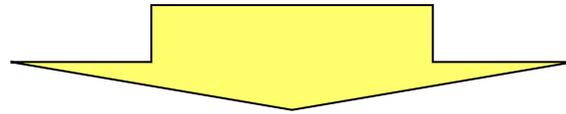


# 携帯電話を使った モニタリングの問題点

- 歩行者と車との区別がない。
- 駐車している車と渋滞で動けない車との区別がない。
- 携帯電話は電池で動いているので、効率的にエネルギーを使う対策が必要。
- プライバシーの確保をどうするか。
- 携帯電話ユーザーにアプリケーションを使ってもらわないといけない。
- 一定数以上の情報が集まらないと正確な予測ができない。

# プライバシーの確保

- Nericellに参加するユーザーは位置情報や音声情報などをサーバーに送信することになるのでプライバシーが侵害されてしまう問題が発生する。



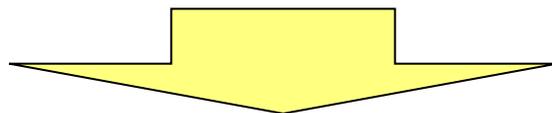
- 測定したデータを報告して、集計する際に、単に参加している電話（例えばその電話番号）の個人情報などを抑えることによって良い十分なプライバシーを成し遂げることが可能です。

# 加速度計による問題点の解決



- 加速度計を連動して使うことで
  - 駐車中の車の中にあるのか
  - 道のそばを歩いている歩行者なのか
  - 交通で動けない車両の中にあるものなのか

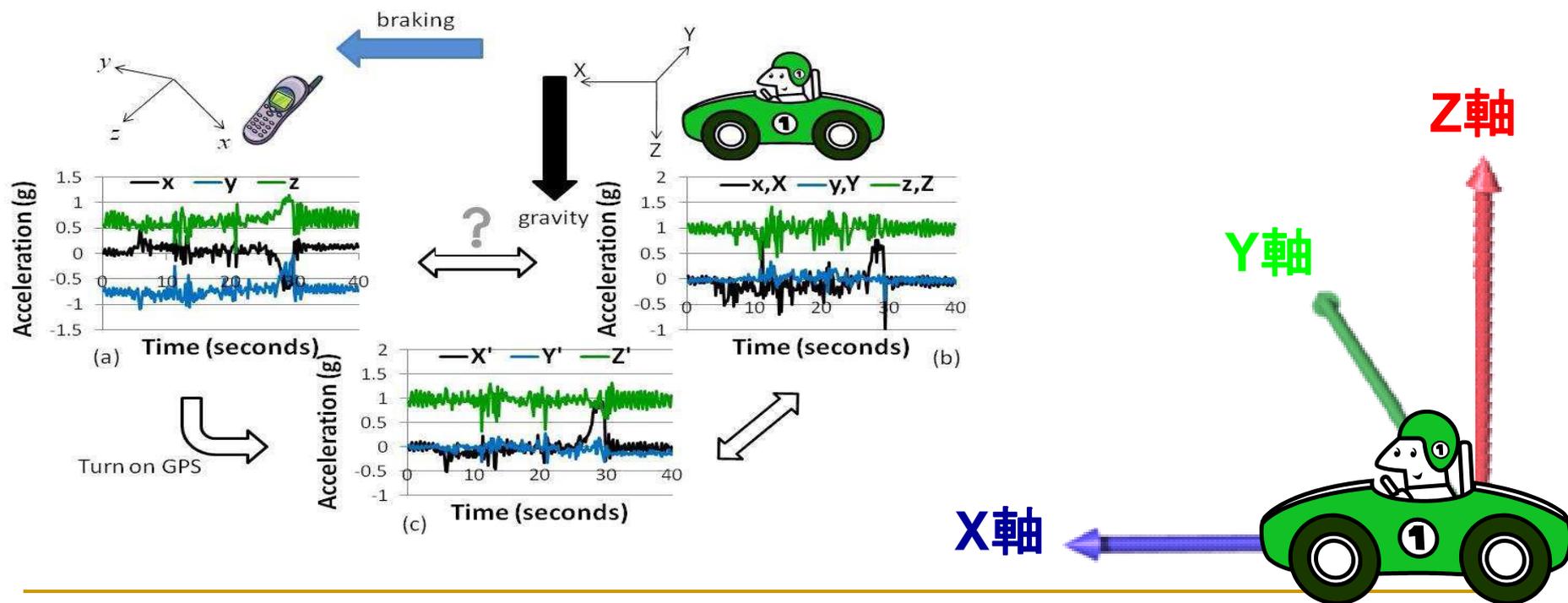
これらを区別することができる。



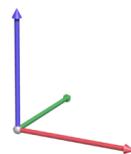
- しかし、携帯の加速度計はどの様に置かれているかわからない。

# 携帯電話の加速度計を 利用するにあたっての解決策

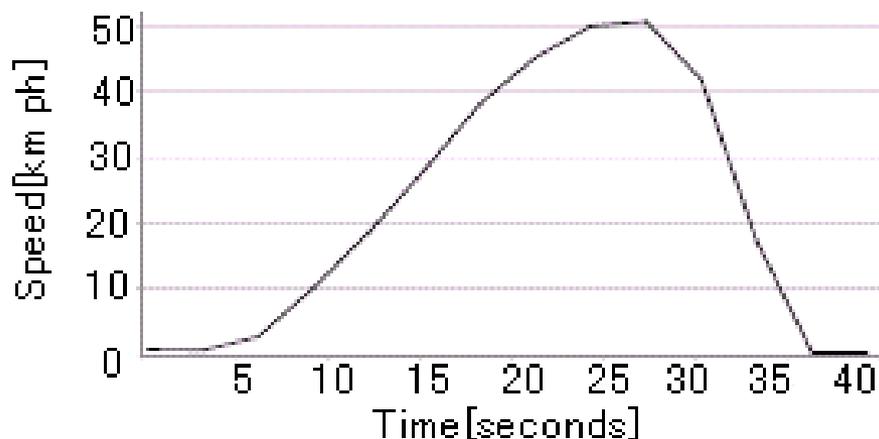
- GPSを使って加速度計の方向を補正する。
  - 携帯電話の加速度計と車に固定された加速度計と値を一致させる。



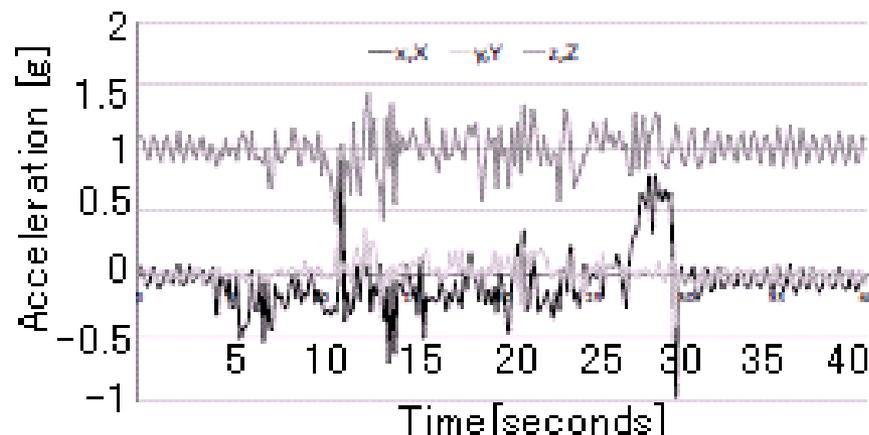
# 測定データ



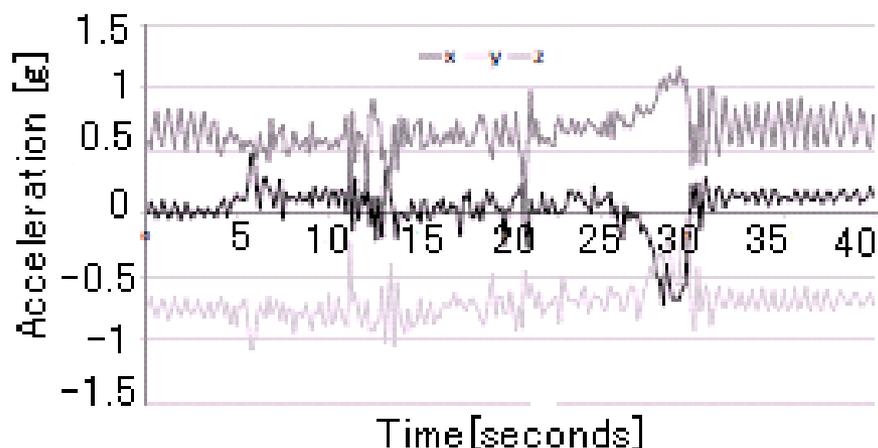
(a)GPSで測定した速度



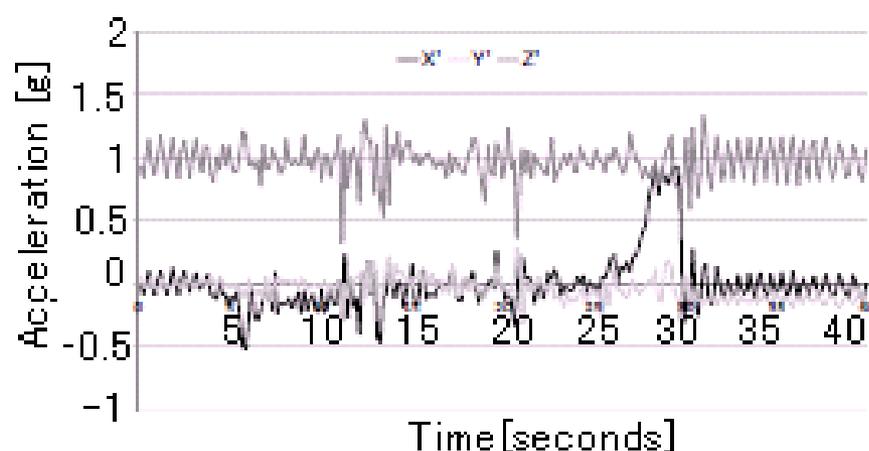
(b)方向が固定された加速度計



(c)固定されていない加速度計



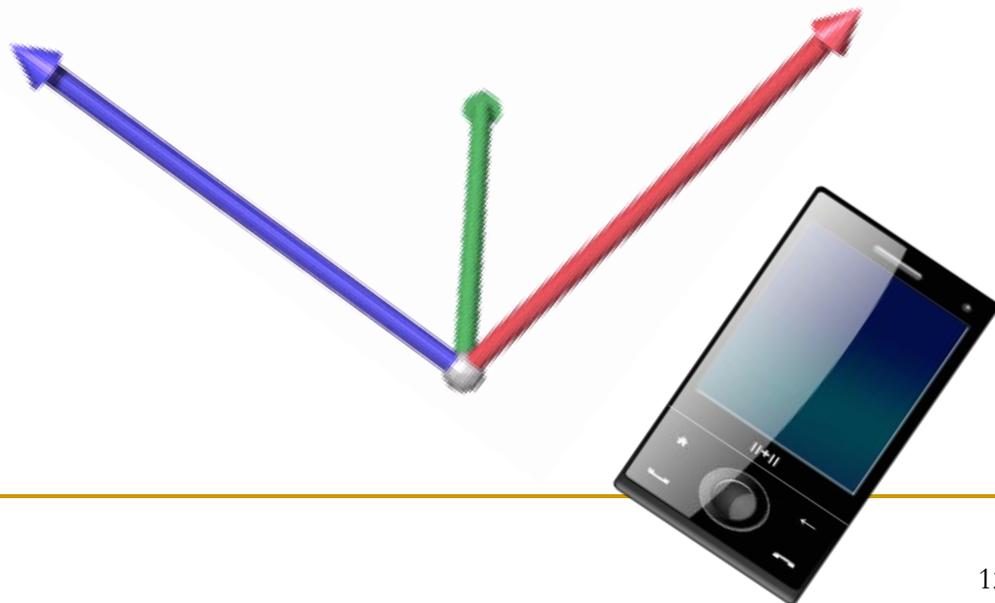
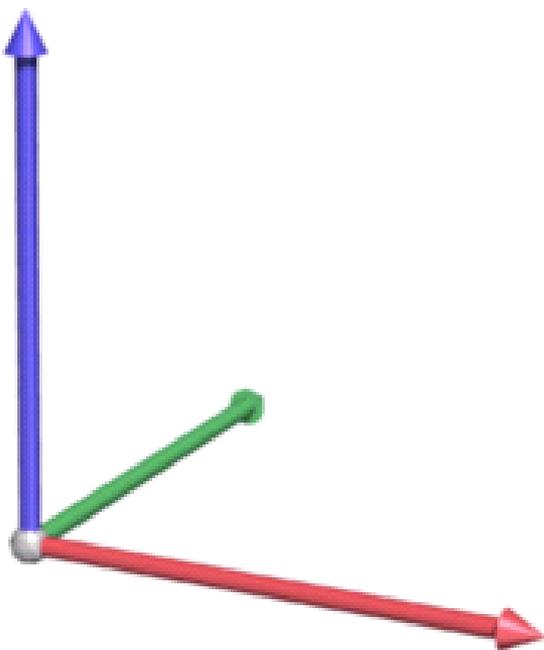
(d)訂正の後の加速度計



- X軸 車の加速度
- Y軸 カーブ以外は0
- Z軸(重力)9.8<sup>11</sup>

# 軸の方向を一定にする

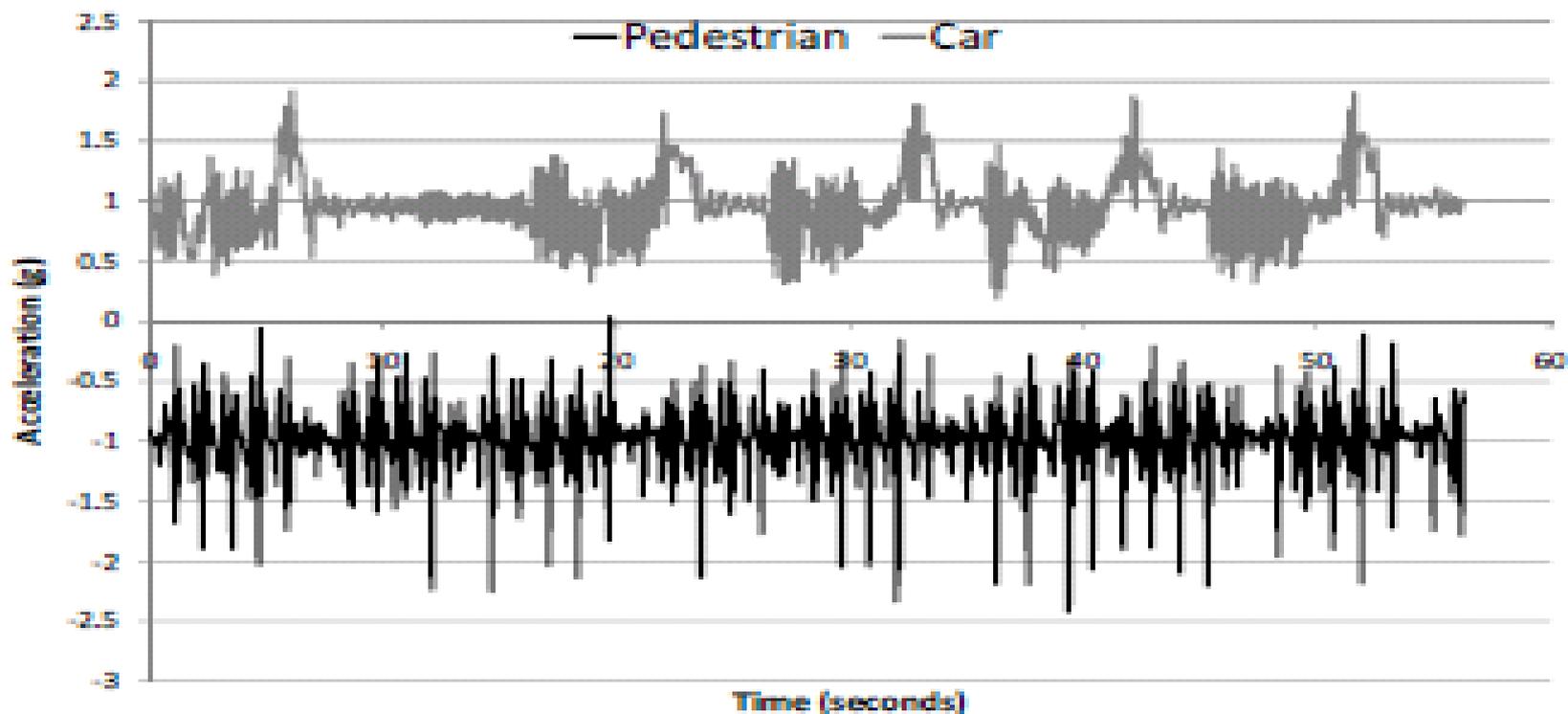
- 急激な減速に基づく加速度計の方向推定
  - $\varphi_{pre} = -88^\circ$  、  $\varphi_{tilt} = 49^\circ$  、  $\varphi_{post} = -135^\circ$



# 車と歩行者運動の比較・渋滞の発見

- 上：車両（繰り返しブレーキをかけている車両）
- 下：歩行者

Comparison of Car and Pedestrian movement



- 速度：5-10kmph

# 車と歩行者運動の違い

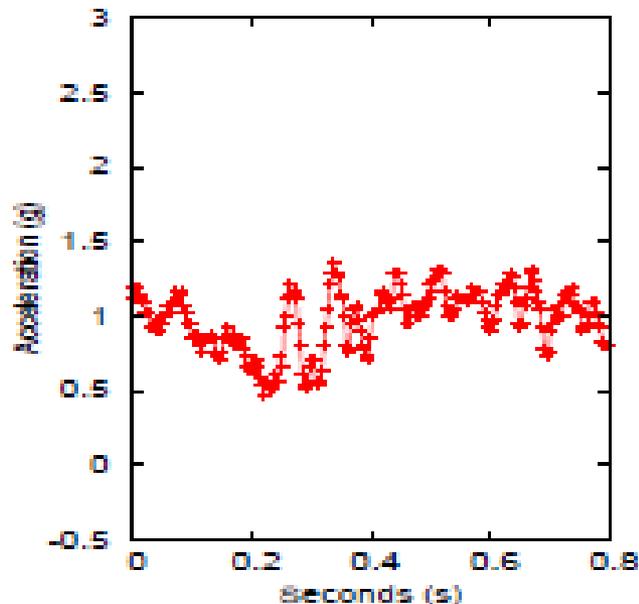
- 歩行者は波形は一定の間隔で強い力が発生するのに対し、車両の波形はブレーキなどの力を加らないと力は発生しない。

## 交通渋滞の発見

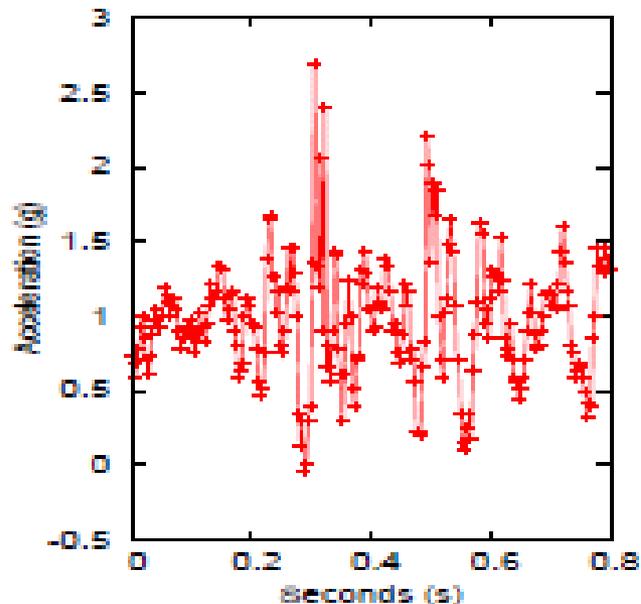
- ブレーキの発生率が高いこのようなグラフが得られる場合、渋滞を起している可能性が高い。

# くぼみまたは道の隆起検出-1

低速



高速



- 同じ道を通っても速度によって違いが生じる
- 低速(25kmph未満)      高速(25kmph)

# くぼみまたは道の隆起の検出-2

## ■ 高速の場合

- 小さな段差でも車両が大きく揺れる原因になります。
- 一度大きく揺れると揺れがしばらく続きます。

## ■ 大きなくぼみの場合

- 車両の車輪の1つがくぼみに落ちると残りの車輪が地面に打ち付けられるまでの間のタイムラグがある。
- 車輪が地面に衝撃を与えるとき、車両に力が移り、加速度計が反応します。

# くぼみまたは道の隆起の検出-3

- 低速で20msの期間で、継続された大きな揺れを検知する。
- この20msという値が、でこぼこ道発見の良い指標であると統計からわかってきた。
- そのためz軸のピークを発見するアルゴリズムを実行してでこぼこ道を検出します。

# 位置測定とエネルギー効率

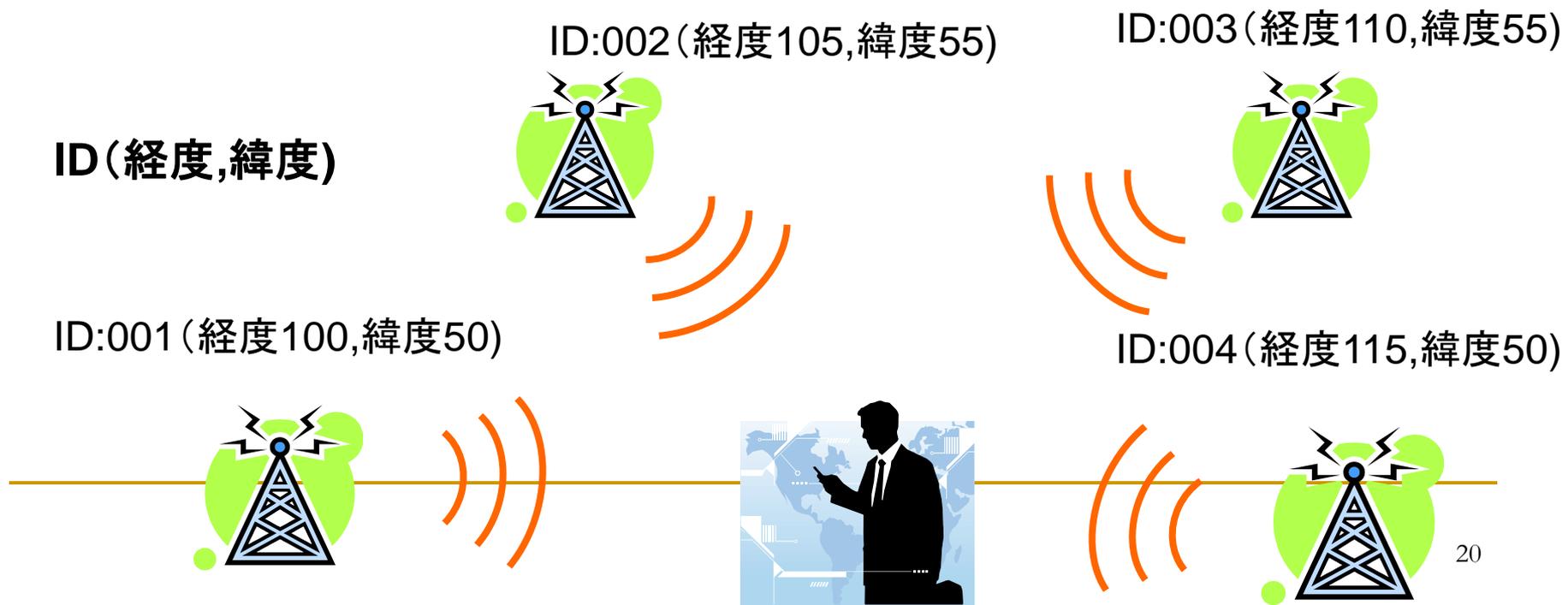
Mode	Life Time Includes Phone Idle	Power (mW) For given mode only
Phone Idle	24h 18m	182.7
Bluetooth (BT) Idle	22h 13m	17.1
BT Device Inquiry	10h 46m	229.5
BT Service Discovery	7h 53m	380.0
WiFi Idle	4h 39m	771.8
WiFi Beacon (Sending)	4h 36m	782.0
WiFi Scan (Receiving)	2h 59m	1298.8
GPS	5h 32m	617.3
Microphone	10h 54m	223.2
Accelerometer (per spec.)	24h 5m	1.65
Accel. with Bluetooth	19h 56m	40

# セル方式無線電話(GSM)

- **GSM** (Global System for Mobile Communications) は、FDD-TDMA方式で実現されている第二世代携帯電話(2G) 規格である。
  - FDD-TDMA方式は、1つの無線キャリアで使用する周波数を複数のユーザで時間的に分割して使用する方法です。
- 無線通信方式の一つ。ヨーロッパやアジアを中心に100ヶ国以上で利用されており、デジタル携帯電話の事実上の世界標準。800MHzの周波数帯を利用する。

# GSMでどのように位置測定を行うのか。

- 塔の身分証明 (ID) と見られる物があり、安定した電波を受信できる塔のセットが高密度で配備されていた。
- 現在の最も強い電波塔IDの幾つかを、データベースで調べて、予想として対応する緯度/経度位置を返すことで位置を大体の把握する。



---

END

---

# FDD-TDMA方式

- TDMA方式は、1つの無線キャリアを複数のユーザで時間的に分割して使用する方法です。
- 一定の時間周期で多数のタイムスロットと呼ばれる単位に分割しますが、複数のユーザがそれぞれ異なるタイムスロットを使用するため、通信チャンネルを有効に活用できます。
- Frequency Division Duplex(FDD ) :
  - 使用する周波数で分離する

# GPRSとは

- GPRSとは、GSM方式の携帯電話網を使ったデータ伝送技術。第2.5世代(2.5G)と呼ばれる技術の一つである。
- パケット単位でのデータ送受信が可能であり、通信速度は最大115kbpsと従来のGSM(最大9.6kbps)よりもはるかに高速になる。
- GPSから得られる速度予想において時間のずれを補償するために、減速のまさに最初の数秒(一般的に2秒)を使います。

# UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) とは

- **UMTS**とは、ヨーロッパを中心とした電気通信事業者、メーカー、研究機関からなる非営利団体「UMTS Forum」が策定した、ヨーロッパにおける第3世代移動通信システムの規格のことである。
- GSM方式の発展形で、最大通信速度は2Mbpsとなる。