

モバイル端末を用いた屋内外判定法の検討

A Study on Indoor/Outdoor Distinguishing Method using a Mobile Device

尾崎 勝義[†] 田中 幹衡[†] 吉田 慶介[†] 松野 省吾[‡] 大山 実[†]
 Katsuyoshi Ozaki Masatoshi Tanaka Keisuke Yoshida Shogo Matsuno Minoru Ohyama

1. まえがき

GPS を搭載したモバイル端末や無線アクセスポイント (以下, AP) の普及により, これらを活用した位置情報の取得やその応用が研究されている [1,2]. 屋外では, GPS を用いて高精度な位置情報を得ることが期待できる. 屋内では無線 LAN や自律航法, IC タグによる測位など目的に特化した様々な手法がある. 精度の高い位置情報を取得し活用するためには, 屋内外に応じて位置推定手法を切り替える必要があるが, 正確な屋内外判定を行うことでそれが可能となる.

本研究ではモバイル端末が搭載する, GPS をはじめとする各種センサ情報を用いて端末が屋内, 屋外のどちらに存在するかを判定する手法を検討している. モバイル端末のセンサから得られる情報は, 端末の性能等の違いにより大きく異なる場合があるため, 判定手法は複数種類の端末の存在を考慮して検討する必要がある. また様々な場所で高精度に屋内外判定を行うためには, 建物の特性や都市部か郊外かなど周辺環境を考慮する必要がある.

本稿では, SVM(Support Vector Machine)を用い屋内外判定を行う識別器を構築し複数の端末で判定精度がどのように変化するかを評価した. また, AP からの情報を特徴量とすることで周辺環境が異なる場合に精度が向上することを確認したので報告する.

2. 屋内外判定法

2.1. 学習フェーズ

GPS 受信状態を各衛星の SN 比の平均, 受信可能な衛星数, SN 比が 0 である衛星の個数とし, AP に関する情報を AP の総数, 最大 RSSI(Received Signal Strength Indicator)とした. 教師データとしてこれら 5 つの特徴を計 7 種類の端末を用い屋内外で測定し, 端末ごとの識別器を SVM により構築した. 測定は建物特性及び周辺環境の異なる 2ヶ所で行った. また, 測定データは測定者が屋外または屋内であると明らかに判断できる地点でラベリングを行っている.

表 1. 測定場所

環境	機種数	屋内(件)	建物外周辺(件)
RC 造 5 階建	7	8985	9842
木造 2 階建	1	500	500

2.2. 判定フェーズ

2.1 で述べた 5 つの特徴量を端末で測定し, 予め構築した識別器を用いて屋内外の判定を行う. 判定の際に, 端末の機種を考慮し最も適当であると考えられる識別機で判定を行うため機種名の情報を識別器の選択に用いる.

[†] 東京電機大学 Tokyo Denki University

[‡] 電気通信大学 The University of Electro-Communications

3. 適切な識別器の選択

理想的には, 屋内外判定を要する端末毎に識別器を構築すれば最も高い精度を確保できる(表 2). しかしながら, 識別器の構築をユーザに任せるのは現実的でない. また現存する全ての端末用の識別器を事前に構築することも不可能である. よって, 少数の識別器で多くの端末に対応できるような, 適切な識別器の構築と選択が必要である. そこで以下の実験を行った.

3.1. 機種間の差を考慮した識別器の選択

3.1.1. 各地点に置ける判定手法の評価実験

2.1 で測定した教師データをもとに端末毎の識別器を構築し, 測定端末と同じ端末用の識別器を用いた場合と, 別の端末用の識別器を用いた場合に分け屋内外判定の精度を求めた. 表 2 に実験結果を示す. 表 3 は測定した全データを教師データとして 1 つの識別器を構築した場合 h と, a~g の識別器を用い多数決により判定する場合 i の精度について示している.

表 2. 各端末用識別器による精度

識別器 \ 端末	A	B	C	D	E	F	G	平均
a	99.2	96.0	97.6	81.3	97.8	98.0	98.2	95.4
b	89.3	98.9	88.7	97.8	68.9	75.8	93.6	87.5
c	97.9	97.4	99.4	87.9	90.3	92.7	98.2	94.8
d	96.4	98.7	97.5	98.4	89.7	89.3	92.5	94.6
e	96.8	96.0	95.2	67.0	98.7	97.1	98.6	92.7
f	97.9	96.8	97.5	84.3	93.2	100.0	97.7	95.3
g	84.6	81.5	89.0	69.7	77.2	67.6	99.1	81.2

表 3. 汎用識別器による精度

識別器 \ 端末	A	B	C	D	E	F	G	平均
h	98.9	98.5	97.6	87.7	93.9	95.1	92.2	94.8
i	97.6	96.9	98.5	83.2	89.8	92.3	98.0	93.7

表 2, 3 より 7 種の端末の屋内外判定を最も精度高く行う識別器は端末 A 用のものであることがわかる. しかし個別の端末で測定されたデータのみを教師データとする識別器では, 普遍的に高い精度で様々な端末の屋内外判定を行うことはできないと考えられる. そこで以降は h, i を識別器とすることについて議論する.

3.1.2. 屋内外移動時の判定手法の評価実験

3.1.1 では事前に測定したデータをもとに構築した識別器の精度について述べた. ここでは, 屋内外の移動が生じた時の判定精度の時間変化を識別器 h, i 毎に評価する. 実験には端末 B を用い, 特定の場所で屋内外の移動を繰り返しデータを測定した. 歩行速度は平均して 3.74km/h で, 屋外から屋内に入る場合のデータを 2160 サンプル, 屋内から屋外に出る場合のデータを 2141 サンプル測定した. これをもとに屋内外の移動時の判定精度の変化を図 1, 2 に示す.

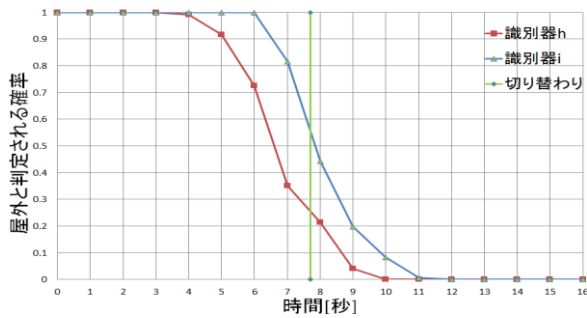


図1. 屋外から屋内へ移動した時の判定精度の変化

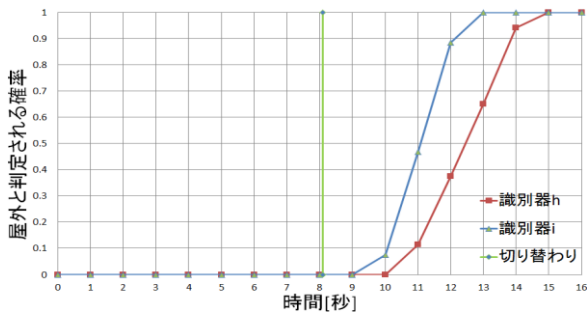


図2. 屋内から屋外へ移動した時の判定精度の変化

図1より判定に識別器 i を用いた場合は切り替わりの直前 1.7 秒前まで誤判定は無い。一方で識別器 h を用いた場合は 3.7 秒前には判定精度が 100% を切っている。屋内に入ると識別器 h は 2 秒程度で誤判定はなくなり、識別器 i ではその 1 秒後になる。また屋内外の切り替わりが発生し、精度が 100% を切ってから戻るまでの時間は識別器 i の方が h より短いことがわかる。

図2は図1と比べ、屋内外の切り替わり前の誤判定がどちらの識別器も無いが、切り替わり後に精度が戻るまでの時間が長い。識別器 h, i の比較では i の方が高い精度となった。

3.2. 同一機種個体差を考慮した識別器の選択

3.1.1 では判定に識別器 h, i を用いる場合について考えた。しかし屋内外判定を行う端末と同一機種の端末で識別器が既に構築されている場合はそれを使うことも考えられる。よって実験を行い精度を調べた。屋内外移動時のデータを端末 B と同一機種の端末 B', B'' を用いて測定する。図3, 4, 5 はそれぞれ識別器に B 用のもの, h, i を用いた場合の屋外から屋内へ移動する時の判定精度の時間変化を表している。なお測定データは B' で 2160 サンプル, B'' で 2180 サンプル取得している。図3より同一機種同士であっても各端末には差があることがわかる。これは端末に搭載されているハードウェアや OS の違い又は経年劣化の具合などの個体差によるものと考えられる。図4は図3と特段の変化は見られないが、屋外では B' の端末が、屋内では B'' の端末で誤判定がわずかに多くなっている。図5では屋外における誤判定が B', B'' のいずれも減っており、また屋内外での切り替わり付近での端末間の差が少なくなっている。しかし屋内での誤判定は若干増えており、B'' では判定精度が 90% を超えるのは 8.2 秒後であり図3, 4 における B'' と比べ 2 秒程度遅い。

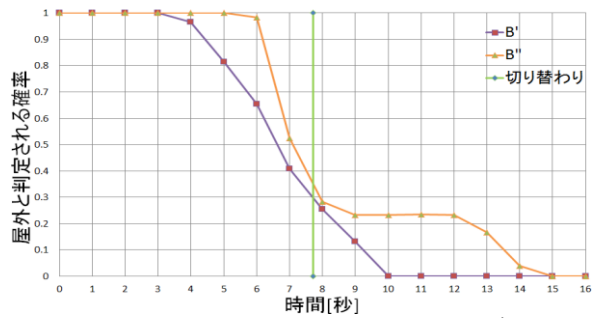


図3. B用の識別器を用いた場合

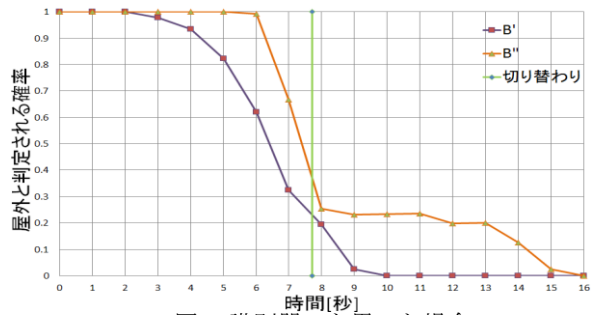


図4. 識別器 h を用いた場合

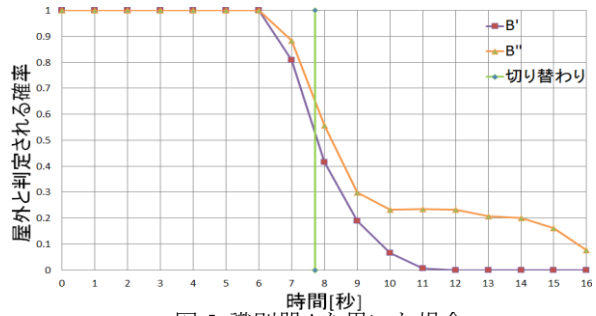


図5. 識別器 i を用いた場合

4. AP に関する情報を特徴量とすること

屋内外判定を高精度に行うためには、端末がどのような環境におかれているかを知る必要がある。屋内外判定に影響を与えると考えられる、周辺の建物の密接具合や、建物からの大まかな距離を測る事を意図し、AP の総数、最大 RSSI を特徴量とし精度の向上を確認した。

表4. AP を特徴量とする場合としない場合の精度変化

環境	あり	なし
RC 造+木造	98.7	93.6
RC 造	99.2	98.8
木造	100.0	100.0

5. まとめ

複数種類の端末で識別器を変えた場合の精度変化について評価を行った。また教師データが、異なる環境の複数箇所測定された場合は、AP を特徴量とすることで精度が向上することを示した。

参考文献

- [1] 田中幹衛, 吉田慶介, 松野省吾, 大山実 “端末の電波受信感度を考慮した位置推定手法の検討” 電子情報通信学会総合大会, 2015
- [2] 山岸琢也, 杉本徹 “スマートフォンを用いた行動予測に基づく情報提示” 電子情報通信学会総合大会, 2015
- [3] 勝田悦子, 内山彰, 山口弘純, 東野輝夫 “GPS 受信状態を用いた屋内外判定法” 情報処理学会研究報告, 2011