

スポット型ゲートウェイを利用した脈拍モニタリングシステムの開発

飛島建設 正会員 ○松田 浩朗
 関西大学 田頭 茂明
 飛島建設 東 住也
 飛島建設 正会員 菅原 健
 飛島建設 正会員 藤本 克郎

1. はじめに

近年、建設工事の安全性向上の観点から、労働者の脈拍や体温といったバイタルデータのモニタリングに関する研究開発が進められている。これらは、得られたバイタルデータから労働者の体調を管理し、熱中症等の疾病を未然に防ぐことを目的としている。筆者らは、労働者の装着による負担の少ないウェアラブルデバイスに着目し、これを用いた労働者のバイタルデータのモニタリングに関する研究を進めている²⁾。

これまで開発された建設工事向けのバイタルデータのモニタリングシステムは、バイタルデータを取得するセンサとデータを集約するサーバをつなぐゲートウェイ機器として、労働者に所持させた携帯通信端末（スマートフォン）を利用するものが多い。この方法では、労働者それぞれに携帯通信端末を所持させる必要があることや、管理者は労働者が所持している携帯通信端末の管理も必要となることから、労働者、および、管理者の負担が大きいことが課題であり、この軽減が求められている。

筆者らは、上記の課題の解決方法として、周辺労働者の共通のゲートウェイ機器を作業集中箇所に設置することで、労働者、および、管理者の負担を軽減する、スポット型ゲートウェイによる方法を考案した。さらに、本方法を利用した脈拍モニタリングシステムを開発し、トンネル建設工事において有効性を検証した。本報では、その結果について示す。

2. スポット型ゲートウェイ

スポット型ゲートウェイに必要な機能は、任意のセンサ、および、サーバとの通信である。近年、ウェアラブルデバイスの通信規格として BLE（Bluetooth Low Energy）の採用が多い。一方、特にトンネル建設工事では携帯電話網による通信が困難であることから、トンネル坑内に無線 LAN による通信設備を構築することが多い。このため、BLE、および、無線 LAN 通信機能を有する機器をスポット型ゲートウェイのハードとして採用した。図-1

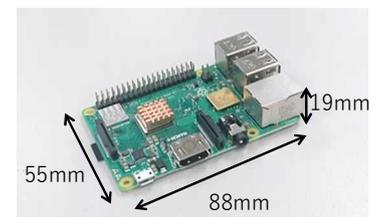


図-1 採用機器

に採用した機器を示す。本機器はシングルボードコンピュータで、センサ、および、サーバとの通信アプリケーションの開発とその実装により、ゲートウェイ機能を実現している。

3. 脈拍モニタリングシステム

上述したスポット型ゲートウェイを、バイタルデータのモニタリングへ応用することを目的として、ウェアラブル脈拍センサを利用した脈拍モニタリングシステムを開発した。開発したシステム

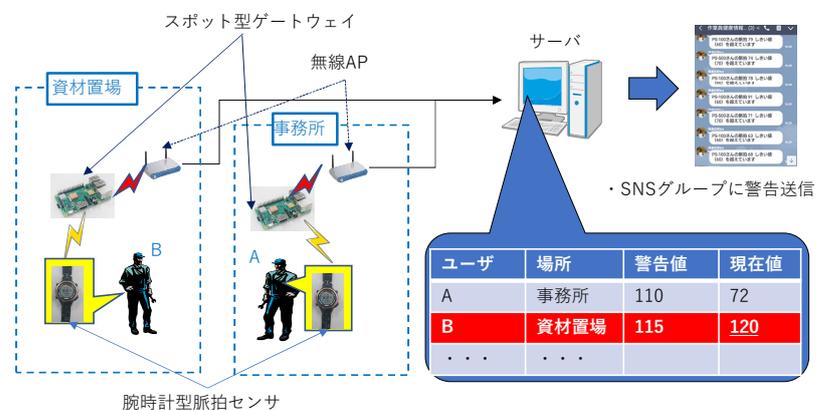


図-2 脈拍モニタリングシステムの概要

キーワード バイタルデータ, ウェアラブルデバイス, ゲートウェイ, 安全管理

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設株式会社 技術研究所 TEL 04-7198-7572

の概要を図-2 に示す。本システムは、スポット型ゲートウェイ、脈拍センサ、サーバで構成される。労働者それぞれに脈拍センサを装着させ常時脈拍を計測する。なお脈拍センサは腕時計型のものを使用する（図-3 参照）。スポット型ゲートウェイは周辺労働者の脈拍センサを定期的に受信し、サーバに送信する。サーバは、あらかじめ登録した脈拍センサとその装着ユーザ情報、および、ゲートウェイとその設置場所情報から、ユーザ名、現在位置、ならびに、脈拍数を一元管理する。また、設定した警告値を超えた場合に SNS アプリケーションのグループチャットへ警告情報を送信する機能を有している。



図-3 使用する脈拍センサ

4. 開発システムの現場検証

開発システムをトンネル建設工事に試験的に適用し、有効性を検証した。検証現場は、豊川用水二期東部幹線併設水路赤羽根下流工区工事（発注者：独立行政法人水資源機構）である。本工事は管水路を敷設するためのトンネルを構築する山岳トンネル建設工事である。本検証では、スポット型ゲートウェイ設置位置において、脈拍センサを装着した労働者の脈拍値を常時モニタリングできることを確認するものである。なお、本工事においては坑内全域において無線 LAN 通信設備が構築されている。



図-4 スポット型ゲートウェイ設置状況

脈拍センサは 5 名に装着した。また、スポット型ゲートウェイ機器は、比較的作業が集中する坑口付近、坑内待避所（坑口から 500m）、坑内複線部（坑口から 900m）の 3 箇所を設置した。坑内待避所でのスポット型ゲートウェイ設置状況を図-4 に示す。なお、脈拍値の更新間隔は 1 分とした。



図-5 脈拍計測状況の一例

脈拍計測状況の一例を図-5 に示す。装着者によらず、脈拍は常時計測可能であった。また、スポット型ゲートウェイにより装着者の脈拍値がサーバに送信された。サーバの管理画面の一例を図-6 に示す。サーバにおいて装着者の脈拍値、および、その経時変化が一元的に管理可能であった。



図-6 サーバ管理画面の一例

以上のように、本システムでは脈拍センサ装着者に携帯通信端末を所持させる必要なく、労働者の脈拍値を常時モニタリングできることを確認した。

5. おわりに

本報では、考案したスポット型ゲートウェイとそれを利用した脈拍モニタリングシステムについて示した。また、現場検証により本システムの有効性を示した。なお、本検証において、スポット型ゲートウェイと脈拍センサの距離が 30m を超えると、脈拍値取得のための BLE による通信が困難となった。実際の運用においては、スポット型ゲートウェイの配置について留意する必要がある。

謝辞 現場検証にご協力いただきました独立行政法人水資源機構豊川用水総合事業部の関係各位に謝意を表します。なお、本研究は JSPS 科研費 JP17H01741 の助成を受けたものです。

参考文献 1) 河西奈保子, 小笠原隆行, 中島寛, 塚田信吾: 着るだけで生体情報計測を可能とする機能素材 hitoe の開発及び実用化, 通信ソサイエティマガジン, 電機情報通信学会, No.41, pp.17-23, 2017. 2) 松田浩朗, 松元和伸, 田頭茂明: ウェアラブルデバイスを用いた血圧測定による労働者安全管理の可能性, 土木学会第 73 回年次学術講演会, VI-349, pp.697-698, 2018.