7T-04

屋外イベントでの多数のユーザを対象とした ヘルスモニタリングシステムに関する一考察

小川 絢也 †1　生出 拓馬 †1　阿部 亨 †1,†2　菅沼 拓夫 †1,†2

†1 東北大学大学院情報科学研究科　†2 東北大学サイバーサイエンスセンター

1　はじめに

センサ技術やクラウド技術の高度化により，ウェアラブル端末から生体情報を逐次取得し管理するヘルスモニタリングシステムが普及しつつある．しかし，マラソンのように多人数が一度に集う屋外イベントにおいて同様のシステムを構築する場合は，多数のユーザからの集中的なアクセスが懸念され，十分なネットワーク資源が確保できない可能性がある [1]．本研究では，屋外イベントにおける各ユーザのモビリティや健康状態を考慮したユーザ指向のネットワーク制御機構により，多人数のモニタリングが可能なヘルスモニタリングの実現を目指す．本稿では，システムの構成及びネットワーク制御機構について基礎的な検討を行い，シミュレーション実験を通して本研究が有効となるネットワーク環境について検証する．

2　関連研究

生体情報のモニタリングに必要なウェアラブル端末やスマートフォンは大型の計算機に比べ計算機資源が乏しく，また，本研究で想定する多人数が一度に集結するような屋外環境では，多数のユーザが高頻度でシステムと通信するため，十分な通信帯域を確保できるとは限らない．

多数のユーザを対象としたモニタリングシステムに関する関連研究として文献 [2,3] がある．Masud らの研究 [2] では，計算機資源と通信帯域を同時に考慮したモニタリングシステムを提案している．このシステムでは，計算機資源や通信帯域の状況に応じて，スマートフォンから送出されるデータ量を制御し，ユーザへのレスポンスを最大化している．しかし，送信データ量は固定であり，ユーザの状況に応じた優先制御は行われていないため，緊急度の高い通信が安定的に行えない恐れがある．

これに対し，佐々木らの研究 [3] では，ユーザの体調に応じて優先度を割り当てることで通信帯域を制御する．このシステムでは，ユーザから取得した生体情報を，階層型に配置した各ノードで解析し，そのユーザに割当てるべき通信帯域を制御する．しかし，このシステムでは，必要リソース量が不足した場合，優先度の低いユーザはリソースを割当てられないため，継続的なモニタリングが困難になる場合がある．

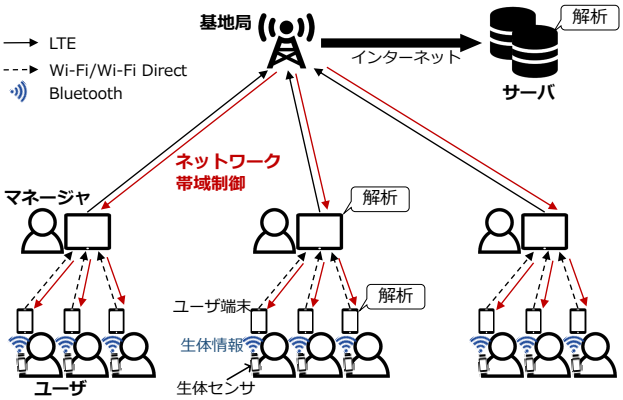

図 1: システム概要

3　提案

3.1　システム概要

本研究は文献 [3] をもとに，屋外イベントを想定したシステムを提案する．図 1 にシステムの概要図を示す．本システムでは，生体センサ・ユーザ端末とサーバの中間に位置するマネージャと呼ばれる端末を配置する．マネージャはユーザから常時生体情報を取得し，中間処理を施してからサーバへ送信する．これにより，多数のユーザの詳細な生体素情報を一度にサーバ側へ送信することを回避する．また，マネージャは解析結果に基づき接続するユーザの優先度を決定し，優先度に基づくネットワーク制御を行う．

3.2　優先度に基づくネットワーク制御機構

本システムでは，生体センサより取得した生体情報をユーザ端末，マネージャ，サーバ各々で解析を行い，それらを統合して各ユーザに対する優先度を決定する．このとき，優先度の決定に 3 ヶ所での解析結果を用いるのは，前節で述べたサーバへのアクセス集中を回避する理由の他に，多角的な解析結果の獲得が期待されるためである．決定した優先度に基づき，ユーザ端末から送信する生体情報の種類や送信頻度に関して，サーバからマネージャ，マネージャからユーザ端末へと指示を行い，消費されるネットワーク資源を制御する．

A Study on Health Monitoring System for Many Users in Outdoor Events

Junya OGAWA†1, Takuma OIDE†1, Toru ABE†1,†2, and Takuo SUGANUMA†1,†2

†1Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

†2Cyberscience Center, Tohoku University

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

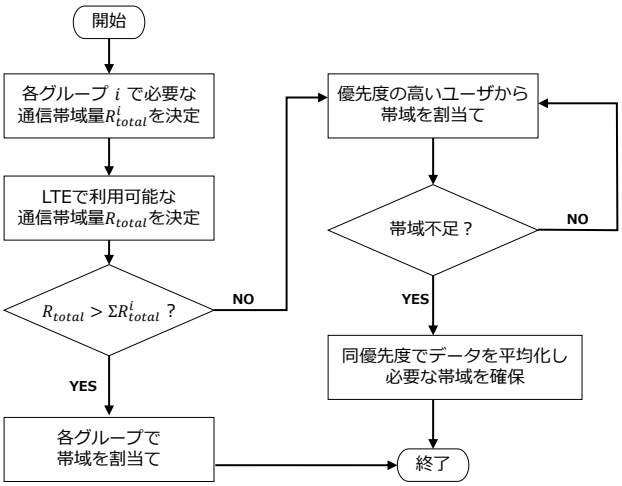

図 2: 優先度に基づく通信帯域制御

4 設計・実装

優先度を $s(=\{0,\ 1,\ 2,\ 3\})$ とし，s が大きいほど優先度の高いユーザとする．s を決定するため，スマートフォンからサーバまでの 3 か所の解析結果を $level1$, $level2$, $level3$ で表し，各々の値に応じて s を決定する．図 2 に優先度 s に基づくネットワーク資源制御のためのアルゴリズムを示す．マネージャとそれに接続された全ユーザ端末を 1 つのグループと定義する．マネージャが各グループで必要な通信帯域 R^i_{total} (i はグループ番号)，サーバがマネージャ全体で利用可能な通信帯域 R_{total} を計算した後，サーバはマネージャへ，マネージャは優先度に応じて各ユーザ端末へ通信帯域を割当てる．このとき，資源不足になった場合，優先度の低いユーザ端末群の生体情報に関するデータを平均化することで，ネットワーク資源の枯渇を防ぐ．

5 予備実験

5.1 実験の目的

本システム構成が有効な環境について考察するため，広域無線データ通信網のみでユーザの生体情報を取得可能かどうかを，シミュレーション実験によって検証した．具体的には，マネージャを配置せず，全てのユーザ端末が直接サーバに対して生体情報を送り続ける環境を想定し，ユーザ数の変化に伴うメッセージ受信率と通信遅延を測定した．

5.2 実験環境

実験ではシミュレータとして Scenargie® を用いた．通信方式は LTE を用い，ユーザ数は 1 人から 1000 人まで変化させ，LTE 基地局側の受信率と遅延を測定した．今回はユーザのモビリティは無視しており，100 メートル四方のエリアにユーザが集まった状況を想定した．また，今回用いた生体情報については文献 [4] を参考にし，ECG (Electrocardiogram) 形式のデータを 24.3 kByte/s の頻度で取得できるように設定した．

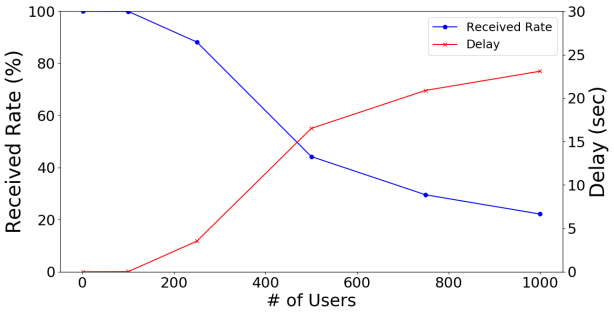

図 3: 結果

5.3 実験結果と考察

実験結果を図 3 に示す．ユーザ数の増加に伴い，受信率が低下することが確認できた．また，ユーザ数に比例して遅延が増加していることがわかる．よって，マネージャやサーバ側からの送信頻度の調整によって生体情報の欠落や大幅な遅延を抑制する必要があると言える．

実験結果から，1000 人規模のイベントで必要とされる基地局数は 5 台程度と考えられるが，特に地方都市等での開催の場合，それらを実現するのは容易でないと考えられる．また，イベント時にはそれに関連した写真や動画などのマルチメディアデータの通信がより活発に行われ、ネットワーク資源の枯渇がより顕著化する可能性があり，本研究におけるシステム構成および制御機構は有用であると考えられる．

6 おわりに

本研究では，屋外イベントにおける，多数ユーザを対象とした生体情報モニタリングシステムについて検討した．また，シミュレーション実験によりネットワーク制御の必要性について示した．

今後の予定として，提案したシステムの設計を詳細化し，実装・実験を行って本システムの有効性を検証する．また，ネットワーク制御のアルゴリズムの改善やシステムの高度化について検討する．

参考文献

[1] Rebecchi, F., et al.: Data Offloading Techniques in Cellular Networks: A Survey, *IEEE Commun. Survey Tuts.*, Vol. 17, No. 2, pp. 580–603 (2015).

[2] Masud, M. M., et al.: Resource-Aware Mobile-Based Health Monitoring, *IEEE J. Biomed. Health Inform.*, Vol. 21, No. 2, pp. 349–360 (2017).

[3] 佐々木塁　ほか：多人数の状況を効果的に観測する利用者指向センサネットワークの設計，信学技報，Vol. 116, No. 361, pp. 63–68 (2016).

[4] Akrivopoulos, O., et al.: On the Deployment of Healthcare Applications over Fog Computing Infrastructure, *Proc. COMPSAC*, Vol. 2, pp. 288–293 (2017).

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.