

# BLE Beacon を用いた AED 設置場所への屋内誘導における スマートフォンアプリケーションの開発

野口 裕之介<sup>†</sup> 田中 寿弥<sup>†</sup> 森澤 勝明<sup>†</sup> 皆月 昭則<sup>†</sup>

釧路公立大学<sup>†</sup>

## 1. はじめに

国内では、「AED の適正配置に関するガイドライン」に依拠し、公共施設や大規模商業施設において AED (Automated External Defibrillator:自動体外式除細動器) の設置が推進されている[1]. AED とは、心肺機能停止の状態である人(以下、心停止者)の心臓に電気ショックを与え、正常な心肺機能を続行(再開)させるための医療機器である[2]. AED の音声ガイド機能に従うことで、医療従事者だけでなく、非医療従事者(以下、市民)でも操作可能であり、救急現場で AED を使用した迅速な心肺蘇生を開始することが可能である。

心肺蘇生(AED および胸骨圧迫)をしない場合、心停止者の救命率は1分経過するごとに7~10%ずつ低下する。119番通報から救急車が到着するまでの平均時間は8.6分であり、その時間内に心停止者へ心肺蘇生をしない場合、救命率は著しく低下する[3]. したがって、心停止者を発見した場合には、医療者だけでなく、市民も救助者となって、AED を使用した心肺蘇生による処置を実施することが最善(胸骨圧迫は個人の技能差があるため、蘇生処置が一定ではない。一方で、AED は、個人の技能差を代替・担保することが可能である第一に有用な機器である)である。

救急現場で AED を使用した迅速な心肺蘇生が行われた場合には、心肺蘇生(AED および胸骨圧迫)をしなかった場合に比べ、心停止者の救命率は約6倍の大差がある[3]. そのため、AED を使用した心肺蘇生は、心停止者を救助するための第一に有用な手段である。

しかし、AED が設置されている場合でも、救助者が AED の設置場所を知らなければ(発見できなければ)、AED を用いる迅速な心肺蘇生を開始することは、不可能である。先述したように、市民が救助者となって心停止者へ AED を使用する割合は約4.5%である[3]. この報告は、AED が効果的・効率的に使用されていないことを示しており、仮説として次の報告からも示唆される。ある調査では、AED 設置場所の詳細な位置情報についての市民の認知率が22.7%という報告\*<sup>1</sup>がある[4]. さらに、別の調査では、2軒以上の館がある公共施設内において、AED 設置場所に関して認知の程度に差があることが報告されており、本館と別館を比較すると、別館の認知の程度が低くなっていたのである[5]. 以上の報告から、身近な例では、AED が設置されている公共施設や大規模商業施設の建物内部(以下、屋内)で心停止者が発見された場合(救急現場)、救助者が AED 設置場所を迅速に発見することは困難となる可能性が高くなる。したがって、屋内において

救助者となる市民を AED 設置場所まで誘導することが必須である。

本研究では、BLE(Bluetooth® Low Energy)規格のビーコンデバイスを用いて、時間の猶予が許されない心停止者に対する迅速な処置を実施可能にするため、AED 設置場所へ誘導するスマートフォンアプリケーションを開発した。開発した機能は、救助者(市民)が自らのスマートフォンを用いることで、屋内における位置情報を可視化(AED-救助者の位置関係など)し、ビーコンデバイスを設置した AED 設置場所へ誘導することが可能である。

## 2. 先行研究

位置情報の測位における代表的な方法としては、スマートフォンデバイスなどから取得可能な GPS による位置情報の測位方法(以下、GPS 測位)がある。GPS 測位は、複数の衛星の電波を受信して位置情報を測位する。しかし、屋内における GPS 測位は約10m~100m程度の誤差が生じる場合がある[6]. そのため、GPS 測位を屋内における AED 設置場所の誘導に使用することは、不可能である。

GPS 測位以外には、BLE Beacon を用いた位置情報の測位方法がある。BLE Beacon を用いた屋内における位置情報の測位方法に関しては、先行研究によって位置情報の測位精度や距離の推定方法などが明らかとなっている[7]. 先行研究の結果から、BLE Beacon を用いた屋内における位置情報の測位誤差の平均は、約10cm~100cmの範囲である。したがって、GPS 測位精度と BLE Beacon を用いた測位精度を比較すると、BLE Beacon を用いることによって、屋内においては高い測位精度の位置情報を取得可能である。

そこで、本研究は、Bluetooth® Low Energy 規格で駆動するビーコンデバイス(以下、BLE Beacon)による位置情報の測位方法を用いた。BLE Beacon は、BLE のブロードキャスト通信の信号を送信する機能を有したデバイスである。BLE 規格であるため、消費電力が少なく、最長で数年間、信号を発信し続けることが可能である。また、インターネット環境が不要であるため、災害や停電などによる突然の通信障害の影響を受けずに利用可能である。さらに、BLE Beacon が発信する RSSI(Received Signal Strength Indication:受信信号強度)などを用いることによって、スマートフォンと BLE Beacon の距離を測定することが可能である。

開発したアプリケーションでは、探索した BLE Beacon (AED 設置場所)にスマートフォンを所持する市民(救助者)を誘導するために、本研究では、アプリケーションを開発した。平時においてアプリケーションは、GPS 機能を用いた日本全国 AED マップによって、AED 設置施設を探索・表示し、確認可能である。また、アプリケーションは、市民向けの胸骨圧迫のマニュアルを実装したことで、心停止の対応処置において胸骨圧迫による心肺蘇生法を学習できるように支援した。

A Development of Smartphone Application for Leading Rescuer to the Indoor Installation Place of AED by Using BLE Beacons,

<sup>†</sup> Yuunosuke Noguchi, Kazuya Tanaka, Morisawa Kastuaki, Akinori Minazuki

<sup>†</sup>Kushiro Public University

### 3. アプリケーションの概要

#### 3.1 AED 設置場所の探索・誘導の推論処理

BLE Beacon が発信する UUID (汎用一識別子) と電力強度 (RSSI・TxPower) の情報を市民のスマートフォンの Bluetooth®機能によって取得する。UUID は BLE Beacon を機器ごとに識別するために付与された情報である。取得した情報から BLE Beacon (AED 設置場所) と市民のスマートフォン (救助者) との距離を推定・導出する。導出方法は、各 BLE Beacon の位置情報を捉えて、スマートフォンとの距離を推定し、距離データ群をソートして、最も近距離の BLE Beacon (AED 設置場所) を選択・探索する。市民のスマートフォン (救助者) の方位計機能からも位置情報を再取得し、探索した BLE Beacon (AED 設置場所) へ誘導するための進行方位を推定・導出し、決定する。

BLE Beacon (AED 設置場所) と市民のスマートフォン (救助者) との距離は、フリスの伝達公式に依拠して、推定・導出した [The Friis transmission formula, 1946]. 変数パラメータは、1m 地点の受信信号電力を  $P_1$  [mW], 距離  $r$  [m] 地点の受信信号電力を  $P_r$  [mW], 推定・導出した距離を  $r$  [m] とする。  $P_r \cdot P_1 \cdot r$  の関係は、  $P_r = P_1 / r^2$  で (1) 式とする。よって、RSSI は受信信号の電力強度であり、  $RSSI = 10 \log 10 P_r$  で (2) 式とする。また、TxPower は発信信号の電力強度であり、  $TxPower = 10 \log 10 P_1$  で (3) 式とする。次に、信号電力 [mW] を電力強度 [dBm] に変換すると、  $RSSI$  [dBm] は  $RSSI = TxPower - 20 \log 10 r$  で (4) 式とする。(1), (2), (3), (4) 式を距離  $r$  [m] について解くと、  $r = 10(TxPower - RSSI) / 20$  となる。導出した距離  $r$  [m] を距離の推定・導出のアルゴリズムに用いた。

#### 3.2 BLE Beacon 設置とアプリケーションの使用方法

AED の近傍に BLE Beacon を設置する (図 1)。AED の近傍に設置できない場合は、AED 設置場所の周囲の天井などに設置する。設置が完了したら、BLE Beacon の電源を入れ、電波を発信可能な状態にする。次に、BLE Beacon とスマートフォンを接続するため、あらかじめスマートフォンの Bluetooth®機能を利用可能な状態 (OFF⇒ON) にする。アプリケーションを起動すると、AED 近傍または周辺の複数の BLE Beacon を自動探索が開始され、AED 設置場所に向けて進行方位を推定・導出する。導出決定した進行方位は動的にインターフェース画面に表示される (図 2)。また、画面上部に BLE Beacon (AED 設置場所) とスマートフォンとの距離がメートル表示される (図 2)。平時においては、GPS 機能を用いた日本全国 AED マップによって、AED 設置施設を探索・表示し、確認できるようにした (図 3)。

#### 3.3 AED が近傍にない場合の対応処置の学習

AED が設置されていない施設にはアプリケーションを使用しても探索結果が表示されない。そこで、AED の設置がない救命対応処置として、医療者の専門的知見に依拠・作成した手動による心肺蘇生を学習できるようにした。



図 1. Beacon の設置方法 図 2. Beacon への誘導画面 図 3. AED 設置施設の検索

### 4. 開発のための予備調査と結果

1年以上継続的に施設を利用している市民 177 人を対象に、2つの設問項目からなるアンケート形式で AED に関する意識調査を実施した (2019 年 9 月)。

設問 1 は、屋内に AED が設置されていることを市民は知っているかどうかを調査した。市民は「知っている」・「知らない」からそれぞれ選んで回答した。設問 1 に対して本研究では、79.1%の市民が「知っている」という回答が得られた。設問 1 で「知っている」と回答した市民に対しては、設問 2 として、屋内の AED 設置場所の詳細な位置情報に関して調査した。その結果、「知っている」と回答した市民のうち、AED 設置場所の詳細な位置情報を正確に認知していた割合は 13.6%であった。

本研究開発の予備調査では、第 1 節\*1 で述べた AED 設置場所の詳細な位置情報に関しての市民の認知率 22.7%に満たない結果となった。予備調査によって、1年以上継続的に施設を利用している市民でさえも、日々慣れた施設であっても、AED 設置場所を発見し、かつ心停止者に対して AED を使用した迅速な処置対応は困難であることが明らかになった。したがって、本研究で開発したアプリケーションと BLE Beacon によって、AED 設置場所まで市民を誘導することは有用性があると考えられる。

### 5. おわりに

本研究で開発したアプリケーションは、救助者が自らのスマートフォンを用いることで、屋内における位置情報を可視化し、BLE Beacon を設置した AED 設置場所への誘導を可能にした。また、4 節の予備調査から、BLE Beacon を用いた AED 設置場所への屋内誘導におけるスマートフォンアプリケーションの有用性が確認できた。

AED は、心停止者に対して市民 (非医療者) が使用できる医療機器であり、手動の心肺蘇生のような技能差は一切生じない。AED の普及によって、誰もが救命処置を実施することが可能であり、本研究は AED 設置場所の探索・誘導を行うアプリケーションを開発し、検証した。

### 謝辞

釧路孝仁会看護専門学校の楠木恵子先生、岡田智重先生のご協力に感謝申し上げます。また、本アプリの検証の場 (映画館) をご提供いただいたイオンエンターテインメント株式会社イオンシネマ釧路店総支配人の佐藤誠様に感謝申し上げます。

### 参考文献

- [1] 厚生労働省, "自動体外式除細動器 (AED) の適正配置に関するガイドラインの公表について", <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000024514.html>, (2018 年現在).
- [2] 日本救急医学会, "市民のための心肺蘇生", [http://aed.jaam.jp/about\\_aed.html](http://aed.jaam.jp/about_aed.html), (2019 年現在).
- [3] 総務省消防庁, "平成 28 年版救急・救助の現況", (2016).
- [4] 株式会社 暁電工 "多くの AED は人知れず眠ったまま..." AED の屋外設置を広めましょう <http://akatsukidenkou.com/product/aed.php>, (2019 年現在).
- [5] 中代春佳, 柴田杏子, 三浦真理, 槻館梓, "院内における AED 設置場所の認知度調査", 第 30 回東京医科大学病院看護研究集録, (2010).
- [6] 市川博康, 竹田寛都, "[iBeacon&Eddystone] 統計・防災・位置情報がひと目でわかるビーコンアプリの作り方", 技術評論社, (2016).
- [7] 古館達也, 堀川三好, 工藤大希, 岡本東, "Bluetooth Low Energy ビーコンを用いた屋内測位手法に関する研究", Information Processing Society of Japan and The Institute of Electronics, Information and communication Engineers, (2015).