5V-3

携帯電話の格納場所判定機能の Android 端末上への実装

河内　智志†　　薛　媛‡　　藤波　香織‡

東京農工大学工学部情報工学科†　　東京農工大学工学府情報工学専攻‡

1.はじめに

今日，携帯電話は生活に欠かせないコミュニケーションツールとなった．しかし端末の格納場所によっては通知に気付かないことや，電波の感度に影響を与え通知が行われないといった問題が発生する[1]．この問題は端末が格納場所を判定し処理を最適化することである程度解決できると考えている．

これまで我々は，格納場所判定のコンセプト確認を目的として模型の携帯電話に加速度センサを装着して PC 上で格納場所を判定する手法について検討してきた[2]．本論文ではそれを踏まえ，携帯電話実機上での稼働に適した比較的軽量な特徴量の新たな選別と，格納場所判定器の実機上への実装・評価について述べる．さらに格納場所情報を使用するアプリケーションに対して通知を行う基盤システムとしての実装についても述べる．

2.分類器の設計と実装

2.1.機能概要

我々が実装する格納場所判定器とは，端末内蔵の加速度センサにより端末の身体上での格納場所を判別する機能である．ユーザが携帯電話を格納する場所は様々であるため，既存の調査[6]から格納場所として利用されやすい次の 5 カ所，(1)ズボンの前ポケット，(2)ズボンの後ポケット，(3)胸ポケット，(4)ジャケットのポケット，(5)首から提げる，を選出した．なお，鞄も格納場所としてはよく用いられるが，サイズや持ち運び方が非常に多様であり判定が困難であるため，現状は判定の対象から外している．

2.2.場所判定のプロセス

場所判定のプロセスを図 1 に示す．まず加速度センサから生データを取得し，256 サンプルのデータからなるウィンドウを作成する．ウィンドウのスライド幅は 8 サンプルとした．次に Cho らの手法[3]に基づき近似的な重力加速度成分の除去と正規化を行う．その後 Murao らの手法[4]により，当該ウィンドウに含まれる行動が歩行であることを確認する．歩行中と確認されたウィンドウに対して次段の分類器が前述の 5 カ所の中から現在の格納場所を決定する．最後にスムージング処理として過去 11 回分の判定結果で多数決を行う．これにより他の判定結果から孤立した誤判定による出力結果のばらつきを防ぐ．以上のプロセスを 300 ミリ秒ごとに繰り返し行う．

2.3.特徴量と分類器

携帯電話の向きに依存しすぎないことと実端末での計算速度を考慮して 29 個の特徴量を選定した．例えば(1)式に示すような，ウィンドウ内の加速度の二乗平均の平方根を特徴量として利用している．（$X(t)$ は時刻 t における加速度を表す．）

$$X_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{t=0}^{N-1} X(t)^2} \qquad (1)$$

他には，ウィンドウ内の加速度データに対し高速フーリエ変換（FFT）を適用して得られた周波数成分の振幅のうち最大値などを利用している．分類器は，ニューラルネットワークの一種である多層パーセプトロン(Multi-Layer Perceptron)により実現し，パラメータは LNKnet[5]を用いて決定した．

3.評価

10 名の被験者から集めた歩行データを用いたオフライン評価を行った．オフライン評価とは事前に収集したデータを用いて分類を行うことを指している．歩行データは 5 カ所の格納場所ごとに 5 分間ずつ歩いて収集した．これらの歩行データから以下のような分類器 A, B1～B5 を作成し，判定の正解率の評価を行う．分類器 A は被験者 A～E の 5 名の歩行データを学習したもの，分類器 B1～B5 は被験者 A～E の歩行データを個別に学習した 5 つの分類器である．これらの分類器を以下のようなデータの組み合わせにより評価した．

1. 被験者 A~E の歩行データを分類器 A で分類

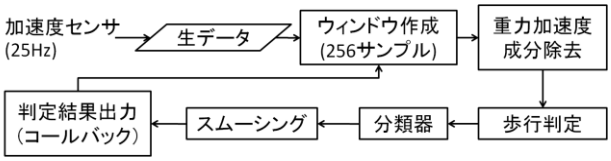


図 1　判定のプロセス

An Android Phone that Knows Its Position on the Body

†Satoshi Kouchi・Department of Computer and Information Scienses, Tokyo University of Agriculture and Technology

‡Yuan Xue, Kaori Fujinami・Department of Computer and Information Scienses, Tokyo University of Agriculture and Technology

Copyright ©2011 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

2. 被験者 F~J の歩行データを分類器 A で分類
3. 被験者 A~E の個別の歩行データを分類器 B1~B5 で分類

評価 1 および 3 は 10 fold cross validation を行った．評価 1~3 の正解率を図 2 に示す．評価 1 の平均より評価 2 の平均が低いことから学習に含まれない未知データに対しては分類器が十分に頑健ではないことがうかがえる．また評価 2 では個人ごとにばらつきが出ているが，これは被験者 F~G のうち被験者 A~E と似た特徴をもたないデータに関して正解率が低い傾向にあった．一方，評価 3 においては 100%の正解率を得た．以上より，利用者毎に分類器を学習させることができれば，非常に高い正解率を得られることが確認できた．そのためには分類器のカスタマイズに対する利用者の自発的な参加が鍵となるが，現在，仮想ペットへの愛情を利用した動機付け手法を検討している[7].

4.基盤システム機能

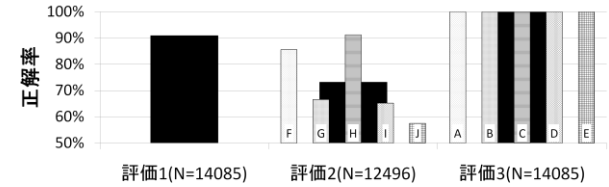
4.1.通知機能

本システムは分類器の判定結果を受けて，格納場所に変更があったときにはその情報を必要とするアプリケーションに対して通知し，アプリケーション側での適応処理を可能にしている．

4.2.本システムの利用例

本基盤システムを用いて開発した熱中症危険度判定アプリケーションを図 3 に示す．これは環境センサから得た値から熱中症の危険度を算出し，ユーザに対して通知を行うものである．通知の際には，ズボンのポケットでは長時間の振動を用いるなど，格納場所に応じた適切な通知方法を選択する．

また，環境センサは格納場所によっては正しい値が取得できないこともある．例えば，ズボンのポケットに格納されているとユーザの体温や汗の影響を受けた温度や湿度の値を取得してしまう．このような格納場所による影響を考慮せずに間違った通知を出し続けてしまうことで，ユーザが通知への不信感を抱いてしまうことになる．そこで本アプリケーションは図 3 のように，熱中症危険度について上部



平均■(%)	91.0%	73.3		100.0	
被験者(%)		F	85.6	A	100.0
		G	66.6	B	100.0
		H	91.3	C	100.0
		I	65.3	D	100.0
		J	57.6	E	100.0

図 2 評価結果



図 3 熱中症警告機

にレベルを常時表示すると共に，格納場所に応じた適切な説明文を表示する．これによりユーザが通知への不信感を抱くことを防ぐことを狙っている．

5.まとめ

歩行中に携帯電話の格納場所判定器を実装・評価を行った．評価の結果学習を行った被験者に対しては 100%の正解率を得た．また判定器を利用した熱中症危険度判定器を実装し，本システムの基盤システムとしての利用例を示した．

謝辞

本研究は（財）栢森情報科学振興財団の援助を受けた．

参考文献

1) K.Fujinami, C. Jin, and S. Kouchi; Tracking On-body Location of a Mobile Phone, ISWC2010 (LBR).
2) 金，藤波；“格納動作パターンを用いた携帯電話の所有場所判定”，情処学会 UBI 研究会第 21 回発表会，情報処理学会研究報告 2009-UBI-21, pp. 23-30, 2009 年.
3) S.-J. Cho, E. Choi, et al.: Two-stage Recognition of Raw Acceleration Signals for 3-D Gesture-Understanding Cell Phones, 10th Int’l Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition, 2006.
4) K. Murao, and T. Terada: A Motion Recognition Method by Constancy-Decision, in Proc. of IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC 2010), pp. 69-72, 2010.
5) MIT Lincoln Laboratory LNKnet. URL: http://www.ll.mit.edu/mission/communications/ist/lnknet/.
6) アイシェア，意識調査“携帯電話，忘れて困る．自宅に忘れた経験 9 割”http://blog.ishare1.com/press/archives/2005/11/post_19.html，November 2005
7) 荒川，河内，藤波；“困難タスク完遂支援のための、ユーザに愛情をもたれる仮想ペット”，情処学会第 73 回全国大会，2011 年（発表予定）

Copyright ©2011 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.