Vol.2010-SLDM-144 No.56
Vol.2010-EMB-16 No.56
Vol.2010-MBL-53 No.56
Vol.2010-UBI-25 No.56
2010/3/27

モバイル機器の日常的な利用シーンを考慮した加速度ノイズ対応方式

瀬戸口　久雄[†1]　池谷　直紀[†1]
長　健太[†1]　服部　正典[†1]

モバイル機器に搭載された加速度センサからの情報を元に，静止，歩行，乗車中などのユーザの移動状況を推定する技術において，モバイル機器を取り出す，操作するといった日常的な利用シーンで生じる加速度がノイズとなるという問題がある．我々は，取り出し，姿勢変更，操作中の 3 つの場面で生じる加速度ノイズに対応する方式を検討し，取り出し，姿勢変更は加速度の変化に，操作中は携帯端末に搭載された基本ソフトにより取得される操作イベントに基づき加速度ノイズを除去する方式を導入した．評価の結果，加速度の変化に基づく方式により，移動状況推定の精度が 5 %程度向上した．また，操作イベントに基づく方式により，本来は静止中である時間帯を乗車中と判定するような推定誤りを回避できることを確認した．

A Correction Method for Acceleration Noise Considering the Ordinary Usage of Mobile Devices

Hisao Setoguchi,[†1] Naoki Iketani,[†1] Kenta Cho[†1]
and Masanori Hattori[†1]

The acceleration noise generated in the ordinary usage of mobile devices (e.g. taking out the devices or making operations) interferes with estimation of the means of migration using accelometers on the devices. We developed the correction method for the noise generated when users take out devices, change their posture, and make operations to the devices. The method uses the changes of acceleration and the operation events acquired from operation system of the mobile devices to detect the period of noises. The result of evaluation shows that the method using the acceleration changes improves the precision of the context inference by approximately 5 percents, and the method using the operation events corrects the inference mistaking resting for boarding.

1. はじめに

我々はこれまでに，センサデータからユーザの位置・移動に関する状況を推測する状況推定エンジンの開発を行ってきた[1)]．このエンジンは加速度センサおよび GPS の情報を元に，ユーザの移動状況（静止，乗車中，歩行，走行）および現在地，目的地の POI（Point of Interest，施設情報）を推定する．これらの情報を使うことで，ユーザが通勤中の電車の中か，帰宅中に家まで歩いている場面か，などの状況を推定することが可能になり，それら生活の中のシーンに応じてモバイル機器の動作を変化させることで，ユーザの状況に応じたコンテンツやサービスの提供が可能になる．

しかしながら，状況推定エンジンを実際に端末に搭載するにあたって，端末を手に取る，操作する，端末を身に着けて姿勢を変えるなど，日常生活で携帯端末を利用する中で頻繁に発生する動作を行う際に生じる加速度が，状況推定の誤判定を発生させる原因となる，という問題がある．本稿では，状況推定エンジンが推定対象としている動作以外の動きにより発生し，上記のような問題を引き起こす加速度の変化を「加速度ノイズ」と呼ぶ．

我々は，加速度ノイズの発生する環境下で高精度な状況推定を実現することを目的として，(1) 加速度の前処理によって加速度ノイズを除去する方法と，(2) 携帯端末に搭載されている基本ソフト（OS）によって検出される端末の操作イベントに基づいて，加速度ノイズを除去する方法の 2 つのアプローチによって加速度ノイズの除去を試み，実際の状況推定エンジンに適用した場合の効果について評価を行った．本稿の以下の部分では，日常的に携帯端末を使用する際に生じる加速度ノイズの例を示し，それらのノイズを除去する方法と評価の結果について述べる．

2. 加速度ノイズとその対策

2.1 加速度ノイズの定義

本稿で加速度ノイズと呼ぶのは，状況推定の対象である動作（走行，歩行，静止，乗車中の 4 つの移動動作）以外の動作により発生する加速度の変動のことを指す．まず我々は，状況推定に影響を及ぼす加速度ノイズの変動を観察し，発生パターンに基づいて以下のように 3 種類に分類した．

†1 株式会社東芝 研究開発センター 知識メディアラボラトリー
Knowledge Media Laboratory, Corporate Research & Development Center, Toshiba Corporation

©2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-SLDM-144 No.56
Vol.2010-EMB-16 No.56
Vol.2010-MBL-53 No.56
Vol.2010-UBI-25 No.56
2010/3/27

加速度ノイズとなる加速度の変動パターンを図 1，2，3 に示す．ここで横軸は時間軸であり，縦軸は加速度（単位：G）である．図中の 3 本のグラフが 3 軸加速度センサの各軸方向に検出された加速度を表す．いずれの図も約 1.7 分の範囲を表示している．

2.1.1　取り出しノイズ

端末を手に取る，カバンに入れるなどの動作に伴って発生するノイズである．取り出しノイズの区間には，多少の衝撃が加速度変化として現れるとともに，ほとんどの場合，端末の向きの変化が発生することが特徴である．この種類のノイズは加速度の変化が大きいため，歩行，または乗車中と誤判定される場合がある．

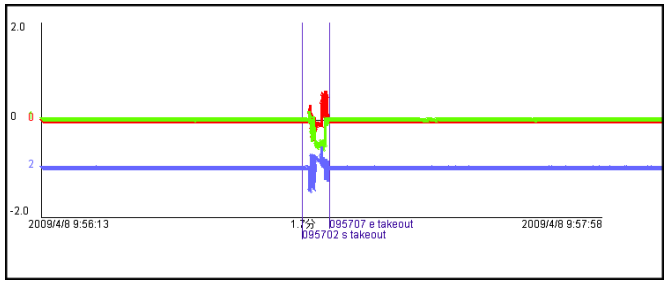

図 1　取り出しノイズの例：机上の端末を手に取り，約 5 秒で机上に置く

2.1.2　姿勢変更ノイズ

端末をポケットなどに保持した保持者が，座り直す，体の向きを変える，立つ，座るなどの姿勢の変更を行う際に発生するノイズである．携帯端末をポケットやホルダーで身につける場合には頻発する．また，端末を保持したポケットの外側に手が触れるなどの瞬間的な衝撃もこのノイズに分類した．取り出しノイズと同様，この種類のノイズも加速度の変化が大きいため，歩行，または乗車中と誤判定される場合がある．

2.1.3　操作中ノイズ

メールを書く，アプリケーションを起動するなど，ボタンや画面に触れる際に発生するノイズである．加速度の変位は大きくないが，長時間にわたって加速度変化が検出される場合があることが特徴であり，操作の内容次第で，瞬間的に終わる場合もあれば数分にわたり継続する場合もある．この種類のノイズは，電車やバスなどの車中にいる際に検出される細かな振動に似ているため，乗車中と誤判定される場合がある．

ここに示した 3 種類のノイズ以外に，たとえば端末保持者が端末をポケットに入れて踊るなど，状況推定の対象外の動きをする際の加速度の変化も状況推定の結果に悪影響を与える場合があるが，端末保持者の多様な動きすべてに対応することは困難であること，また，事前実験の範囲では上に示した 3 種類以外のノイズは発生頻度が低いことから，本稿では対象外とした．

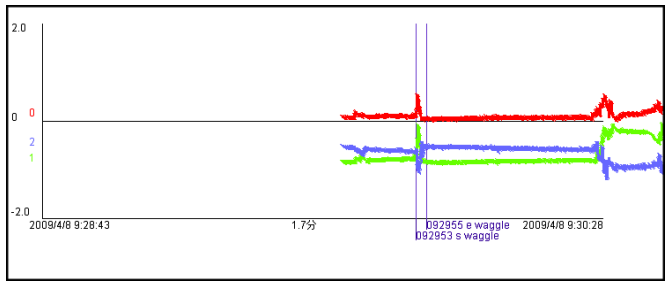

図 2　姿勢変更ノイズの例：端末を胸ポケットに入れた状態で体勢を変える

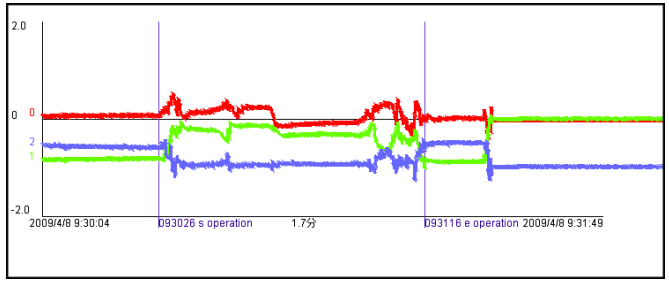

図 3　操作中ノイズの例：端末で文字入力の操作をする（約 50 秒間）

2.2　加速度ノイズの除去方針

前節で述べたような誤判定が発生する理由は，加速度ノイズによって推定に用いる特徴量である加速度の平均値や最大値が不当に大きい値となり，エンジンはそれを歩行や乗車による加速度変化であると誤判定してしまうためである．

これを避けるために，本稿では加速度変化からノイズ部分を判定する方式と，OS からの操作イベントを検出によってノイズ部分を判定する方式の 2 つの方式による前処理を行い，ノイズと判定された部分の加速度データを状況推定に用いないようにする，という方針を選択した．前節で述べた，取り出しノイズと姿勢変更ノイズに対しては加速度変化に基づく方式で判定し，操作中ノイズに対しては OS からの操作イベントを検出する方式によって判定

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-SLDM-144 No.56
Vol.2010-EMB-16 No.56
Vol.2010-MBL-53 No.56
Vol.2010-UBI-25 No.56
2010/3/27

するものとした．

前処理を行う以外に，状況推定アルゴリズム自体を改良し，4 つの移動状況以外に「ノイズ」状態を判定させるなどの方針も考えられるが，独立性の高い前処理として構築した方が開発容易性や拡張性が高いこと，また，一般的な状況推定エンジンへの適用が可能であるなどの点で優れていると判断した．

2.3 加速度変化に基づく加速度ノイズの除去方法

加速度変化に基づいて加速度ノイズを判定，除去する処理の流れを図 4 に示す．これまではセンシングされた加速度を即座に状況推定エンジンで処理していたが，加速度ノイズであるか否かを判定する前の加速度データを一時的にバッファリングする．バッファサイズは 3 秒としている．一方で，センシングされた加速度はバッファリングするだけでなくノイズ判定処理を行い，ノイズであると判断された場合にはバッファの内容を状況推定に使用しない．ノイズか否かが明らかでない場合には保留となり，3 秒を経過するまでノイズだと判定されなかったデータは状況推定に使用される．

この方式の欠点として即応性の低下が挙げられる．すなわち，ノイズ判定が「ノイズか否か不明」という状態が続いた場合には，常に状況推定は 3 秒前までの加速度に基づいて判定することになり，その分だけ状況推定結果の出力が遅れる．この遅れについては，ノイズ判定に遅延が生じていても，直前の状況推定結果を用いるようにしておくことで，実際の使用上で遅延が生じていることを感じさせない程度に影響を抑えることができるため，これは許容範囲であると判断した．

加速度データに基づいてそれがノイズか否かを判定するための特徴量として，状況推定エンジンのモバイル端末上での利用を想定して計算量が大きくなく，加速度ノイズに該当する区間を検出でき，かつ真に歩行や乗車である区間を除去してしまわないような，以下の 3 つの特徴量を使用することにした．

2.3.1 方向変化度

取り出しノイズおよび姿勢変更ノイズの検出に用いられる特徴量である．単位は [rad] である．

バッファリングされた加速度データから，重力加速度成分のなす角が最大になる 2 つのデータを抜き出し，そのなす角を方向変化度とする．実装上は処理量を減らすためにすべての組み合わせから最大値を算出せず，バッファ内の時間的に等間隔な 4 点をサンプリングして角度の変量を算出し，その最大値を用いている．

重力方向を法線とする平面内の回転成分はこの特徴量では検出されないため，机上で端末を滑らせて回転させるような動きは検出できないが，端末を手で動かすことを検出するにはこの特徴量で十分である．

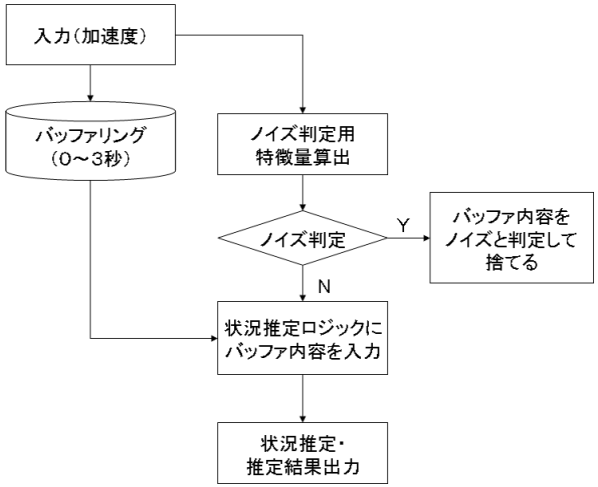

図 4 加速度変化に基づく加速度ノイズの判定・除去処理の流れ

2.3.2 衝撃変化度

方向変化度とあわせて，取り出しノイズおよび姿勢変更ノイズの検出に用いられる特徴量である．単位は [G] である．

各時点における加速度ベクトルから重力成分を除去したもののうち，過去 2 秒間で最大のもののベクトル長を衝撃の大きさとみなし，この最大変化量を衝撃変化度とした．すなわち，過去 3 秒間のデータについて比較する場合には，5 秒前までの加速度データが影響することとなる．図 4 では省略しているが，この計算を行うために，常に過去 2 秒間の最大ベクトル長もバッファリングするように実装した．また最大変化量を算出する方法についても，方向変化度と同様に 4 点をサンプリングして差分が最大であったときの値を採用した．

この値は，ある時点において，2 秒前から現在までの 2 秒間の最大の衝撃と，5 秒前から 3 秒前までの 2 秒間の最大の衝撃の差が大きい場合に大きな値をとる．こうすることで，たとえば乗車中や歩行中であり定常的に衝撃が発生している場合にも，その衝撃の最大値が極端に変化しなければ加速度ノイズではないと判定し，衝撃が極端に変化した場合のみを加速度ノイズと判定することができる．

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-SLDM-144 No.56
Vol.2010-EMB-16 No.56
Vol.2010-MBL-53 No.56
Vol.2010-UBI-25 No.56
2010/3/27

副作用として，静止状態から歩き始める場合や，その逆に歩きを止めた場合，衝撃の度合いが急激に変化したとしてこの特徴量が大きくなり，結果として加速度ノイズと判定されてしまう場合がある．

この場合に生じる悪影響として，数秒の判定遅延が発生するというものが挙げられるが，加速度ノイズによる誤判定を生じるよりは，場合によって数秒の判定遅延が生じても，確実に加速度ノイズが除去されるほうが望ましいとし，この副作用については許容するものとした．

2.3.3 歩行ペース

真に歩行または走行である区間を誤ってノイズと判定することを防ぐために用いられる特徴量である．

この値は正と負の閾値を用意し，過去 5 秒間にその範囲を超えて往復した変動回数をカウントしたものである．よって単位は [回/5 秒] となる．歩行ペースの値は 5 秒間の歩数とほぼ一致する値をとる．

先に挙げた 2 つの特徴量を用いてノイズである区間をある程度正しく検出することができるが，歩行や走行の際には元より大きい衝撃が加わっており，さらに，端末の方向や衝撃の最大値の変化は歩き方などにより必ずしも一定ではないため想定以上に方向変化度，衝撃変化度の値が大きくなり，誤ってノイズでない区間をノイズであると判定してしまう場合がある．これを防ぐために歩行ペースを導入した．

2.3.4 ノイズ判定のアルゴリズム

これまでに導入した 3 つの特徴量を用いて，下記の手順により入力された加速度がノイズであるか否かの判定を行う．

(1) 方向変化度によるノイズ判定

方向変化度が 0.08[rad] 以上であれば，ノイズと判定

(2) 歩行ペースによるノイズではない区間の判定

歩行ペースが加速度取得間隔により決まる閾値以上であれば，ノイズではないと判定

(3) 衝撃変化度によるノイズ判定

センシングされた加速度をノイズとみなすか否かのフラグを保持する．

(a) 衝撃変化度が 0.05[G] 以下になった場合
センシングされた加速度をノイズではないと判定し，フラグを真にする

(b) 衝撃変化度が 0.13[G] 以上になった場合
バッファ内に保持していた加速度データをノイズとみなして破棄し，フラグを偽にする

(c) 衝撃変化度が 0.05[G] より大きく，0.13[G] より小さい場合

- フラグが真であれば，センシングされた加速度を破棄して状況推定を行わない
- フラグが偽であれば，センシングされた加速度をバッファに格納する
  バッファから外れた古い加速度データはノイズではないとみなして状況推定に用いる

歩行ペースの閾値について，センサからの加速度取得間隔（加速度のサンプリング周期）が広がると，歩行ペースが真の歩数を大きく下回った値として算出されることがあるため，加速度取得間隔が 150ms 以下の場合に 13[回/5 秒] とし，加速度取得間隔が広がるとともに最小で 0 まで減少する値とした．

これまでに述べた加速度ノイズ検出・除去方式を実際の加速度データに適用した例を図 5 に示す．図 5 のグラフに対応するデータの加速度取得間隔は 150ms より短く，歩行ペースの閾値は 13[回/5 秒] となる．このとき，図 5 中段のグラフにおいて，取り出しノイズの発生している箇所で方向変化度，衝撃変化度が大きくなっており，かつ歩行ペースの値は高々 3[回/5 秒] である．

これらの特徴量から，取り出しノイズの発生が検出され，図 5 の下段に示したように，加速度ノイズの箇所の加速度データが正しく除去されていることが見て取れる．

2.4 OS イベントに基づく加速度ノイズの除去方法

続いて，操作中ノイズへの対処として，OS イベントに基づく加速度ノイズの除去方法について述べる．

本稿で提案している加速度ノイズの除去方式は主にスマートフォンと呼ばれる端末をターゲットとしており，それらの端末において広く採用されている OS ではボタン押下やタッチパネルへのタッチなどの操作のイベントが検出可能である．この操作イベントを検出した場合には，少なくともユーザの手かスタイラスが端末に触れていることになり，ほとんどの場合，センサから取得される加速度データに操作中ノイズが発生することを確認した．この操作中ノイズによる誤判定を避けるために，以下のようにしてノイズを除去するようにした．

- 操作イベントが検出された場合，バッファリングされた加速度データを捨て，イベント発生時刻を記録しておく
- 最新の操作イベントの発生時刻から 5 秒以内の加速度データは，状況推定には使用しない

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-SLDM-144 No.56
Vol.2010-EMB-16 No.56
Vol.2010-MBL-53 No.56
Vol.2010-UBI-25 No.56
2010/3/27

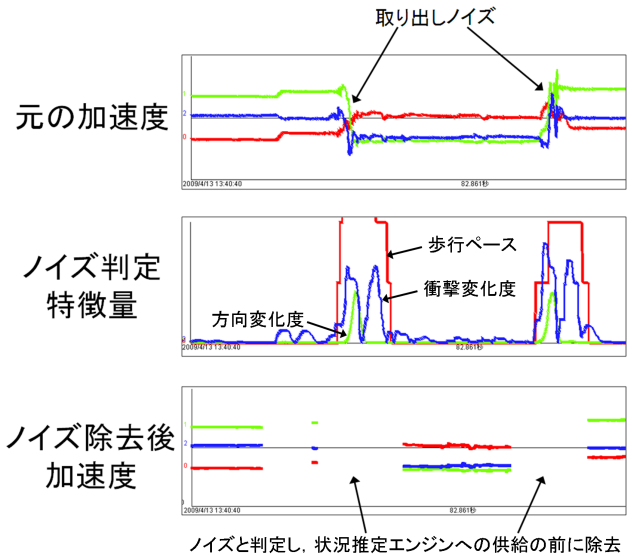

図 5　加速度ノイズ除去を適用した加速度データの例

これは，加速度データを一時的にバッファリングしておき，ノイズでないと確認された部分のみを状況推定に使用するという点では，前節で述べた加速度に基づく加速度ノイズ除去の方法と同じ仕組みである．

イベント検出時にバッファリングされた最大 3 秒間のデータを捨て，またイベント検出後 5 秒間のデータを使用しない理由は，ユーザによる端末操作は連続的に入力し続けているとは限らず，一連の操作中にも中断が入り，断続的に入力が行われることが多いためである．我々はこの 3 秒および 5 秒という値を予備実験に基づいて設定している．ただし，利用パターンによって最適な値は変わってくるため，多様なユーザによる多様な操作イベントの発生パターンを収集して最適値を検討する必要があるが，これは今後の課題としている．

3. 評　　価

3.1 加速度変化に基づく加速度ノイズ除去の効果

加速度変化に基づく加速度ノイズ除去方式を導入する前後での移動状況推定の正解率を比較することによって評価を行った．実験条件は以下のとおりである．

表 1　加速度変化に基づくノイズ除去の効果

ノイズ除去導入前

	適合率	再現率	F 値
走行	1.000	0.838	0.912
歩行	0.846	0.996	0.915
静止	0.831	0.866	0.848
乗車中	0.968	0.758	0.850
通算	0.863	0.863	0.863

ノイズ除去導入後

	適合率	再現率	F 値
走行	0.992	0.849	0.915
歩行	0.981	0.993	0.987
静止	0.831	0.931	0.879
乗車中	0.968	0.830	0.887
通算	0.911	0.911	0.911

端末　T-Mobile G1(HTC Dream)
被験者　3 名
データ収集延べ時間　22 時間 54 分
評価方法　オフライン評価

データ収集は日常生活時に端末を保持して生活するという方法で行い，4 つの移動状況のいずれかを行っている加速度データに 2 章で定義したノイズが重畳するようなデータを収集した．

評価結果は表 1 のとおりである．加速度取得間隔は約 20ms である．

通算の精度は 86 %から 91 %に，5 %ほど向上している．内訳を見ると，特に「静止」と「乗車中」の再現率が向上しており，また「歩行」の適合率も格段に向上している．これは，ノイズ除去方式導入前は「静止」や「乗車中」の際に「歩行」と誤判定する場合があったものが，ノイズ除去方式の導入によって改善したことを示している．

また,「取り出しノイズ」に対する耐性を確認するために，カバンへの出し入れと，ポケットへの出し入れを各 10 回行い，ノイズ除去が正しく行われるかのテストを行った結果，いずれもノイズが正しく除去されることを確認した．このテストを行ったときの加速度の供給パターンは図 5 で示したようになる．加えて，取り出し，姿勢変更，操作中以外に該当する区間についても観察すると，結果として姿勢変更ノイズへの対策が部分的に効果をもたらしている場面が観察された．たとえば買い物の際に静止と歩行が繰り返される場合，静止と歩行の境界にある加速度データをノイズと判定することで，個々の動作を静止あるいは歩行と正しく判定できる場合が見られた．

3.2 OS イベントに基づくノイズ除去の効果

OS イベントに基づくノイズ除去方式により,「操作中ノイズ」が除去できていることを確認した．ここでは，5 分間の机においての操作と，5 分間の手に持っての操作を行い確認し

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-SLDM-144 No.56
Vol.2010-EMB-16 No.56
Vol.2010-MBL-53 No.56
Vol.2010-UBI-25 No.56
2010/3/27

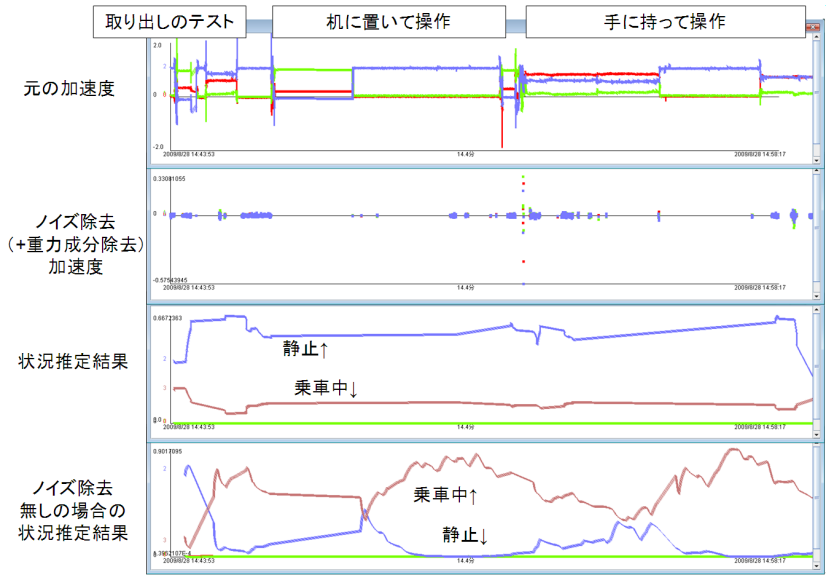

図 6　OS イベントに基づくノイズ除去の効果

た．操作の内容は，どちらの場合も，ゲーム，メール書き，ブラウジングの 3 つを行った．

この結果を図 6 に示す．結果としては，10 分間にわたって常に正しく「静止」と推定された．一方，比較対象としてこの実験の際の加速度データをノイズ除去なしで推定した場合の結果は，10 分間のほとんどが「乗車中」と誤判定されてしまう．このことから，OS イベントに基づく加速度ノイズ除去は，加速度に基づくノイズ除去とあわせて効果的に機能しているといえる．

4. 考　　察

4.1 加速度ノイズ除去の効果の加速度取得間隔による変化

3 章で行った評価のほかに，本稿で提案したノイズ除去方式が，加速度取得間隔によりどのように変化するかを調べた．一般に，加速度取得間隔が短いほど情報量は多くなるため精度は高くなる．また，本稿では深く触れていないが，加速度取得間隔が短くなると，特徴量の計算や加速度取得そのものにかかる処理量が増加するため，バッテリー持続時間は減少する傾向がある．そのため，加速度取得間隔は携帯端末上で状況推定エンジンを実用する上で重要な動作設定パラメタとなる．実験に用いた端末で，制御を全く行わずに加速度を取得し続けた場合，取得間隔は約 20ms となる．そこから取得間隔を広げた場合をシミュレートして，オフライン評価を行った．この結果を図 7 に示す．

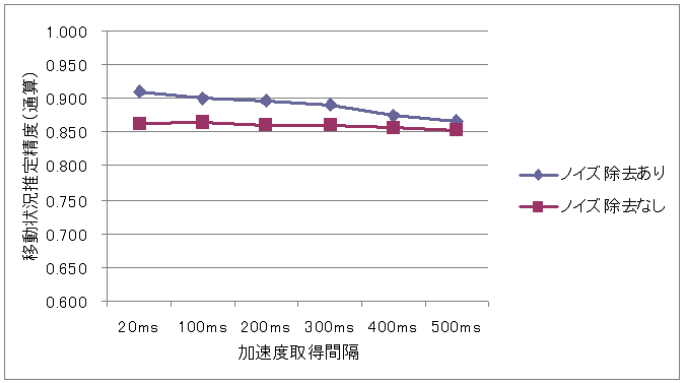

図 7　ノイズ除去の効果の加速度取得間隔による変化

図 7 は縦軸を通算の推定精度，横軸を加速度取得間隔としている．加速度取得間隔が 20ms の部分が 3 章で述べた評価結果に対応する．加速度取得間隔を長く（＝サンプリング頻度を低く）するにつれて，ノイズ除去の効果が低下し，結果として通算の推定精度が低下している．なお，除去なしの場合には加速度取得間隔が長くなってもさほど精度が低下しない理由は，状況推定エンジンの基本的な特徴量は，重力成分除去後の加速度ベクトルの 10 秒間の平均値，最大値，分散を用いており，10 秒間の情報に基づいて判定していることで加速度取得間隔が数百 ms の長さでも十から数十のサンプルが得られ，動きの激しさなどが検出できるためである．

4.2 加速度ノイズ除去に失敗する事例

加速度ノイズを除去した推定結果を観察すると，図 5 や図 6 に示したように，有用であることが見て取れるが，加速度ノイズを除去しきれていないケースもあり，改良の余地がある．ノイズ除去に失敗する典型的な事例を以下にあげる．

- 端末を胸ポケットに入れて食事をした際に，高確率で「乗車中」と誤判定する

これは，ズボンのポケットに入れて食事をした場合は発生しない誤判定であり，上半身が断続的に揺れることで起きる．この種の誤判定はデスクワークでも作業の種別によって発生すると考えられる．対策としては以下が挙げられる．

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-SLDM-144 No.56
Vol.2010-EMB-16 No.56
Vol.2010-MBL-53 No.56
Vol.2010-UBI-25 No.56
2010/3/27

– 端末の向きが継続的かつ繰り返しの変化をしている（食事の例では状態が前後に傾く）ことに基づいて，乗車による振動ではないと判定する．
– 胸ポケットに端末が入っているなどの端末保持状態を推定し，乗車による振動ではないと判定する．あるいは推定の確信度を低下させるように補正する．

● 端末をポケットに入れてスポーツをする場合や，ショッピングや展示会の観覧をするような場合，数歩の歩行が断続的に発生すると「乗車中」と判定される

たとえば，数歩ゆっくり歩いて，5 秒ほど静止することを 20〜30 秒間繰り返した場合には「歩行」あるいは「静止」が判定結果として予想されるが，時折「乗車中」と判定される場合がある．これに対しては今回導入した加速度ノイズ除去の衝撃変化度に基づくノイズ判定が有効ではあるが，ユーザの行動によっては誤判定が発生することが確認されている．

対策としては，新たに 5 状態目として「その他動作」を出力するように改良を行い，典型的な誤判定パターンを収集し，それを識別して「その他動作」と判定できるよう再学習や特徴量の追加を行う，というものが挙げられる．

また，今回の評価は限られた被験者で行っているが，多数のユーザに実際に端末を使用してもらい，多様な加速度データや操作パターンを用いた状況推定エンジンの調整が望まれる．

以上をまとめると，今後の課題としては以下があげられる

● 今回は対象外とした「対象外ノイズ」，すなわち識別対象外の動作（たとえばスポーツや食事など）時の誤判定の防止
● 多様なユーザが多様な操作を行った場合についての検証と，その操作パターンに基づくパラメタの最適化
● ユーザによる端末保持状態の識別方式と，保持状態に基づいた状況推定方式の変更や結果の補正

5. 関 連 研 究

加速度に対する前処理によって加速度ノイズに対処している他の研究には，メディアンフィルタなどの平滑化フィルタをかけるもの[2]，自動車中での腕の動きを検出する目的で，Wavelet を用いてノイズ低減フィルタを構成し，突発的な加速度の変化の影響を低減するもの[3] などが見られる．

これらの方式と本稿で述べた方式について比較を行う．まず，平滑化フィルタを掛ける方式について，文献 2) の例では，腕振りのジェスチャを検出する際に，加速度変化のピークを見つける目的で平滑化フィルタを掛け，加速度データに重畳している細かなノイズを除去することで意図しない箇所でのピーク検出を防いでいる．このように，単一の動作の検出を目的として，加速度変化の大きな傾向をより明確にあらわすという用途であれば，メディアンフィルタなどの平滑化フィルタを用いるだけで十分な性能を満たす可能性があるが，我々の状況推定エンジンで検出対象としている，静止，歩行，走行，乗車中の 4 種類の動作の推定において適切にノイズを除去するには，加速度に対して単に平滑化を施すだけでは不十分であると思われる．

Wavelet を用いてノイズ低減フィルタを構成する方式では，フィルタを構成するために，運転者の着ける加速度センサに加えて，車体にも加速度センサを装着する必要がある．我々の状況推定エンジンはモバイル機器での利用を想定しているために利用者が身につけるセンサ類はできるだけ少ないほうが望ましく，また，本稿で提案するノイズ除去方式はモバイル機器に搭載されている単一の加速度センサで実現可能であるため，文献 3) の方式と比較して必要なセンサ数が少ないという利点がある．

6. お わ り に

本稿では，加速度センサおよび GPS から，ユーザの 4 種の移動状況（「静止」「乗車中」「歩行」「走行」）および POI を推定する状況推定エンジンについて，モバイル端末で実用する際に顕在化する問題を提示し，その解決策を実装，評価した．この結果，端末を手に取るなどの動作による加速度の変化,「加速度ノイズ」による誤判定の発生を低減し，実際に携帯端末を所持して収集した加速度ノイズを含む評価データについて 86 %から 91 %へと約 5 %の精度向上を実現した．今後の課題としては，ユーザが対象外の動作をしたときの対策，多様なユーザの利用に基づく検証，保持状態の識別とその活用による精度向上があげられる．

参 考 文 献

1) 池谷 直紀, 菊池 匡晃, 長 健太, 服部 正典,”3 軸加速度センサを用いた移動状況推定方式,” 情報処理学会研究報告 (ユビキタスコンピューティングシステム (UBI)),2008-UBI-019,Vol.2008,No.66,pp.75–80,(2008)
2) 行方 エリキ, 太田 雅敏, 石原 進, 水野 忠則, ”加速度センサ搭載腕時計型端末を用いた腕の動きによる個人認証,” 情報処理学会研究報告 (ヒューマンインタフェース),2003-HI-105,pp.21–26,(2003)
3) 多田 昌裕, 大村 廉, 岡田 昌也, 納谷 太, 野間 春生, 鳥山 朋二, 小暮 潔, ”加速度センサを用いた行動計測に基づく運転動作解析手法,”インタラクション 2007,pp.231-238,(2007)

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan