端末ローカル情報のみで実現するGPSセンシング省電力機構

武 田 恭 典[†1]　安 積 卓 也[†2]　西 尾 信 彦[†2]

近年，スマートフォンと呼ばれる様々な機能を搭載した携帯端末が普及してきている．スマートフォンには加速度センサやジャイロセンサなどのセンサから，GPS, Wi-Fi などを感知する機能が備わっている．加速度センサや GPS，Wi-Fi などから取得されるデータを蓄積し，ライフログとして利用することで，ユーザの状況に合わせたサービスが提供できるようになってきている．しかし，加速度センサや GPS など，利用するセンサの数が増えるにつれ，消費される電力が増し，長時間ライフログのセンシングを行うことが困難となる．特に GPS は他のセンサよりも電力消費が大きく，最小の間隔でセンシングした場合バッテリーが半日も持たない．自宅や職場など屋内での生活が多い場合，GPS のセンシングを制御し電力消費を抑える意義は大きい．既存研究では，ユーザの状態に即し，段階的にセンサの電源を切り替えることによって，不要なセンシングによる電力消費を抑えることを試みた．この手法の問題点は，GPS のセンシングを切り替えるときに過去に蓄積されたライフログを利用することである．初めて訪れる場所では省電力機構は動作しない．そこで本手法は端末ローカル情報のみで GPS のセンシングをすべきかどうかを判定し，GPS のセンシングの制御・調節する手法を提案する．本手法によって，省電力が実現できたことが分かった．

GPS Sensing Low-power Mechanism by Using Only Local Information

Yukinori Takeda,[†1] Takuya Azumi[†2] and Nobuhiko Nishio[†2]

Modern mobile phone so-called smart phone have been popular, and it can collect variety of data using GPS, Wi-Fi, accelerometer and so on. Collected data can be utilized for various kind of services such as location-based recommendation system. But collecting sensor data result in serious power consumption, so it is difficult to continue it in long-term. Against this problem, our previous work attempted to switch sensor state using user's behavior. However, this system depends on user's location history by GPS, so it does not work correctly in place where a user has never visited. In this paper, we propose a method to control power supply of sensors based on real-time GPS state such as GPS is available or missing. We also implemented prototype and confirmed efficiency of power saving by proposed system.

1. はじめに

近年，Android 端末[⋆1]，iPhone[⋆2]に代表されるスマートフォンが普及し，ユーザは身近にこれらの端末を利用できるようになってきている．多くのスマートフォンには加速度センサやジャイロセンサなどのセンサの他に Wi-Fi，GPS が搭載されてる．これらから取得したデータ (以下，ライフログとする) を蓄積，解析してユーザの状況 (コンテキスト) に合わせた情報推薦などのサービスが提供されている．

コンテキストを解析するためには，常にセンシングし続け，ライフログを取得することが好ましい．しかし，センサによっては電力消費の大きいものもあり，特に GPS の電力消費は他のセンサのそれより大きい．GPS を常時センシングすることによってユーザの状況 (コンテキスト) を解析する研究[1)2)] も多くされていることから GPS を常時センシングする意義は大きい．

われわれは，Android を搭載したスマートフォンを利用して端末から取得したライフログを蓄積することによって，コンテキストを解析する研究[3)4)] を行っている．常時センシングしたデータを解析することによってユーザの状況をより正確に推測することができ，それを利用して推薦などのサービスを提供できる．しかしスマートフォンなどの限られた電力で GPS を常時センシングすると，センシング端末のバッテリーが半日も持たないことが分かり，ライフログセンシングを常に行うことは困難となる．GPS は屋内のように現在位置を取得困難な場所や地下のように現在位置を取得できない場所が多く存在しているので，このような場所では電力消費の大きい GPS を常時センシングする必要はない．そこでセンシング端末の長時間稼働のために，ユーザの状況を判断し，必要性に応じて GPS のセンシング間隔の切替えを行う方法が考えられる．

---

†1 立命館大学大学院 情報理工学部
Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University
†2 立命館大学 情報理工学部
Department of Computer Science and Engineering, Ritsumeikan University

⋆1 Android. http://www.android.com/index.html
⋆2 iPhone. http://www.apple.com/jp/iphone

坂本[5] は蓄積されたライフログを利用して加速度センサ，Wi-Fi，GPS の段階的な切替えにより省電力構の実現が試みている．しかし，GPS の on，off の切替えを行う上で，過去に蓄積された Wi-Fi と GPS の情報を解析する必要がある．そのためはじめて訪れるところではその土地で過去に観測されたそれらの情報が蓄積されていないため，この省電力機構は働かない．本研究では，過去に蓄積されたデータは利用せず，GPS のセンシングの調節を加速度センサと GPS のデータを利用してスタンドアロンに行う．GPS が必要かどうかを判断し，GPS のセンシングを調節することによって省電力化を目指す．

本稿は，2 章では，関連研究とその問題点を取り上げ，3 章ではその問題を解決するための要件を述べる．4 章で端末ローカル情報のみで実現する GPS センシング省電力機構のについて説明する．5 章では本手法の設計・実装する．6 章では本手法の評価と考察を行う．7 章で本稿をまとめる．

2. 関連研究と問題意識

坂本[5] は加速度センサ，Wi-Fi，GPS ごとに電力消費の大きさに違いがあることを利用し，ユーザのコンテキストに沿って，必要なセンサを段階的に切替えていく手法を実現している．GPS が良好に観測できるかどうかの判定はサーバに蓄積された過去のユーザのライフログを用いることにより実現している．Wi-Fi が観測されていた時に GPS が観測されていたかどうかをサーバに蓄積された Wi-Fi と GPS の情報を利用し解析する．そして，必要に応じて解析したデータをサーバからセンシング端末へキャッシュする必要がある．このようにして，ユーザが GPS の聞こえる可能性のある Wi-Fi を観測したときに GPS を OFF から ON にする仕組みになっている．そのため，ユーザが初めて赴いた場所のような，ユーザのライフログが蓄積されていない場所ではこの省電力機構は働かないという問題が生じる．また，センシング端末の容量に限界があるので，限られたデータをセンシング端末に格納する必要がある．

Zhenyun ら[6] はスマートフォンの状態によって，測位アプリケーションを利用しているとき，効率的に GPS のセンシングを行うことにより省電力を実現している．GPS の測位による電力消費は Wi-Fi や 3G による測位よりも大きい．そのため，スマートフォンの状態を 4 つの状態に分類し，GPS を用いた測位手法よりも電力消費を抑える方法を提案している．4 つの状態とは，スマートフォンが Wi-Fi または 3G の利用できる状態，複数の測位アプリケーションを利用している状態，ユーザが停留している状態，残量バッテリーの少なくなった状態である．スマートフォンが Wi-Fi または 3G が利用できる状態の場合，GPS 測位の代替として Wi-Fi や 3G を用いた測位を利用することで電力消費の削減を行っている．複数の測位アプリケーションを利用している場合，それぞれのアプリケーションが別々のタイミングで GPS を利用することが考えられる．そのような場合，一括して GPS による測位を行うことで，GPS 測位をする回数を減らすことができ，電力消費を抑えることができる．ユーザが停留している状態の場合，GPS の測位は停留した直後に取得した地点と同じである可能性が高い．そのため，次に移動し始めるまで GPS 測位を行わず，停留した直後の測位結果を利用することにより，測位による電力消費を抑える．スマートフォンの残量バッテリーが少ない状態の場合，センシングの頻度を調節することで電力消費を抑える．この手法は GPS の常時センシングには対応していないことが問題である．そのため，Wi-Fi と 3G が利用できない環境の場合は GPS がセンシングされ続ける可能性がある．たとえば，屋内のような GPS による測位が困難な場所でも GPS がセンシングし続け，電力消費が大きくなることが考えられる．

清原ら[7] はユーザの位置をユーザの習慣的な行動を推測することによって GPS の取得回数を減らし省電力を実現している．たとえば，ユーザが現在オフィスにいるかどうかを過去の行動履歴によって推測し，オフィスにいる時間帯の場合は GPS のセンシングを控えるとによって電力消費を抑えている．また，ユーザが習慣的な行動をとらないとも限らないので，1 時間に 1 回の位置測位を行いユーザの状況推定の誤りを訂正している．この研究の問題点はユーザの行動が習慣的でない状況の場合正しく動作しないことがありうる．また，行動履歴が作成されるまでは GPS のセンシングの電力消費が抑えられない．また，行動履歴が作成されたとしても，ユーザが常に同じ行動をとるとは限らない．

3. 本研究の要件

2 章では関連研究の問題点を述べた．それをふまえ，本研究の要件を述べ，次章でアプローチを述べる．

3.1 過去に蓄積されたデータは利用しない

坂本[5] はサーバに蓄積された Wi-Fi と GPS のデータを使うことによって GPS センシングの ON，OFF の切り変えを行っている．しかし，過去に蓄積されたデータを必要とする方針を採ってしまうとユーザがはじめて訪れた場所では省電力が働かない．また清原ら[7] も行動履歴を作成することにより GPS のセンシングを調節しているため習慣的な行動をとらない場合は省電力されない．そのため，過去に蓄積されたデータの解析を行わず，GPS の電力消費を抑える必要がある．

3.2　無駄な GPS のセンシングを抑える

GPS による測位ができる場所と困難な場所が存在する．困難な場所とは，たとえば，屋内においては建物による電波遮蔽によって GPS が受信できない場合である．このような GPS による測位が困難な場所においては GPS のセンシングを控えることによって電力消費を抑える．また，GPS の受信ができてもその測位誤差が大きくなることがある．たとえば，屋内の窓の近くにユーザがいるような状況の場合，GPS で測位できてもその測位誤差は大きくなることが多い．このような不良受信の場合も GPS のセンシングを制御して電力消費を抑える必要がある．

3.3　GPS を良好に受信できるところでは受信する

GPS のセンシングの制御を行って無駄な GPS のセンシングを抑えた場合，制御を行うタイミングによって受信するべき GPS をとり逃す可能性がある．たとえばユーザが GPS の受信が困難なところから GPS が良好に受信できるところに移動した場合，GPS が良好に受信できるということを端末が即座に認識し，センシングを開始する必要があるが，良好に受信できるかどうかは GPS でセンシングをしなければわからない．このように，受信できるところでは受信し，とり逃しを減らす．

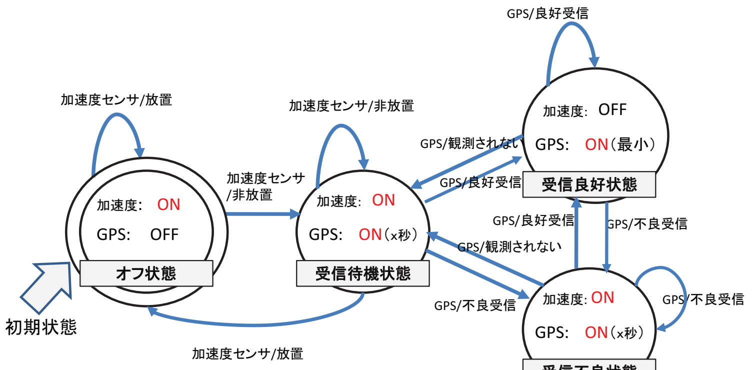

図 1　GPS センシングの状態遷移図

4.　端末ローカル情報のみで実現する GPS センシング省電力機構

本研究では，GPS から受信できるデータ (緯度経度，測位精度，測位時間) と加速度センサで取得できるデータ (加速度) を利用して，GPS のセンシングの制御を自動的に行う手法を提案する．自動的な GPS センシングの制御を実現するには，センシング端末の状態を GPS と加速度センサを利用し 4 つの状態に分け，状態が遷移するに従って GPS センシングの制御を行う．4 つの状態とは，オフ状態，受信待機状態，受信不良状態，受信良好状態である (図 1)．これらの状態の名称は GPS のセンシングの状態を表している．それぞれの状態を段階的に遷移することにより GPS のセンシングを制御して電力消費を抑えることができる．本章では，各 GPS のセンシングの状態を説明し，放置・非放置判定方法と品質判定方法は次章で説明する．

- オフ状態 (GPS:OFF，加速度センサ:ON)
  まず，本論文においての「放置」を定義する．本論文における放置とは加速度センサの各軸の変化幅があまりなく，センシング端末が動いていない状態とする．放置と表現した場合はセンシング端末の状態を指す．一方，非放置とは放置ではなくなった状態とする．加速度センサは常時センシングを行い，センシング端末が放置かどうかを判定することによって受信待機状態に遷移するかどうかを判断する．GPS が取得困難な環境でセンシング端末が放置の場合，GPS が良好に観測できる場所に移動しないと判断し GPS のセンシングは行わない．オフ状態の例として，ユーザが屋内のテーブルにセンシング端末を置いているなどが考えられる．
- 受信待機状態 (GPS:ON[X 秒]，加速度センサ:ON)
  オフ状態から，センシング端末が非放置に変化したら，GPS のセンシングを開始する．この状態を受信待機状態とする．受信待機状態の例として，ユーザがセンシング端末を手に持って操作している・歩いているなどが考えられる．受信待機状態のときはある一定の間隔でセンシングを開始する．受信待機状態で GPS のセンシングを行う理由は，ユーザが GPS が観測できる場所に移動したかどうかを推測するためである．GPS が観測できた場合は品質判定を行い，良好と判定した場合は受信良好状態へと遷移する．不良と判定された場合は受信不良状態へと遷移する．また，受信待機状態において，再びセンシング端末が非放置と判定した場合はオフ状態に遷移する．なお，受信待機状態での GPS のセンシング間隔については次章で説明する．

- 受信不良状態 (GPS:ON[X 秒], 加速度センサ:ON)
  受信待機状態または受信良好状態において GPS を受信した場合，品質判定を行う．品質判定は測位精度をもとに良・不良を判定する．品質判定の結果，不良と判定された場合，受信不良状態へと遷移する．受信不良状態の例として，屋内の窓を通して GPS の測位した場合などが考えられる．受信不良状態の場合は最小の間隔での GPS センシングは不要と考え，受信待機状態と同じ間隔で GPS のセンシングを行う．受信不良状態において，GPS が一定期間観測できない状態が続いた場合，GPS が受信困難な場所に移動したと推測し，受信待機状態へと遷移する．
- 受信良好状態 (GPS:ON[0 秒], 加速度センサ:OFF)
  受信待機状態か受信不良状態において，GPS を受信し，品質判定を行い良好と判定された場合は受信良好状態へと遷移する．受信良好状態は，最小の間隔で GPS のセンシングを行う．受信良好状態の例として，ユーザが屋内から屋外に移動して良好に GPS を受信できた場合が考えられる．受信良好状態において，ユーザが屋外から屋内に移動するなどの所作によって GPS が一定期間観測できない状態が続いた場合，受信待機状態へと遷移する．ユーザが良好に受信している場所から高層ビルの近くに移動するなどの所作によって品質が不良となった場合，受信不良状態へと遷移し無駄な電力消費を抑える．

5. 設計と実装

本章では，本システムの設計と実装について述べる．まず，受信待機状態と受信不良状態での GPS のセンシング間隔について述べる．次に，要件 1 を満たすために，本システムは，サーバとの通信を行わず処理を行うため，放置・非放置における加速度センサの特徴や GPS データの良好・不良の特徴を逐次センシングされるデータのみで解析し，その違いをもとに状態遷移を起こすことが重要となる．そして，その特徴の違いをもとに省電力アルゴリズムがスタンドアロンに動作することを目指す．本章では，状態遷移する要因となる品質判定方法と放置・非放置判定方法を記述する．

5.1 受信待機状態・受信不良状態でのセンシング間隔

受信待機状態と受信不良状態において GPS のセンシング間隔をある一定の間隔置くことにするが，その間隔を 60 秒以上とする．その理由を図 2 で説明する．0 秒，40 秒，50 秒，59 秒，60 秒の各センシング間隔で GPS をセンシングし続けた時のバッテリーがなくなるまでにかかった時間を調査した．図 2 は縦軸はバッテリー残量 (%)，横軸はセンシングを開始してからバッテリーがなくなるまでの経過時間 (hour) を表している．図 2 のグラフより，60 秒で GPS のセンシングを行った場合は 59 秒で GPS のセンシングを行った場合よりも約 5 時間長くバッテリーが持つことがわかる．0 秒〜59 秒で GPS のセンシング間隔を変更しても電力消費に大きな差は生じないと判断し，受信待機状態と受信不良状態での GPS のセンシング間隔を 60 秒以上とする．

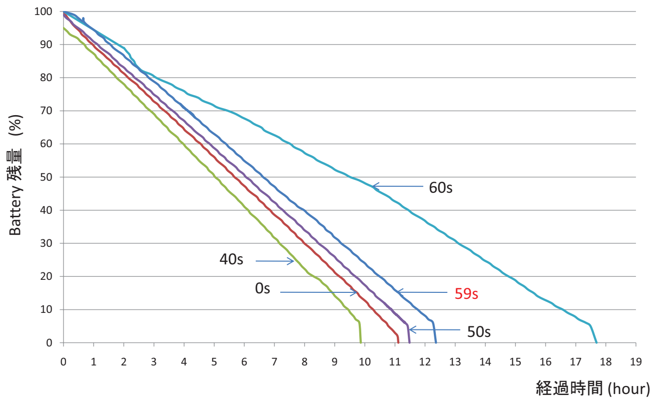

図 2　バッテリー消費グラフ

5.2 放置・非放置判定方法

放置・非放置を判定するために加速度センサを利用する．本研究において加速度センサとは 3 軸加速度センサのことを指す．3 軸加速度センサはセンシング端末の x,y,z 軸のそれぞれについて加速度を求める．図 3 のグラフは縦軸が加速度を表し，横軸は観測してからの経過時間を表している．図 3 はテーブルに置いている状態から手にもちあげる所作をしたときのグラフである．テーブルに置いている状態の場合，加速度に大きな変化は見られない，ユーザがセンシング端末を持ち上げた瞬間に加速度が変化している．このように加速度に変化が起こっている時を非放置とし，GPS をオフ状態から受信待機状態へと遷移する．

しかし，加速度センサが大きく変化ことが必ずしも非放置であるとは限らない．たとえば，センシング端末をテーブルに置いた状態で，テーブルが大きく揺れた場合，その反動で加速度センサが変化した可能性がある．そのため，各軸の加速度が大きく一度だけ動く時をノイズと定義し (図 4)，より正確に放置・非放置を識別するために，各軸の加速度に幅 width

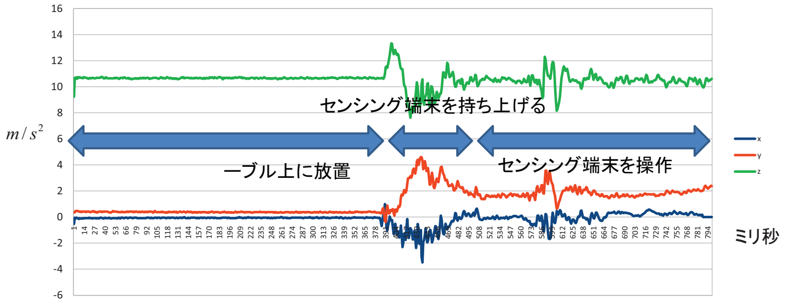

図 3　3 軸加速度センサ

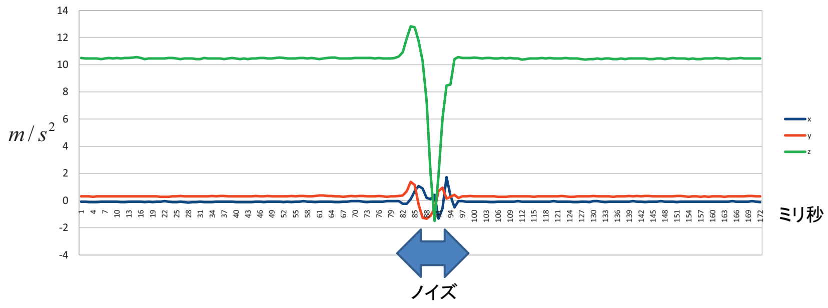

図 4　ノイズの例

を持たせ，各軸で width を超えるかどうかを監視する．ノイズを除去するために width を超える状態が 2 回ある場合に非放置と判定し，オフ状態から受信待機状態へと遷移する．図 4 はテーブルに放置していたセンシングデバイスに一度だけ衝撃を与えたグラフである．大きく加速度が変化するが，すぐに放置となる．

5.3　品質判定方法

この節では，無駄なセンシングを抑えるために，GPS センシングの良好，不良を判定す

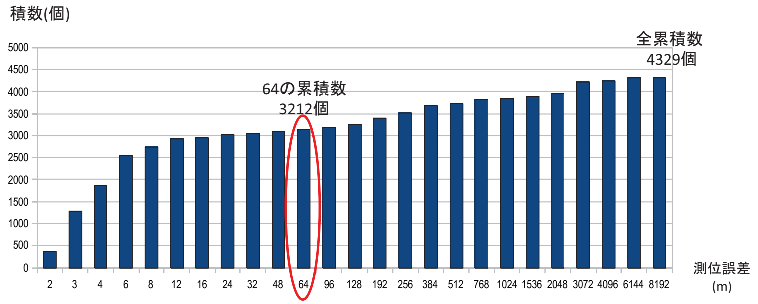

図 5　各測位誤差における累積数

る品質判定方法を説明する．GPS のデータには本研究では GPS の測位精度の値によって良好・不良を切り分ける．そのため，Android 1.6 を搭載した Developer Phone 1 である一日分の GPS を最小間隔でセンシングを行い，測位誤差の小さい順に累積したものが，全体の割合のどれくらいを占めるかを調査した (図 5)．その結果，測位誤差が 64 以下の累積数は全体の約 8 割を占めている．また，64 超過の GPS を調査した結果，正解の場所から大きく誤差が生じているデータが多かった．図 6 は GPS の測位誤差が 96m の地点である．この測位は屋内で GPS のセンシングを行った時に窓から観測された GPS である．測位された地点が正解の地点よりも大きく離れていることがわかる．そのため，64 以下の測位誤差で GPS が観測された場合を良好受信とする．

6.　評価と考察

シミュレーションによる評価と最小間隔で GPS のセンシングを行った時と本手法の電力消費の比較による評価を行う．シミュレーションによる評価とは，あらかじめ最小間隔で GPS をセンシングしておき，観測された GPS のデータをデータベースに蓄積し，このデータを使って現実に即した形で省電力アルゴリズムの実行する．このシミュレーションにより状態遷移がいつ起こったかがわかる．これによってどのような GPS をとり逃しているのかを調べる (以下，GPS をとり逃したことをミスすると定義する．また，ミスした数をミス数とする．)．また，受信待機状態，受信不良状態における GPS のセンシング間隔を変化させることによって，ミスにどれくらいの違いが生じるかの比較を行う．

図 6　64m 以上の測位誤差の例

6.1　シミュレーション評価

常時最小間隔で GPS をセンシングした場合，取得できるはずであった GPS のデータを本手法を適用したことによってミスしている可能性がある．本節では，本手法がどれくらい有用であるかを Coverage 率，浪費率，ミス数によって評価する．また，ミスしたデータがどのような特徴があるのかどうかについての考察を述べる．

Coverage 率 (式 1) とは GPS が良好に受信できている期間をどれくらいの割合でカバーできているかどうかを表している．割合が高いほど GPS のミスが少ないことを表している．浪費率 (式 2) とは受信良好状態と判定したが，実際には GPS をセンシングする必要のなかった割合を表している．浪費率は小さいほど省電力といえる．

図 8 はある一日分の GPS のデータを利用し受信待機状態と受信不良状態でのセンシング間隔を 60 秒，90 秒，120 秒の各間隔でシミュレーションした時の Coverage 率と浪費率の推移を表している．なお，この日の観測した GPS の累積数は 4475 であった．Coverage 率は間隔が長くなるにつれて低くなった．GPS の受信が困難な場所から良好に受信できるところへ移動したときにミスが生じるため，Coverage 率は受信が困難な場所と良好に受信できる場所との行き来が多い時ほど Coverage 率は低くなると考えられる．一方，浪費率は各間隔でほとんど変化がなかった．センシング間隔が長いほど受信良好状態と判定される時間が遅れるが，GPS が観測されなくなり受信良好状態から遷移を起こす時間はどの間隔も同じなので，もっと省電力できた時間に影響を及ぼさなかったからと考えられる．

各センシング間隔でのミス数を調べた (図 9)．60 秒で 736，90 秒で 964，120 秒で 1464 ミスしていた．GPS センシング間隔が長いほどミスが多くなっている．これらのミス数を観測数 4475 で割った割合はミス率 (計算式 3) を表している．

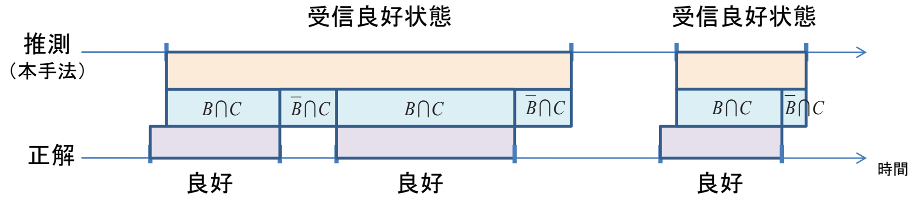

図 7　カバレッジ率，浪費率の例

$$\text{Coverage 率 (\%)} = \frac{\text{正解が良好だった時間かつ受信良好状態の時間}\ (B \cap C)}{\text{正解が良好だった時間}\ (B)} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{浪費率 (\%)} = \frac{\text{もっと省電力できた時間}\ (\overline{B} \cap C)}{\text{受信良好状態の時間}\ (B)} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{ミス率 (\%)} = \frac{\text{ミス数}}{\text{観測した GPS の累積数}} \times 100 \quad (3)$$

次に，各測位誤差のミス数を調査した．図 10 はミス数を求めるために使用した GPS の各測位誤差における観測数を表したグラフである．縦軸は一日分の GPS データの観測数，横軸は測位誤差を表している．このデータを使用し，受信待機状態と受信良好状態のセンシング間隔を 60 秒，90 秒，120 秒で行った時のミス数を表したグラフが図 11，図 12，図 13 である．測位誤差の小さい GPS はミスを抑えられたと考えている．

6.1.1　ミスデータの調査

次に，ミスしたデータについて調査した．シミュレーションによりミスしたデータの緯度経度を調べた．受信待機状態と受信不良状態での GPS の間隔を 60 秒，90 秒，120 秒で試した．図 14，15，16 は GPS の取得が困難な屋内から屋外に出てくるという所作を行った時に生じたミスの例である．白いマーカーの先端がミスした GPS の地点を指しており，赤

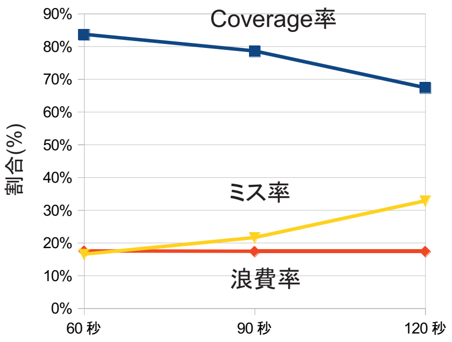

図 **8**　coverage 率と浪費率

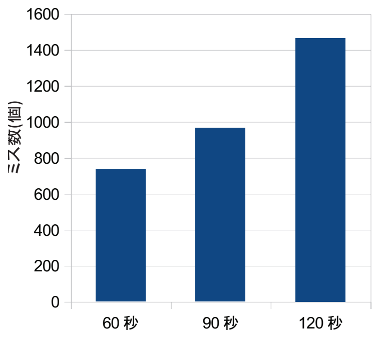

図 **9**　各センシング間隔でのミス数

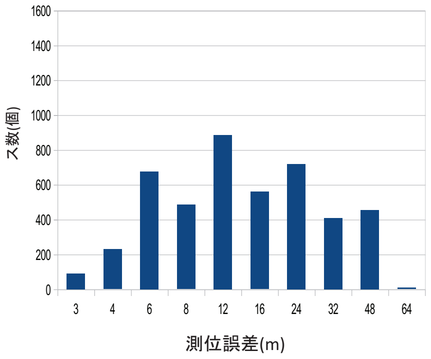

図 **10**　一日分の GPS データ

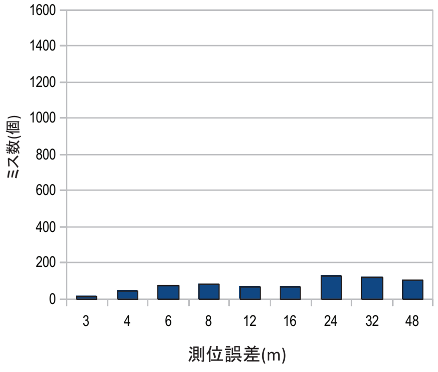

図 **11**　各測位誤差でのミス数:60 秒

色のマーカーの先端が観測できた GPS の地点を指している．60 秒の場合 (図 14) では 35 個ミスしている．90 秒の場合 (図 15) は 25 個の GPS データをミスしている．120 秒の場合 (図 16) は 85 個の GPS データをミスしている．90 秒と 60 秒を比較すると，90 秒の場合が 60 秒でのそれよりもミスした GPS の数が少ない．その理由は，センシングを開始する位相の違いから生じる．位相とは GPS が休止している間隔のずれである．60 秒と 90 秒の場合 30 秒の位相が存在するため受信待機状態または受信不良状態で 30 秒ずつ位相がず

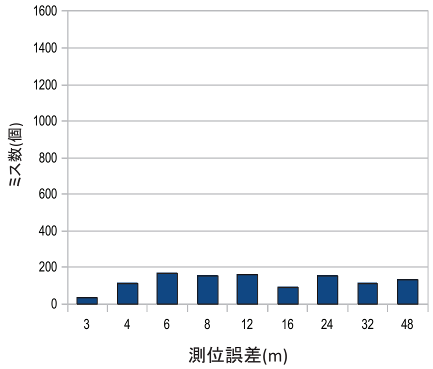

図 **12**　各測位誤差でのミス数：90 秒間隔

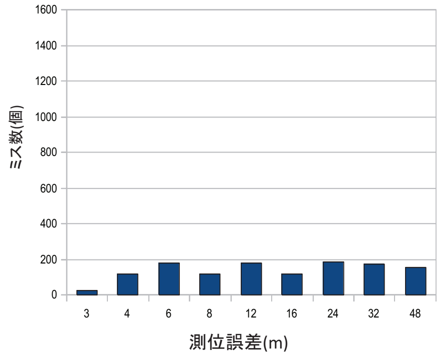

図 **13**　各測位誤差でのミス数：120 秒間隔

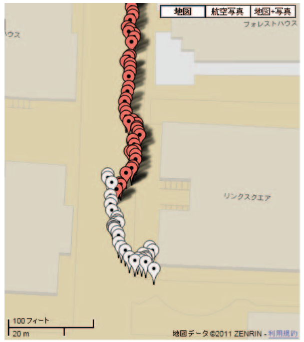

図 **14**　ミスの例：60 秒間隔

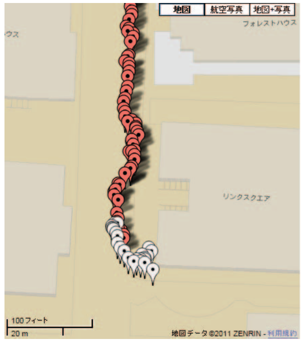

図 **15**　ミスの例：90 秒

図 **16**　ミスの例：120 秒

れる，そのため，良好に受信できるところにユーザが移動した場合，必ずしも間隔が短いほうが早く GPS を受信し始めるとは限らないからである．

今回の例の場合は良好に受信できるところに来て早く受信を開始したからである．このようなミスが生じる場所としての特徴を調べたところ，今回の例のように屋内から屋外にユーザが移動したとき以外にも，トンネルを抜けた後にも GPS をミスしていることがあった．

ミスを補完する方法として，ユーザが GPS 取得困難な屋内に入ってきた時に最後に観測された GPS の測位結果と屋外に出た時に最初に観測された GSP を結ぶことによって補完す

る方法が考えられる．また，トンネルを抜けた後に GPS をミスしない方法としては，ユーザの移動速度を GPS を使って乗り物に乗っていることを推測することにより，GPS をトンネル内ではセンシングし続けることによってミスを減らすことができると考えている．

6.2　本手法と常時センシングの比較

実際に本手法を端末上で動かし，実験を行った．図 17 に本手法を適用した時の電力消費のグラフと常時最小の間隔でセンシングしたときの電力消費のグラフである．実験中はセンシング端末の画面の操作などは一切行わず，本手法のみでどのような電力消費になるかを調べた．なお，受信待機状態と受信不良状態の GPS センシング間隔は 60 秒で行った．コンビニ，マンション，スーパーなどの屋内では不良受信のため電力消費が抑えられていると考えられる．また，良好に受信できる屋外では GPS を最小の間隔でセンシングしているため，電力消費が大きくなっていると考えられる．最小の間隔で GPS をセンシングし続けた電力消費と比較すると，本手法は省電力を実現できていることがわかる．また，受信待機状態と受信不良状態だった時間が少なかったため，図 17 からはその時の電力消費に与える影響はわからなかった．

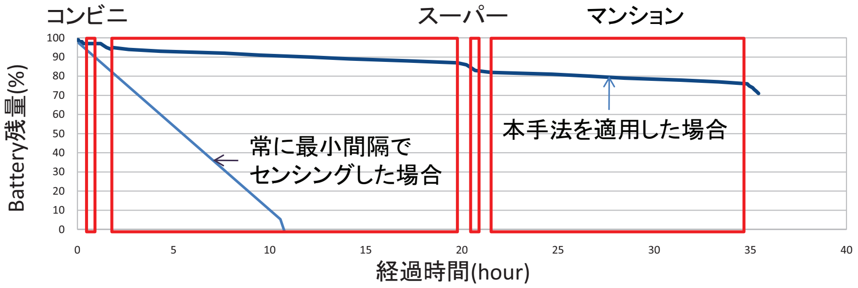

図 **17**　本手法と常時センシングの電力消費のグラフ

7.　まとめと今後

本研究では，端末ローカル情報のみで GPS センシングの省電力を実現する手法を提案した．加速度センサを使って放置・非放置を判定し，放置の場合は GPS のセンシングを行わない．ユーザが移動し始めたなどの所作によって非放置と判定した場合，GPS のセンシングを開始する．そして，良好と判定された場合に GPS を最小の間隔でセンシングする．このように状態遷移することによって，無駄なところでの GPS センシングによる電力消費を抑える．サーバとの通信は行わず，端末ローカル情報のみで動作するため，通信ができない場所でも動作する．評価には本手法によってミスした GPS の割合とその評価を行った．また，GPS を常時センシングした時と本手法の電力消費の違いについて述べた．

今後の課題は，ミスした GPS を補完することがあげられる．本手法の場合，受信待機状態または受信不良状態から受信良好状態に遷移するときにミスする．受信待機状態または受信不良状態が建物内である可能性があるとすると，建物に入ってくる時の最後に観測された GPS を建物の外に出て GPS を受信し始めた GPS を結びつけることによって補完する方法が考えられる．トンネルから出てくる時にミスする GPS については，GPS のドップラー速度を利用することによって，電車や車などの乗り物に乗っていることを推測し，トンネル内では GPS をセンシングし続けることによってトンネルを出た後の GPS のミスを防ぐ方法が考えられる．また，本研究では加速度センサが非放置と判定したら，60 秒以上の間隔で GPS のセンシングを開始したが，最小の間隔でセンシングを開始するときとの比較も行っていないので，今後調査する必要があると考えている．また，一日にどれくらいの割合で受信待機状態と受信不良状態になるかを調査する必要がある．受信待機状態と受信不良状態の時間が短かければ短いほど，センシング間隔を 60 秒と 120 秒で行った時のセンシングを行う回数の差が減っていくため，電力消費に与える影響の違いがなくなっていくと考えられる．その場合，60 秒間隔でセンシングを行った時のほうが 120 秒間隔と比べミス数が少なくなる可能性が高くなり，有用であると考えられる．

参　考　文　献

1) 堀口 良太，長岡 亨，畑成年.GPS 携帯電話による大規模パーソンプローブ調査のためのトリップ情報抽出手法に関する研究 . 土木計画学研究・講演集．pp.33．2006 年
2) 大森 宣暁，室町 泰徳，原田 昇，太田 勝敏．高度情報機器を用いた交通行動データ収集の可能性．日本都市計画学会．都市計画論文集．pp.169-174, 1999 年
3) 太田 健吾, 向井 政貴, 新井 イスマイル, 西尾 信彦, “Wi-Fi 基地局の観測履歴を利用したユーザの状態遷移解析”, 情報処理学会, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル（DICOMO2010）シンポジウム論文集, pp.1426-1433．2010 年.
4) 坂本 憲昭, 西尾 信彦, “ホスト情報を用いたユーザコンテキスト推測機構とその応用,” マルチメディア, 分散, 協調とモバイル（DICOMO2008）シンポジウム論文集, pp.1496-1503, 2008 年
5) 坂本 一樹，坂本 憲昭，新井 イスマイル，西尾 信彦，“段階的なセンサデバイスの切り替えによるライフログセンシングのための省電力機構，” 情報処理学会第 72 回全国

大会講演論文集 (分冊 3), pp.345-346
6) Jatinder Pal Singh Zhenyun Zhuang, Kyu-Han Kim. Improving Energy Efficiency of Location Sensing on Smartphones. 2010.
7) 清原 良三，三井 聡，松本 光弘，沼尾 正行，栗原 聡．携帯電話におけるコンテキスト情報としての低消費電力位置情報取得方式．情報処理学会 研究報告．2008 年．