

# ユーザロケーションに応じた腕時計型 ウェアラブルデバイスによる動的な情報提示システムの開発

吉田 崇洋<sup>†</sup> 野田 潤<sup>‡</sup> 井口 信和<sup>\*\*</sup>

近畿大学大学院総合理工学研究科<sup>†</sup>

NEC ソリューションイノベータ株式会社<sup>‡</sup> 近畿大学工学部情報学科<sup>\*\*</sup>

## 1. 序論

コンピュータを身体に装着して利用するウェアラブルコンピューティングが可能なデバイスとして、腕時計型のスマートウォッチがある。スマートウォッチはディスプレイと無線通信モジュールを搭載しており、ハンズフリーで素早く情報を確認できる。また、様々なセンサを搭載しており、ユーザに関する情報を収集できる。このような特徴から、スマートウォッチを用いてユーザに関する情報を収集・認識し、ユーザが必要とする情報を自動的に提示するシステムが研究されている<sup>[1]</sup>。しかし、スマートウォッチはバッテリー持続時間が1~2日程度と短く、センサを利用することでさらに短くなると考えられる。このため、センサの利用に伴うスマートウォッチの消費電力について考慮する必要がある。

そこで本研究では、ユーザが必要とする情報の自動的な提示とそれに伴うスマートウォッチの消費電力の削減を目的として、位置情報に基づく動的な情報提示システム(以下、本システム)を開発した。本システムでは、ジオフェンシングと呼ばれる技術と音波を用いた位置推定手法の2種類の手法でユーザの位置情報を推定する。そして、推定した位置情報に基づき、あらかじめ場所毎に関連付けした情報をスマートウォッチ上に提示する。これにより、ユーザは位置情報に応じて、その場に即した情報を自動的に入手できる。また、2種類の位置推定手法を必要に応じて自動的に切り替えることで、位置情報の推定に要するスマートウォッチの消費電力を削減する。

## 2. 研究内容

### 2.1 研究概要

本システムではユーザ端末として、Android Wear 搭載のスマートウォッチと Android 搭載の携帯端末を利用する。この2つの端末を用いてユーザの位置情報を推定する。本システムにおける位置推定手法の利用モデルを図1に示す。本システムでは、ユーザの位置情報をエリアとブロックの2種類に分類し、段階的に推定する。エリアとは、1つ以上のブロックを含む、半径100m以上の円形の領域である。エリアはジオフェンシングにより識別する。ブロックとは、エリア内に存在し、ブロック内に設置するスピーカからの音波を計測可能な数mから数十m程度

Development of Dynamic Information Presentation System in Wristwatch Type Wearable Device Based on User's Location Information

<sup>†</sup>Takahiro YOSHIDA, Graduate School of Science and Technology, Kindai University

<sup>‡</sup>Jun NODA, NEC Solution Innovators, Ltd.

<sup>\*\*</sup>Nobukazu IGUCHI, Department of Informatics, School of Science and Engineering Kindai University

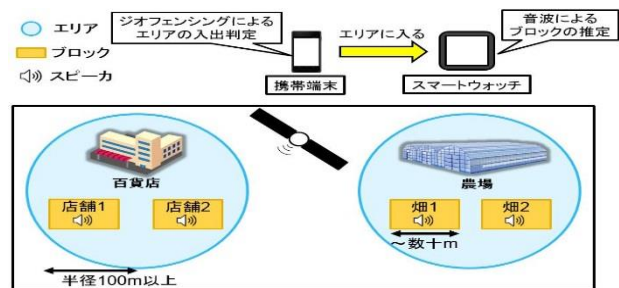


図1. 位置推定手法の利用モデル

の領域である。ブロックは音波を用いた位置推定手法により識別し、屋内・屋外を問わず、部屋単位の識別精度を有する。各ブロックでは、音波を用いた位置推定を可能にするためにスピーカを設置する。スピーカが設置済みのブロックでは、既存のスピーカを利用する。本システムでは位置情報の推定に、スピーカを設置するのみで特殊な機器を必要としない。このため、低コストあるいは追加コスト不要で本システムを利用できる。

本システムでは初めに、携帯端末でエリアへの入出を判定する。判定の結果、エリア内に入った場合、スマートウォッチでブロックの推定を開始する。ブロックを推定できた場合、そのブロックに関連付けられた情報をスマートウォッチ上に提示する。また、エリア外に出た場合、ブロックの推定を停止する。このようにエリアの入出判定に応じて、ブロックの推定を開始または停止することで、スマートウォッチの消費電力を削減する。

### 2.2 エリア入出判定手法

携帯端末ではジオフェンシング技術を用いてユーザのエリアへの入出を判定する。ジオフェンシング技術とは、地図上に仮想的なフェンスを設置し、このフェンスへの入出を判定する技術である。本手法では、Android 向けにジオフェンシング技術を提供している GeofencingAPI を利用する。GeofencingAPI では円形のフェンスを作成でき、中心となる緯度経度と半径を指定することで作成できる。また、指定可能な半径は最低100mである。このフェンスへの入出は携帯端末に搭載された位置情報サービスにより判定される。本手法では、エリアごとにフェンスを作成することでエリアへの入出を判定できる。また、各フェンスにはエリアを識別するための一意な識別子(以下、エリアID)を付与する。ユーザがエリア内に入った場合、該当するエリアIDを取得し、音波を用いたブロックの推定を開始する。ユーザがエリア外へ出た場合、音波を用いたブロックの推定を停止する。

### 2.3 ブロック推定手法

ユーザがエリア内に入った場合、スマートウォッチでブロックの推定を開始する。ブロックは、寺本らの研究

図2を参考に、音波を用いることで推定する。各ブロックでは、スピーカから単一のピーク周波数を有する信号音を再生する。信号音のピーク周波数は、ブロックごとに異なりエリア内で一意な周波数とする。これにより、エリアIDとピーク周波数からブロックを一意に識別できる。また、ピーク周波数の帯域は17~20kHzとする。この周波数帯は、人間が聞き取りにくいこと、信号音の認識に影響を与えるノイズが少ないと予想されること、及び一般的なマイクとスピーカで対応できることから選定した。

スマートウォッチでは、各ブロックで再生している信号音を計測する。計測処理は次の通りである。

1. スマートウォッチのマイクで録音を実施する。
2. 録音データを入力として高速フーリエ変換を実施し、周波数スペクトルを取得する。
3. 周波数スペクトルを参照し、信号音が利用している周波数帯域(17~20kHz)中で、振幅が大きい順に各周波数に重み付けする。
4. 1~3.を複数回実施する。この処理により、突発的なノイズによる誤認識を防ぐことができる。本手法では50回実施することとした。
5. 最も重みの付いた周波数を取得する。

以上の処理により取得した周波数を、現在ユーザがいるブロックの信号音のピーク周波数として認識する。この周波数と2.2節で取得したエリアIDを用いて、ユーザが現在いるブロックを推定する。信号音の計測に要する時間は1回当たり約10秒である。また、ユーザがエリア内にいる間は信号音の計測を繰り返す。これにより、ユーザが別のブロックへ移動した場合でも、取得する周波数の変化から移動先のブロックを推定できる。

### 2.4 推定結果に基づく情報提示

2.2節と2.3節の手法にて取得したエリアIDと周波数に基づき、現在ユーザがいるブロックを推定する。あらかじめ、エリアIDと各ブロックの信号音のピーク周波数から、ブロックを一意に識別可能なデータベースを作成しておく。さらに、ブロックごとにスマートウォッチ上に提示する情報を定義する。データベースの例を表1に示す。このデータベースを参照することで、現在ユーザがいるブロックを推定する。参照の結果、該当するブロックが存在した場合、そのブロックで提示する情報を取得し、スマートウォッチ上に提示する。例えば、エリアIDが農場、周波数が18000Hzの場合、表1からなすハウスにいることがわかる。この結果、なすハウスの温湿度をスマートウォッチ上に自動的に提示する。

### 3. 実験・考察

本システムにおけるブロックの推定精度について検証した。検証では、ユーザがエリア内にいるものとし、図2に示す環境で実施した。各ブロックで提示する情報は部屋名であり、各部屋に入室することで、スマートウォッチ上に現在入室している部屋名が提示されるか確認した。また、入室してからスマートウォッチ上に部屋名が提示されるまでの時間を計測した。各部屋に50回ずつ入室したところ、その全てで入室した部屋名が正しくスマートウォッチ上に提示された。また、入室してからスマートウォッチ上に部屋名が提示されるまでの時間を表2に示す。入室してから1分以内に提示された確率は両部屋合わせて96%であり、3分以内に提示された確率は100%となった。以上のことから、ブロックの推定により、部屋単位でユーザに情報を提示できることを確認した。

表1: データベースの例

エリアID	周波数	ブロック	提示する情報
百貨店	18000Hz	飲食店	おすすめメニュー
百貨店	18200Hz	服飾店	服飾店の広告
農場	18000Hz	なすハウス	ハウス内の温湿度
農場	18200Hz	トマトハウス	ハウス内の温湿度

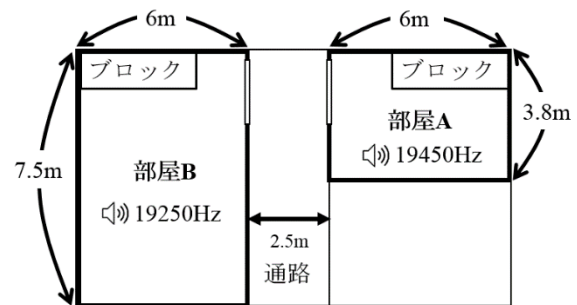


図2: 実験環境

表2: ブロック推定時間

	平均	標準偏差	最小	最大
部屋A	36.74秒	25.66秒	8秒	175秒
部屋B	36.08秒	19.47秒	8秒	99秒

表3: バッテリー消費量の計測結果

	合計		1時間当たり	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
ブロック推定あり	33.3%	2.8%	4.2%	0.3%
ブロック推定なし	19.0%	0.8%	2.4%	0.1%

次に、ブロックの推定に要するスマートウォッチのバッテリー消費量を計測した。計測には、携帯端末としてZenPadS8.0を、スマートウォッチとしてSmartWatch3を利用した。ブロックの推定を実施した場合と実施しない場合で、8時間経過後のバッテリー消費量を計測した。3回計測した結果を表3に示す。計測の結果、ブロックの推定により、スマートウォッチのバッテリー消費量が1時間当たり1.8%程度増えることがわかった。このことから、ブロックの推定を常時実施するのではなく、エリアの入出判定に応じて自動的に開始または停止することで、スマートウォッチのバッテリー消費量を削減できる。

### 4. 結論

本研究ではユーザの位置情報に基づき、スマートウォッチ上に提示する情報を動的に変更するシステムを開発した。本システムでは、2種類の位置推定手法を用いることで、位置情報の推定に要するスマートウォッチのバッテリー消費量を削減した。

今後は、位置情報に基づきスマートウォッチ上に提示することが有用な情報について検討する。

### 参考文献

- [1] 豊吉政彦, 後藤充裕, 錦織達也ほか: ウェアラブルデバイスとスケジュール解析を用いたコンテキストウェアな行動支援システムの提案, 情報処理学会研究報告(UBI), Vol.45, No.5, pp.1-6(2015).
- [2] 寺本幸生, 野田潤: O-MUSUBI: 環境音を利用するアドホックグルーピング音場の情報理論的素性に基づく類似度, 情報処理学会研究報告(UBI), Vol.37, No.16, pp.1-7(2013).