



生活習慣病予防に効果的な散歩経路の提示によって 健康と AED を共にケアするアプリ

An Application that Takes Care of Both Health and AEDs
by Suggesting Effective Walking Courses to Prevent Lifestyle Diseases

小向脩平¹⁾, 関根和弘²⁾, 吉田俊介¹⁾

Shuhei KOMUKAI, Kazuhiro SEKINE, and Shunsuke YOSHIDA

1) 京都橘大学 工学部 情報工学科 (〒607-8175 京都府京都市山科区大宅山田 34, a601021130@st.tachibana-u.ac.jp)

2) 京都橘大学 健康科学部 救急救命学科 (〒607-8175 京都府京都市山科区大宅山田 34)

概要: 一般市民への AED 利用促進に向けた課題に、定期的な AED の存在確認と正常動作確認がある。本研究では、居住地周辺の AED の管理に、自身の健康管理を組み合わせ、生活習慣病予防のためのウォーキングとして AED を巡回する手法を提案する。ルート作成においては、一定期間内で近隣の AED を網羅し、一日当たりの歩行量が平均化するような制約を用いることで、健康維持に最適なものとなるよう期間内の運動量を調整する。

キーワード: 健康, ナビゲーション, 救急救命, 市民参加, Web アプリ

1. はじめに

一般市民への AED 利用促進の課題として、緊急時に AED が故障等により使えない事態を防ぐための存在確認と正常動作確認がある。これらの確認は AED 設置者等が日常的に行う必要があるが、現実には AED のすべてに管理が行き届いているわけではない。平成 27 年に総務省が北海道で行った調査によると、正常動作確認の間隔が一週間以上の AED は 47.2%であった[1]。

加えて都道府県などが公開している AED のデータには、既に廃棄された AED が登録されているという問題もある。これは、AED 管理者が AED の廃棄時に届け出なかったためである。このような誤ったデータの存在は、緊急時の迅速な処置を阻害する可能性がある。よって、これも定期的に AED の場所に出向いて確認することが重要な理由である。これら AED の存在確認と正常動作確認に、近隣住民が自発的に参加したくなる仕組みづくりをすることができれば、日頃から AED の場所を知る機会となり、AED の利用促進につながると我々は考えた。

そこで本研究では、市民らが健康管理の一環として取り組むべき生活習慣病予防のためのウォーキングをしながら、居住地周辺の AED を巡回することによって、上記の課題に取り組む方法を提案する。実装したアプリに示される体の健康につながるウォーキングルートを巡回することで、自身の健康管理を行いつつ、社会貢献活動にもつながり精神的な満足度も得られる AED の管理が同時に行

える。これにより、ウォーキングを続けるモチベーションを維持しつつ AED の利用促進につながることを目指す。

2. 関連研究

AED の定期管理という課題に取り組む一例として、リモートから動作状態を監視する AED Linkage というシステムがある[2]。これは AED が毎日自動で行うセルフテストの結果を携帯電話回線でサーバに送信することで、Web 上で結果を確認することができるものである。このシステムを用いることで、AED がある場所に出向く必要はなくなるが、費用面での課題や新規に導入する AED でしか使えないなど、既に運用中の AED すべてに対して適用できるものではない。そのため、現地での定期的な確認は変わらず重要である。

一方で、生活習慣病の改善の課題に対しては、目的地までの間に経由地点を追加することでユーザの運動量を少し増加させるシステムが提案されている[3]。この手法は、ユーザの運動意欲を維持しつつ、生活の中で運動量を少し増加させるのに適するが、ある指標に向けて大きく運動量を増加させたり、一定の運動強度に調整するものではない。

本研究では、これらの異なる社会課題を同時に解決することを目指し、AED の確認という市民参加型の公共の福祉向上という目的を持ちながら、自身の運動量を増加させて健康になるという、社会と自身を共にケアするシステムを提案する。

3. 健康と AED を共にケアするアプリ

本提案を実装するにあたっては、ウォーキングのルート屋外で確認する必要があることと、近隣住民がお勧めしあって気軽に参加できるようにする目的から、Web アプリの形で提供することが妥当であると考えた。

図 1 および図 2 に、試作したアプリを操作している例を示す。このアプリを利用している状態では、現在地周辺の AED の配置と、今日めぐべき AED の場所がウォーキングルートと共に表示されている。後述するように決められた日数で、その都度提示されるルートでのウォーキングを継続することにより、利用者が健康を維持するのに必要な運動量を満たしつつ、近隣の AED の状態を網羅的に確認するように設計されている。

このアプリの利用者は最初に、自身の健康状態や目標に合わせて運動の強さを選択する。表 1 に示すように、運動の強さは身体活動に応じてメッツの単位で示される。ウォーキングの場合であれば運動の強さは歩行速度に対応する。すなわち、システム側が定める健康維持の目的に合致する 1 回のウォーキングで達成すべきメッツの量から、自身が選択した運動の強さに応じたウォーキングの際の速度（以下、目標歩行速度）と、1 回あたりにウォーキングすべき距離（以下、目標距離）が自動的に求まる。ウォーキングルートは、目標距離付近になるようなものが複数（例えば、1 週間用として 7 つ）作成される。毎日それぞれのルートでウォーキングすることにより、利用者の近隣にある AED を網羅的に確認する。

図 1 は、アプリ起動後に、ウォーキングを開始する地点（始点）の情報を入力し、選択した運動の強さから求められた目標歩行速度と目標距離とが表示されている様子である。ここでは、栂辻駅（京都市山科区）を始点に選び、目標歩行速度は 4 km/h とした。後述する 3.3 メッツを指標としたウォーキングを 7 回すると定めたため、目標距離は 4.4 km となる。

図 2 は、上述の情報を入力後の実行結果である。ここで、家のアイコンは始点、青の二重丸は利用者の現在位置を示しており、黒の実線が今日訪れるべき AED を巡るためのウォーキングルートである。緑色の丸は今日確認すべき AED の位置、灰色の丸は別の日に確認する AED の位置、赤色の丸は 7 日間の作成したルートでは確認をすることができなかった AED の位置をそれぞれ示している。

4. ルート作成の実装

AED を巡るウォーキングルートは、出来る限り目標距離に近い長さでありながら、一定期間内において周辺の AED を網羅的に確認し、かつ、他のルートにて確認済みの AED が重複して登場しないものが必要である。ここでは、今回の実装において採用したルート作成アルゴリズムについて述べる。

4.1 確認する AED の範囲

まず、このアプリの運用を想定した「自分が巡回を担当



図 1: アプリ起動後の始点と目標の設定



(a) 地図全体図 (b) 地図拡大図

図 2: ルートが提示されている利用中の画面

して確認すべき近隣の AED 群」を定義する。ここでは、始点から一定半径の円内にある AED で限定することとした。この円内の AED だけが、以下で作成する日々のルートにて網羅的に確認していくものになる。

もっとも単純な条件として、AED ひとつのみを確認して帰るルートを考えて場合、始点から AED までの距離の最大値は目標距離の半分である。しかしながら、現実には複数の AED を経由するルートが作成され、その数が多いほどルートが長くなるために、より狭い範囲の探索で十分である。そこで確認する AED が含まれる円の範囲の半径は、最大値を目標距離の半分とし、円内に含まれる AED の数に応じてより短い値に調整することとした。

4.2 AED を巡るルートの作成

上記円内に分布する AED を巡るルートの作成は、配送計画問題で用いられるアルゴリズムを援用できる。配送計画問題とは、物流の拠点から、何台かのトラックで複数の配送先に配達するための最小コストのルートを求める問題である。この問題の配送先を AED、トラックの台数を日数とすることで、同様の問題を解くこととなる。

本実装においては、配送計画問題などで用いられ、組合せ最適化問題を解くことができるソフトウェアである OR-Tools [4]を用いてルート作成を行った。

OR-Tools は、設定した制約に従ってそれを必ず満たすルートを作成できる。本実装においては、1) 巡回する日数に該当する出力されるルートの数、2) 出力されるルートの長さが目標距離付近になる、そして3) 与えられた AED をできるだけ多く巡回する、という3つの制約を課した。

しかしながら、制約をすべて満たすルートが決められた実行時間内に得られない場合は、本ツールは解なしと出力する。その場合には、2の制約を緩和し、解が出る状態になるまで自動的に調整を続けた。具体的には、目標距離に対するルート長の許容誤差を初期値では±10%とし、最終的に目標距離に対して+20%から-100%の長さまで許容するようそれぞれ10%ポイントずつ調整した。ここで許容上限を+20%としたのは、目標距離より著しく長いウォーキングはモチベーション低下が予想されるためである。また、下限を-100%としたのは、ルートが0km、すなわち確実にルートが作られるものの解なし以外の出力で終了させるためである。これらの工夫により、少なくとも指定した個数のルートを作成することができた。

図3に、柳辻駅を始点（図中、家マーク）に、目標距離を4.4kmとし、半径1.98kmの円内のAEDを7回のウォーキングに分けて確認するよう作成したルート（7色の実線で区別）の例を示す。ここでは、各ルート上に現れる（巡回する）AEDは黄色の丸、ルートから除外された（巡回に含まれない）AEDは赤色の丸で示されている。

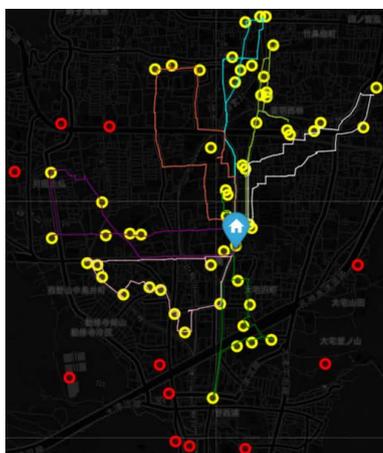


図3: 柳辻駅を始点に作成された7つのルート

5. 実験と考察

5.1 生活習慣病の予防に適したウォーキング距離

厚生労働省「健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023」[5]の身体活動の推奨事項によると、「週23メッツ・時以上が生活習慣病予防に有効」という指標がある。本研究ではこれを引用し、「週23メッツ・時」を満たすウォーキングでの身体活動量を生活習慣病の予防に適したウォーキングと定義した。なお、「メッツ」は運動強度を、「メッツ・時」は運動量を表す単位である。

ここで例えば、週7日間でこの運動量を達成することを考えると、3.3メッツ・時のウォーキングが1日のノルマである。運動量は歩行速度によって変わるため、身体活動とメッツを対応させる表[6]を引用して、3.3メッツ・時の運動量に相当する各目標歩行速度（メッツ）でのウォーキング目安である目標距離を計算すると表1が得られた。

表1: メッツと歩行速度の関係と1日に必要な運動量である3.3メッツ・時に相当するウォーキングの目標距離

メッツ	目標歩行速度 (km/h)	個別活動例	相当する目標距離(km)
3.0	4.0	犬の散歩	4.40
3.5	4.8	ほほほの速さの歩行	4.53
4.3	5.6	運動目的で歩く	4.30
4.8	6.0	ノルディックウォーキング	4.13

5.2 作成されたルートの評価方法

本アプリの目的は、生活習慣病予防に適したウォーキングをしつつ、できる限り多くのAEDを確認することである。そこで、作成したルートの距離が目標とする運動量に相当する距離に対してどの程度近いかが、指定した円内（始点周辺のAEDの分布状況を基準にして半径は調整）のAEDをどの程度確認できたかで評価を行う。

ルート作成の実験では、7回に分けてウォーキングすると設定し、目標距離として3kmから5kmを0.5kmごとに5つ選択した。複数の目標距離を設定するのは、表1に示されるように各歩行速度（運動量）によって総ウォーキング距離が変化するためである。

始点には、京都市内の駅、観光施設、商業施設など、図4の地図上にマーカで示される47地点を選択した。なお、今回用いた設置済みのAEDの場所は、京都市が提供するAEDのオープンデータ[7]より取得した。本データの内容を予め精査したところ、私有地や一般市民が立ち入ることが困難であると推測できる施設内にも含まれていたため、今回の巡回候補からこれらは除外している。



図4: 設定した始点の位置（京都市内47箇所）

5.3 ルート作成実験の考察

4.2節で述べたように、OS-Toolsを用いて目標距離付近となる複数のルート作成を成功させるためには、与える制

約を制御する必要がある。図5は、1, 3の制約を固定し、2の目標距離と乖離する条件を緩和するように操作して実験した結果であり、横軸が下限方向に緩和していった許容誤差の割合を示す。

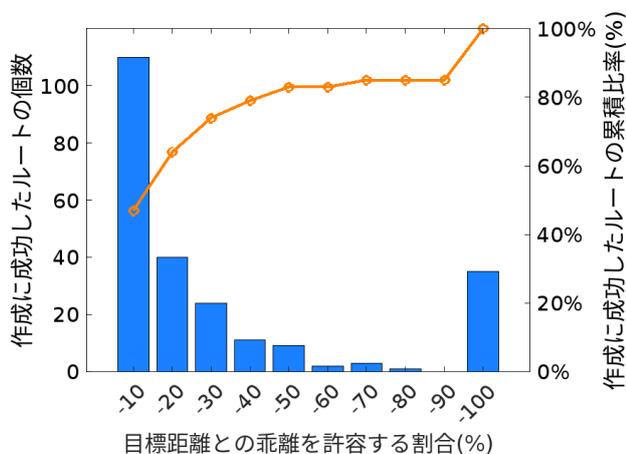


図5：制約の緩和によるルート作成の成功率の変化

実験は47地点×5つの目標距離に対して、7回分が1セットであるルートを作成した。縦棒グラフ（縦軸左）は、各緩和した制約で作成に成功するルートの数を示し、折れ線グラフ（縦軸右）は総数235の条件うち、作成に成功していったルートの割合を示す。例えば、-10%の初期条件では110のルートに作成し、-20%に制約を緩和することでさらに40のルートに作成するため、残りは85である。結果として、今回の条件においては-40%まで制約を緩和することで全体の8割のルート作成に成功した。また、7回分1セットのルートの総距離と、7倍した目標距離との誤差を調査したところ、-40%の制約緩和までに作成された8割については平均6.0%（標準偏差3.4）の誤差に収まっているが、それ以外は平均27%（標準偏差15）となっていた。-100%まで緩和した条件では、極端に短いルートなども生成されており、実用に適さず除外すべきものであることから、今回の実装においては-40%の制約緩和まで考慮したものを「生活習慣病予防のためのウォーキングルート」として利用者に提案することが妥当であった。

上記の-40%の制約緩和までに得られたルートのうち、指定した円内のAEDを全て確認できるルートは19%であるが、-10%の初期条件で得られたルートはそれに該当しなかった。35%が9割のAEDを確認できるルートであり、6割のAEDの確認であれば95%のルートが該当した。

予備実験を含めて検討したところ、できるだけ多くのAEDを巡回するルートを出力させるためには、AEDの分布状況などによる適切な半径の設定が影響すると予想されたが、完全に円内すべてのAEDを巡回するルートの解を得ることは計算コスト的に困難であった。一方で、本研究の趣旨は完全な解を得ることではなく、定期的なAEDの確認であるため、必ずしも1セット内、あるいはひとり

の利用者がすべてを確認する必要もない。取りこぼしたAEDについては、別の機会に確認する仕組みをアプリ側で提供することで対応可能と考える。

6. まとめ

一般市民へのAED利用促進のための、AEDの正常動作確認と存在確認を行いながら、生活習慣病予防のためのウォーキングができるルートを表示するWebアプリの実装方法について述べた。ルート作成にはOR-Toolsを利用し、目標とする運動量から計算した1日に歩くべき距離を基準に、運動の開始地点周辺のAEDを、指定の期間内に巡回できるルートを表示する仕組みを実装し、作成されたルートの内容について考察した。

本アプリから提案されたルートを実際にウォーキングしてみたところ、いくつかの課題も判明した。ひとつは、同じ歩行速度であっても勾配の大きさでメッツは変化するため、予想以上に負荷が高くなりえることである。これに対しては、距離に加えて道の勾配も考慮しながらルート作成をする必要がある。もうひとつは、所定の歩行速度を常に継続することがそもそも難しいというものである。この課題に対しては、楽しく歩き続けられるような指標となるものが必要であると考えられる。これについては、MR空間上でバーチャルペットと共にウォーキングすることで、運動に適した歩行速度で歩けるといった報告[8]などを援用できると考える。その日の体調や坂道の影響などを加味しつつ、歩行速度や距離などを適切に調整制御できるWebARを今後実装することにより、これらの課題に対応していきたいと考える。

参考文献

- [1] 総務省: AEDの利用環境整備に関する実態調査, 東北管区行政評価局, 2019年11月19日.
- [2] 日本光電: AEDリモート監視システム(AED Linkage), <https://www.aed-life.com/products/feature/aedlinkage/>.
- [3] 鈴木ら: ぐるペコ: 生活の中でさりげなく運動量を増加させるシステム, インタラクシオン 2015, pp. 498-499, 2015.
- [4] Google, OR-Tools, <https://developers.google.com/optimization>.
- [5] 厚生労働省: 健康づくりのための身体活動・運動ガイド 2023, 健康づくりのための身体活動基準・指針の改訂に関する検討会, 2024年1月.
- [6] 国立健康・栄養研究所: 改訂版『身体活動のメッツ(METs)表』, 2012年4月11日.
- [7] 京都市: 京都市AED設置施設検索システムデータ, <https://data.city.kyoto.lg.jp/dataset/00041/>.
- [8] 村山ら: MR空間を用いたウォーキング支援システムの試作と評価, HCI研究会, 2020-HCI-187, No. 10, pp. 1-8, 2020.