スマートホーム利用者の生活パターンの自動予測手法の評価

情報システム学系 4年 永井ゼミ J19437 山口秀悟

目次

- 研究の動機と目的
- 関連研究について
- 研究の具体的な内容
- これまでに行った予備実験について
- 今後の課題

研究の動機と目的

研究の動機

- 動機
  - 近年、「スマートホーム」と呼ばれるシステムが徐々に普及しつつある。
  - だが、スマートホームシステムにの恩恵を受ける為には、ユーザーが自分の生活を分析して様々な設定を行わなければならない。
  - その上、何らかの理由でユーザーが生活パターンから外れた行動を取った場合、正しく機能しなくなる場合がある。

研究の目的

ユーザーの行動を自動で予測することで
ユーザーが自らの負担を減らしつつ、快適に
スマートホームシステムを利用できるようになることを理想とする

関連研究について

関連研究

- **『スマートホームにおける一般被験者の生活行動予測精度の調査と改善のための一検討』**
  佐藤佑磨 松井智一 諏訪博彦 他5名（情報処理学会）
- あらかじめ用意しておいたスマートホーム内で1名ずつ被験者に生活してもらい、データの収集を行った
- 居住者がタブレット端末にインストールされた専用アプリを通じて、自分が今何をしているのか（「外出」「睡眠」「食事」など）をDBに登録し、それとスマートホームのセンサーから得られた情報を自動的に紐づけし、蓄積・分析した

関連研究の結果

- 被験者のうち、研究内容をあまり知らない一般人は、行動データの登録を忘れたり、正確に登録できないといったことがよくあったため、**手動での比較的正確な行動予測は難しい**ことが判明した

» そこで、既存の端末を活用し、
自動で行動を予測できるようになることを目標とする

研究の具体的な内容

今回の研究の指標

- 個人の所持する端末である
  PC/スマートフォン(以下”スマホ”)を使用して
  ユーザーの大まかな行動を予測できるようにする
- 具体的には、
  ◎おおよその起床時間と就寝時間、
  ◎自宅と通学先(勤務先)の場所、
  ◎各曜日の外出先への出発時間と帰宅時間
  を予測できるようにする

データの取得方法

- 事前にスマホやPCにインストールしたクライアントを使用し、一定時間（開始時は暫定的に5分とする）おきに現在の日時と以下の情報をサーバーに送信し、集積する予定
- スマホからは『GPSの位置情報』『端末の使用状況（ロックの有無、起動中のアプリ等）』『ジャイロセンサーの反応』『接続中のネットワーク』といった情報を送信する
- PCからは起動中のアプリ等の使用状況を送信する
- 情報送信の時刻から10秒程経過してもPC/スマホからの情報の送信が無い場合は、その端末を使用していないものと見なす

行動予測に必要な要素を推測する方法

- 利用者の自宅・職場の位置の推測について
  - 多くの人々において、特に平日は一日の大半を、
    自宅と職場（学校）のいずれかに滞在していると考察した
  - その為、一定時間おきに取得したスマホの位置情報の座標が最も集中している
    地点と、その次に集中している地点が自宅と職場であると考察した
  - そのうち、自宅での就寝中は特定のネットワーク（Wi-Fi）に接続した状態で、
    スマホを水平な机に置き、充電していると考察した
    又、職場に滞在中の場合はスマホをバッグやポケットに収納している為、画面と
    地面が水平にならないことが多いと考察した

行動予測に必要な要素を推測する方法

- 特定のWi-Fiに接続した状態で、スマホを水平な机に置き、
  充電しており、照度センサーも低い値を示している、
  かつPCもスマホも非使用状態の状態が2時間以上継続した場合

» 次に利用者がPC/スマホを使用するまで**就寝中**であると判定する

行動予測に必要な要素を推測する方法

- 「就寝中」の状態にスマホのGPSで測位座標が集中している箇所の中央を自宅と判定する
- 自宅と判定された位置の次にスマホでの測位座標が集中している箇所を職場（学校）と判定する

行動予測に必要な要素を推測する方法

- 行動の推測方法について
  - 『就寝中』であると判定する方法は先述の通り
  - 情報を送信する段階で利用者何をしているかについては、端末の使用状況とジャイロセンサー、GPSを組み合わせて推定する
  - PC/スマホ共にアクティブになっていて、操作されているアプリをその時点で主に使用しているものと判定し、その種類からどのような行動を取っているのかを大まかに推測する
    - オフィス系アプリや開発ツールであれば仕事中、ブラウザやゲームであれば遊んでいる、等といった具合

行動予測に必要な要素を推測する方法

- 利用者の習慣から今後取るであろう行動を予測する方法
- 約一週間おきにサーバー上で利用者の行動をラベリングする
  - 曜日ごとの出勤/帰宅時間を推測する方法
    - スマホの振動センサーが動作しており、かつGPSの測位位置が自宅から離れた段階で、『利用者が自宅から出発した』と判定する
    - 時間の進行による測位位置の変化が見られなくなった段階で、利用者が目的地に到着したと判定する
    - 目的地の場所が『職場(学校)』であった場合、直近に自宅を出発した時刻を『出勤開始時刻』、職場に到着した時刻『出勤完了時刻』とする
    - 各曜日ごとに出勤開始時刻と出勤完了時刻が集中している最頻値を求め、それを普段の生活パターンにおける出勤・到着時刻と見なす
    - 帰宅においても同様の処理を行い、何曜日の何時に利用者が職場を出発するかを推測する

データの出力について

- サーバー側に集積されたデータを用いて自宅や職場、ユーザーがよく行く場所等の予測や起床時刻の情報は、スマホに事前にインストールされた専用アプリに出力・送信され、以下の用途に利用される予定
  - Google Assistant APIやAlexa スマートホームスキル等の既存のスマートホームシステムを経由して家電等を自動的に制御したり（例：帰宅時刻に合わせてエアコンや照明を起動する）
  - 天気アプリや地図アプリ等の外部アプリと連携して利用者個人とシチュエーションに合った情報を提供することに使用される（例：出勤時刻前に今日の天気や交通情報をスマホの通知やウィジェットでお知らせする）

ユーザーの行動予測に使用する技術

- Python
- scikit-learn(主に決定木モデル)
- 今後はPC/スマホ用アプリの制作も行う為、Flutter等のアプリ開発技術も必要になる見込み

これまでに行った予備実験について

予備実験① 緯度経度を用いた地点の判別

- 自宅と東京情報大学の敷地内から、
  それぞれ無作為に10箇所の地点の緯度と経度を算出
- それから、各データが『自宅』のものであるか、
  『学校』のものであるかについて、手動でラベリングを行った
- その後、scikit-learnを用いて上記のデータのモデルを作成
- 更に、テスト用に新たに『自宅』『学校』の緯度経度データを
  各5つずつ作成

予備実験① 使用したデータの一部

	A	B	C
1	緯度	経度	場所
7	35.65978	140.0451	自宅
8	35.65957	140.0449	自宅
9	35.65977	140.0452	自宅
10	35.65999	140.0449	自宅
11	35.63774	140.2035	学校
12	35.63703	140.2026	学校
13	35.63765	140.203	学校
14	35.63722	140.204	学校

予備実験① 結果

```
[11] #正常に自宅と学校の緯度・経度を分類できるか検証
     print(model.predict([[35.659752, 140.044886], [35.659848, 140.044872], [35.659950, 140.044961], [35.659636,140.044829], [35.659964, 140.044911]]))
     print(model.predict([[35.637806, 140.203567], [35.636928, 140.203181], [35.637449, 140.202898], [35.638356, 140.203331], [35.637621, 140.204046]]))

     ['自宅' '自宅' '自宅' '自宅' '自宅']
     ['学校' '学校' '学校' '学校' '学校']
```

» 今回のデータでは正確に判別を行うことができたが、
測位ミスの可能性を考慮し、ノイズへの耐性を高める必要がある

予備実験②
曜日と時刻を用いた行動ラベリング

- 普段のスケジュールを元に、『曜日』『時刻』『今居る場所』をまとめたテストデータを作成
- それから、各データに『ステータス（現在の行動）』について、手動でラベリングを行った
- その後、scikit-learnを用いて上記のデータのモデルを作成
- 更に、テスト用に新たに『自宅』『学校』の緯度経度データを各5つずつ作成

予備実験② 使用したデータについて

- テストデータは月曜日から日曜日までの各曜日を15分おきに分割し、場所とステータスの情報を含めた計672個
- テストを簡略化する為、スケジュールは毎週水曜日4限のみ登校を行い、それ以外の日時には常に自宅に滞在すると仮定
- 大学に滞在する前後に1時間15分の登下校時間を設けた

予備実験② 使用したデータについて

- scikit-learnでは数値以外のデータの正常な処理が不可能な為
  一定のルールを用いて各種情報を数値化した
- 『曜日』…月曜日～日曜日を0～6の整数で表現
- 『時刻』…0時～23時45分を0.0～23.45の小数で表現
  整数の位が時、小数の位が分を表現している
  （例：0.8＝0時8分、12.34＝12時34分）
- 『場所』…自宅を『1』、学校を『2』、その他の場所を『0』と表現

予備実験② 使用したデータの一部

	A	B	C	D
1	曜日	時刻	場所	ステータス
245	2	12.45	1	自宅滞在中
246	2	13	1	自宅滞在中
247	2	13.15	1	自宅滞在中
248	2	13.3	0	通学中
249	2	13.45	0	通学中
250	2	14	0	通学中
251	2	14.15	0	通学中
252	2	14.3	0	通学中
253	2	14.45	2	学校滞在中
254	2	15	2	学校滞在中
255	2	15.15	2	学校滞在中
256	2	15.3	2	学校滞在中
257	2	15.45	2	学校滞在中
258	2	16	2	学校滞在中
259	2	16.15	2	学校滞在中
260	2	16.3	2	学校滞在中
261	2	16.45	0	帰宅中
262	2	17	0	帰宅中
263	2	17.15	0	帰宅中
264	2	17.3	0	帰宅中
265	2	17.45	0	帰宅中
266	2	18	1	自宅滞在中
267	2	18.15	1	自宅滞在中
268	2	18.3	1	自宅滞在中

予備実験② 結果

```
[ ]  #正常に曜日や時刻、場所からステータスを分類できるか検証
     print(model.predict([[0, 1, 1], [1, 8.55, 1], [2, 13.13, 1], [2, 14.03, 0], [2, 15.21, 2], [2, 16.28, 2], [2, 17.18, 0], [2, 18.46, 1], [2, 23.05, 1]]))

     ['自宅滞在中' '自宅滞在中' '自宅滞在中' '通学中' '学校滞在中' '学校滞在中' '帰宅中' '自宅滞在中' '自宅滞在中']
```

» 今回のデータでは正確に判別を行うことができたが、
自宅と学校以外の場所に出かけることを前提とした検証が必要

今後の課題

今後の課題

- 数分おきにデータを取得し、その傾向を学習することにより、極力手動でラベリングを行わなくとも自動的にユーザーの行動をラベリング・将来の行動予測を可能にする
- 実際にスマートフォンでユーザーの位置情報を収集するアプリケーションを開発し、実際に収集したデータを用いたラベリングを行う
- スマホやPCの稼働・操作状況を記録し、家庭内での行動予測を可能にする

ご清聴ありがとうございました。