

# ウェアラブル端末を用いた、グループメンバー間の コミュニケーション支援システム

楠木 寛史<sup>1,a)</sup> 平馬 克彦<sup>1,b)</sup> 丸山 翔太郎<sup>1,c)</sup> 神場 知成<sup>2,d)</sup> 村上 隆浩<sup>3,e)</sup> 田中 二郎<sup>4,f)</sup>

概要：本論文では、ウェアラブル端末を用いることで、同一エリアで業務等を行っているグループメンバーの活動状態を把握し、状態に応じて休憩を促す通知をグループメンバーだけに対して一斉に出す、コミュニケーション支援システムについて述べる。これにより、メンバーに対し、適度な休憩取得とともに、コーヒースペース等におけるカジュアルなコミュニケーションを促す効果が期待できる。

## Group members' communication support system using wearable devices

HIROFUMI KABURAGI<sup>1,a)</sup> KATSUHIKO HIRAMA<sup>1,b)</sup> SYOTARO MARUYAMA<sup>1,c)</sup> TOMONARI KAMBA<sup>2,d)</sup>  
TAKAHIRO MURAKAMI<sup>3,e)</sup> JIRO TANAKA<sup>4,f)</sup>

**Abstract:** This paper proposes a communication support system for project members staying at the same area. The system monitors members' activity status through wearable devices, and based on some rules, sends a message to take the rest simultaneously to the members. With this system, the members are expected to take the rest properly and simultaneously, and have casual communication at the coffee space and so on.

### 1. はじめに

現代では、企業や研究室などでグループによる活動や作業が基本となっている。しかし、グループでの活動が義務付けられている場合は、メンバー全体の疲労が蓄積して作業速度が落ちて、休憩が提案されない場合がある。これは、個々のメンバーは自分の作業状態しか分からず、他のメンバーの作業状態は把握できないため、メンバー全員に

ふさわしい休憩のタイミングを判断することが難しいためであると考えられる。

同時に、グループワークにおいて、業務としてのミーティングだけでなく、休憩時間等におけるインフォーマルコミュニケーションも重要である。円滑な人間関係はグループ作業をスムーズにし [1], 知識やアイデアを交換することで豊かな創作活動に繋がる。他にも、集団のパフォーマンスを向上するためには、チームビルディングとコミュニケーションによる影響が強い [2] とも報告されている。

また、ウェアラブル端末に搭載されたセンサを用いて、様々な情報を収集することが可能になってきている。収集した情報を用いたユーザの状態観測の例として、ユーザの幸福度を計測する試み [3] や、ユーザの無意識の気付きを発見することが可能との報告 [4] もある。

そこで、本研究では腕時計型ウェアラブル端末を用いて、メンバーの活動量を取得する。この活動量は、ウェアラブル端末に搭載されている加速度センサから計測を行う。計測された情報から、チーム内ユーザの作業状態を判定する。

<sup>1</sup> 筑波大学 コンピュータサイエンス専攻  
Department of Computer Science University of Tsukuba  
<sup>2</sup> 日本電気株式会社  
NEC Corporation  
<sup>3</sup> ビッグロブ株式会社  
BIGLOBE Inc.  
<sup>4</sup> 筑波大学 システム情報系  
Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba  
a) kaburagi@iplab.cs.tsukuba.ac.jp  
b) hirama@iplab.cs.tsukuba.ac.jp  
c) maruyama@iplab.cs.tsukuba.ac.jp  
d) kamba@cw.jp.nec.com  
e) t-murakami@biglobe.co.jp  
f) jiro@cs.tsukuba.ac.jp

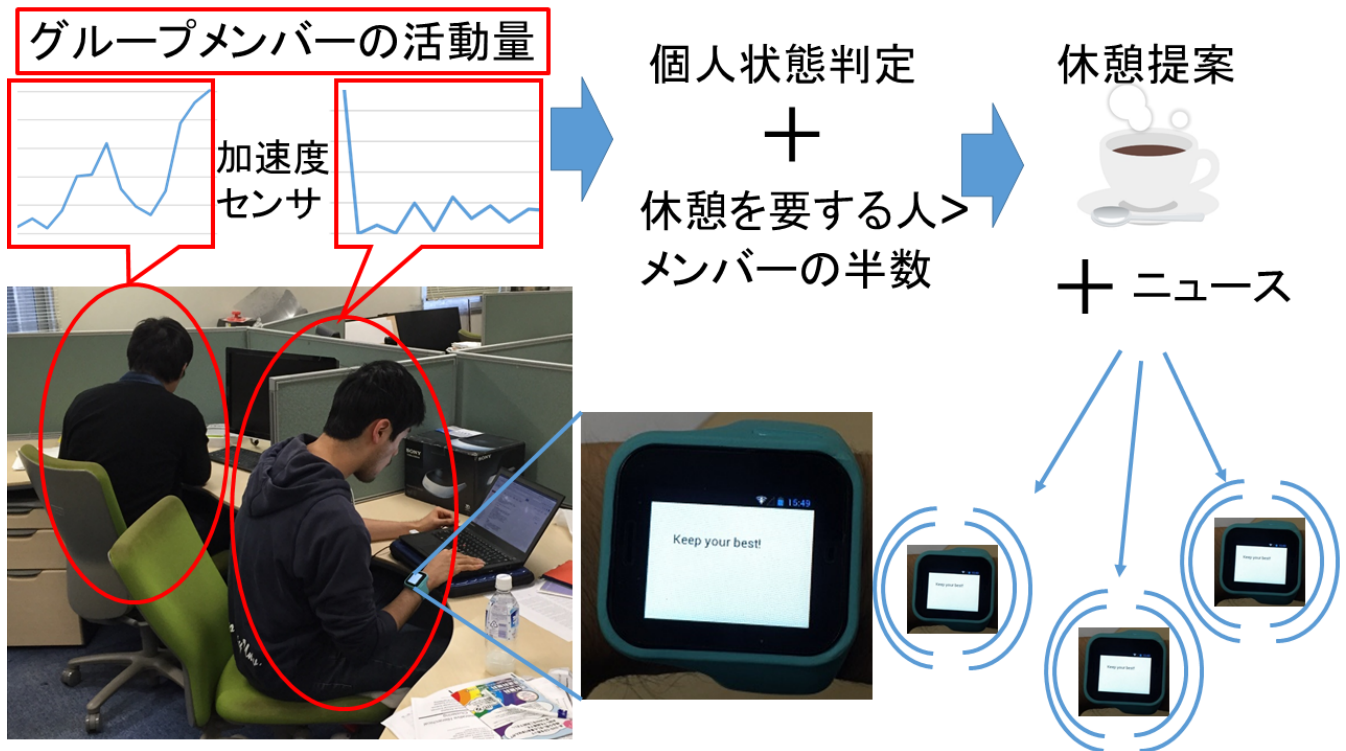


図 1 システム概要

作業状態からチーム全体にとって、休憩をとることが可能なタイミングを判定し、休憩を告知するシステムを開発する。このシステムを用いることで、グループメンバーの作業状態を考慮したうえで、円滑にコミュニケーションを行うと同時に、作業効率を改善することを目的とする。

## 2. システム概要

本システムは、グループメンバーがウェアラブル端末を装着する形で利用する。(図 1) グループメンバーは全員利き腕の手首に端末を装着し、グループで作業を行う。利き腕に端末を装着しているのは、活動状況は利き腕に、より正確に反映されていると考えたためである。

本システムでは作業中のメンバーの加速度を観測し、加速度からメンバーの活動量を分析する。このとき、個人単位で分析されたメンバーの活動量を複合して、グループメンバー全体に休憩が必要か否かの判定に用いられる。全体の作業が進んでいないと判定したら、メンバー全員に一斉に休憩メッセージを送る。メンバーにはコーヒーのアイコンや、ニュースピックを提供する画面が提示される。休憩が終わったら、再び業務中のメンバーの活動量を取得する。休憩から 30 分以上経過すると、以降は一分間隔で休憩が必要か否かの判定を繰り返す。

## 3. システム構成

### 3.1 概要

本システム中のソフトウェアの概念図を図 2 に示す。グ

ループメンバーは腕時計型ウェアラブル端末を身につけており、これらは Wi-Fi によって、研究室内に設置されたサーバに接続する。端末はビッグロブ製のウェアラブル端末 Cocolis を用いた。サーバは、利用者の活動状況をデータベースに蓄積するとともに、データ解析を行う。一定の条件が満たされたときにプッシュ型で利用者に通知を行う。プッシュ型の通知には、軽量プロトコルとして Mqtt を用いた。Mqtt はプロトコルヘッダーが小さく、その軽

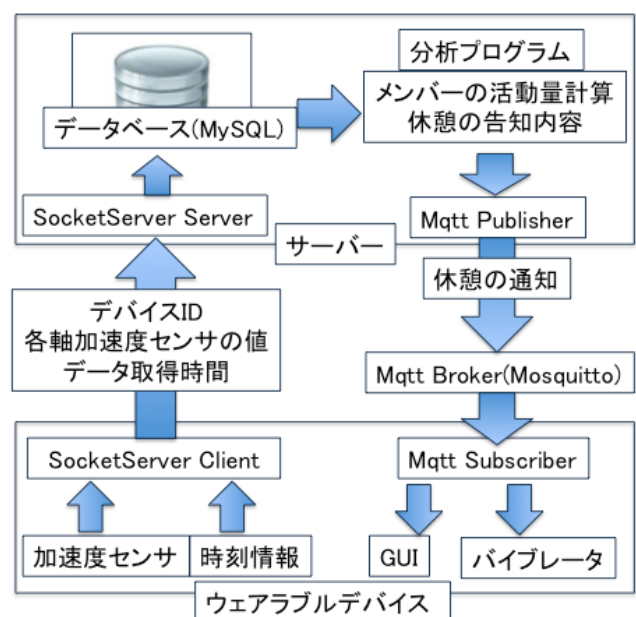


図 2 システム構成図

量さゆえに、バッテリーの消費を抑えたいモバイル向けの通信に適しているため、今回採用した。

### 3.2 端末とサーバの通信

本研究では、端末がクライアントとして動作し、端末からサーバへとデータを送信している。サーバに送信されるデータは1秒毎に以下の5種類の値で構成され、サーバ内のデータベースに保存される。

- クライアントの端末 ID
- x 軸方向の加速度
- y 軸方向の加速度
- z 軸方向の加速度
- 取得時刻

加速度の取得は1秒毎に行う。端末は60秒ごとのWi-Fi無線通信を通じてサーバへと60秒分のデータを自動送信する。

### 3.3 予備実験

加速度からメンバーの活動が大まかに分類できるかを確認するため、予備実験を行った。予備実験では利き腕の首に端末を装着して、表1に示す活動において加速度を2分間観測した。その結果、利用者が活動をしているときは加速度の変動が大きく、分散値に反映されることがわかったため、加速度データを5秒間隔で区分し、各軸方向の標本分散を求めた。分散を3軸方向で合算した結果は表1のようになる。表1の左列は動作の内容を、右列は左列の動作をした場合の分散の値の範囲を示している。ただし、「疲れ動作」とは、

- 背伸びをする
- 頬づえをつく瞬間
- 一瞬手を振る

など、メンバーが疲れた際にすると想定した動作を指す。この結果から、作業に該当する活動は分散0.001~10程度と判明した。また、作業が停滞していたら分散は0.001以下、疲れが出てくると15以上程度の値になることを確かめた。

### 3.4 休憩判定

#### 3.4.1 個人の休憩判定

格納されたデータを用いて、サーバ上で休憩が必要か否

動作	5秒間の分散の値の範囲
端末を装着して停止する	0.001 以下
キーボードを打ち続ける	0.1 ~ 10
(ページをめくらず) 本を読む	0.001 ~ 0.01
ページをめくる	0.5 ~ 3
疲れ動作	15 ~ 100

表1 予備実験の結果

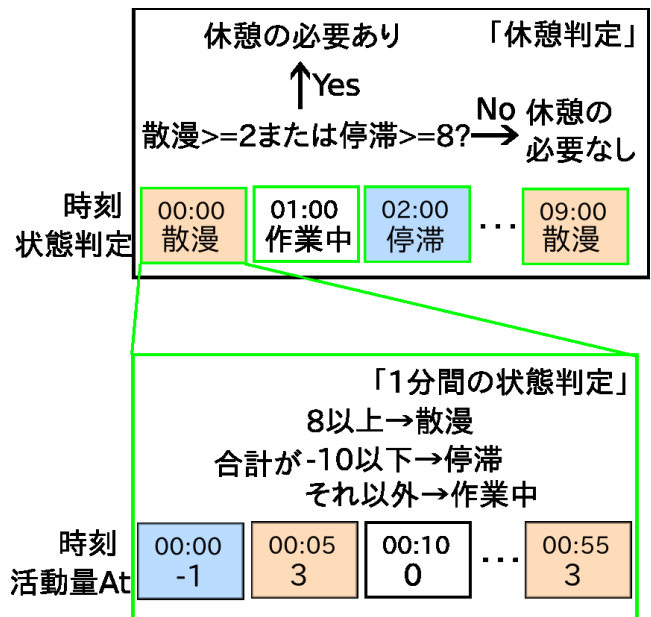


図3 個人の休憩判定

かの判定を行う。本研究では、グループメンバー全体の作業効率が落ちてきたと判断したら、休憩提案のメッセージを送信する。そこで全体の休憩判定のため、個人の活動量から個人状態の判定を行う。個人状態は以下の3種類を用意した。

- 停滞:活動量が作業中状態より小さい (作業が止まっている)
- 作業中:活動量は作業中であることを示す (作業は順調である)
- 散漫:活動量が作業中状態より大きい (疲れて作業以外の動作をしている)

休憩が必要かの判断は1分間の状態判定を10分間行った上で行う。1分間の状態判定は5秒間の活動量によって判定する。図3に個人休憩判定のアルゴリズムを示した。

予備実験(表1)の結果から、5秒間の活動量を定義する。加速度は1秒毎にx,y,zの3軸方向成分それぞれを測定する。そして各軸方向で5秒間の標本分散を求める。5秒間の各軸方向の分散の総和を  $var[m^2/s^4]$  とおき、ある5秒間における活動量Aを式(1)の5段階で定義した。

$$A = \begin{cases} 3 & (50 \leq var) \\ 2 & (30 \leq var < 50) \\ 1 & (15 \leq var < 30) \\ 0 & (0.01 \leq var < 15) \\ -1 & (var < 0.01) \end{cases} \quad (1)$$

活動量が求まったら、次に1分間の状態判定を行う。1分間中の状態は、1分間の活動量の合計が-10以下ならば停滞、一方で1分間の活動量が8以上ならば散漫状態と判定する。

さらに、メンバー個人に対して休憩が必要かの判定を行う。現在時刻から直近の10分間で、停滞状態が8分以上

であれば、休憩が必要と判断する。同様に、散漫状態が2分以上あれば、休憩が必要と判断する。

### 3.4.2 全体の休憩判定

休憩が必要とされたメンバーの数が、メンバー総数の半数以上である場合に、メンバー全員へと一斉に休憩メッセージを送る。このとき、休憩の必要はないメンバーも含めた全員に休憩メッセージを送る。これは全員が一体となって行動し、コミュニケーションを促すためである。

### 3.5 全員一斉の休憩メッセージ送信

休憩が必要とされた場合、休憩メッセージが端末へと一斉送信される。サーバは図4に示す3種類のメッセージの内一つを選び、メンバー全員の端末に送信する。端末がメッセージを受信すると、まずパイプレーターが起動してメンバーに知らせる。メッセージ内容として、テキスト(図4(a))、画像(図4(b))、ニュース(図4(c))が用意されている。

休憩は5分間とし、休憩中もデータの収集を行う。ただし、休憩中及び休憩終了時刻から30分間は、休憩判定を行わない。

## 4. 実験

### 4.1 概要

本システムを用いて、実際にメンバーの作業状況に応じた休憩の提案および、コミュニケーションの支援が行うことができたかを確かめる。そこで、腕時計型デバイスを装着した被験者に対して、1時間机上で作業を行ってもらう。被験者は3人であり、全員が24~25歳の男性である。作

業内における休憩の条件として

(1):本システムの提案によって休憩を与える

(2):休憩を定時で与える(数十分作業 5分休憩)

上記2つの状況において、休憩前・休憩中・休憩後の加速度の分散がどのように変化するかを、実験で確かめる。(2)の場合、休憩のタイミングは被験者には事前に伝えないものとした。実験終了後、被験者に対して、作業効率や休憩のタイミングについてのアンケートを取ることで、主観評価を行う。

### 4.2 結果

システムを用いて休憩提案を行った場合と、定時に休憩提案を行った場合の加速度センサの値の分散を図5に示した。図中の赤線で囲われた部分で、被験者は休憩提案を受けて、休憩を行った。

システムを用いた場合の休憩提案は、被験者の分散の値が、疲れ動作を行った際の値の範囲になった後に行われている。休憩中においては、定時に休憩を行った場合に比べ、システムを用いた休憩の分散の値が大きいものとなった。休憩後の分散の値は、休憩終了直後は疲れ動作に該当する $15[m^2/s^4]$ 以上の数値を示していたが、その後の値は、被験者の作業が順調である $0.01 \sim 15[m^2/s^4]$ の範囲に安定した。

定時に休憩提案を行った場合は、システムを用いた場合と同じく休憩直後の分散の値は、 $15[m^2/s^4]$ を超えるものであった。しかし、その後も分散の値は安定せず、 $80[m^2/s^4]$ 以下の範囲でばらつきが見られた。定時では3人中2人の被験者は休憩前後において分散のばらつきに変化は見られず、3人中1人の被験者は休憩後に分散のばらつきが大きくなった。

### 4.3 考察

結果から、システムによる休憩提案は、被験者が作業に対して疲れなどを感じた際に行うことができると考える。過半数の被験者からの主観評価においても、「作業が行き詰まったときに、休憩の提案があった」、「休憩のタイミングはよかった」という報告を受けた。

定時による休憩提案によって、被験者が休憩を行った場合、休憩後の分散のばらつきから、作業効率は悪いものだと推測できる。これに対し、システムを用いた場合の休憩後は、分散のばらつきが少なく、 $15[m^2/s^4]$ 以下に安定したものとなったことから、休憩によって作業効率が改善されたと予測される。また、定時の休憩提案を行った場合休憩後の分散に収束は見られず、改善は見られなかった。これらより、休憩のタイミングと作業効率には関係性が存在すると考える。

ある被験者は、「休憩後に、あまり大きな動きをしなかった。」と答えていたが、加速度の分散の値は、疲れ動作を示していた。これは、被験者自身が感じていなかった疲労を



(a) テキスト

(b) コーヒー

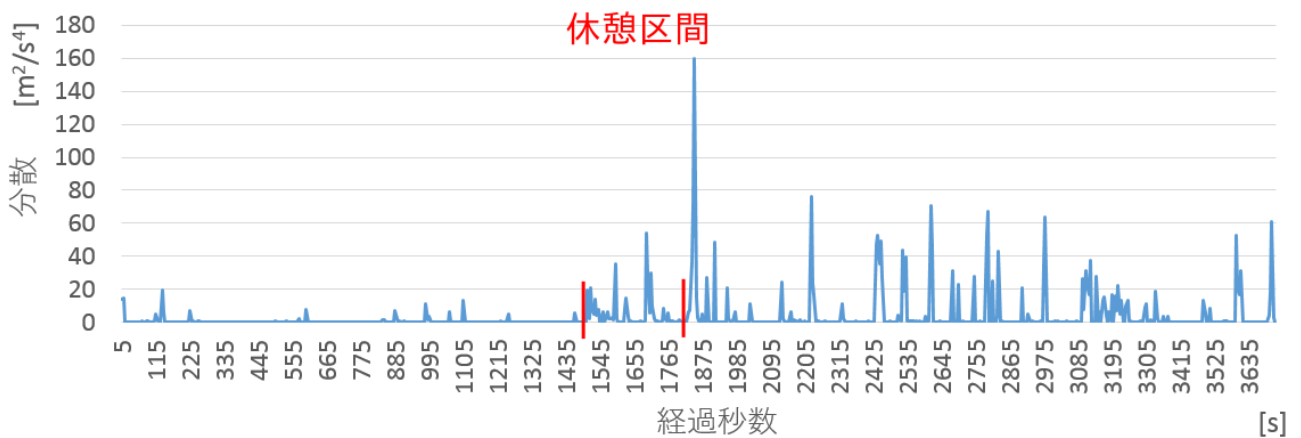


(c) ニュース

図4 休憩時の表示画面



(a) システム利用時



(b) 定時休憩時

図 5 システム利用時と定時休憩時における加速度の分散の結果

システムが捉えることができた結果である、と予測できる。

また、被験者から「同時に休憩に入り話題が提供されたことによりグループメンバー間で自然と会話が生まれた」という報告を受けた。グラフから休憩中は被験者グループ全員に共通してばらつきが大きく、休憩中にコミュニケーションが行われたと考える。

## 5. 関連研究

本研究と同様に、3軸加速度センサから身体活動を取得する研究 [5][6] がある。比嘉ら [6] は、加速度センサを腹部中央に装着し、歩行状態や座り状態などの検知を行った。同時に、検知された活動内容から消費カロリーの計測を行い、酸素消費量と消費カロリーとの相関を確認した。

本研究では、腕時計型端末を用いて、腕を中心に行う作業に着目し、活動量を新たに定めた。

インフォーマルコミュニケーション支援としても様々な研究が行われている [7][8]。木下ら [7] は、休憩所などのたまり場における雑談に着目し、AR を用いることで、物体や

空間に文章を残すことができ、休憩所内でのコミュニケーションを促進、支援している。Nakano ら [8] は、パーティションによって区切られたオフィス環境下において、個人机近辺で発生するコミュニケーションを支援する Traveling Cafe を作成した。コーヒーメーカーを利用して、行動のきっかけと対面的接触を誘発することで、ユーザがインフォーマルコミュニケーションを行う支援を行っている。

本研究では、個々のユーザがウェアラブル端末を装着することで、作業状態を把握し、ユーザにとって適切なタイミングを判定して、休憩を促している。グループメンバー全員へと一斉に休憩を促し、会話の機会を提供することで、コミュニケーションを促進している。

## 6. まとめ

本研究は、グループメンバー間の円滑なコミュニケーションを促すと同時に、作業効率の改善を行うことを目的とした。そこで、腕時計型デバイスの加速度センサを用いて、活動量を予備実験から定めた。活動量を用いて、グ

ループメンバーの作業状態を考慮し、コミュニケーションを促す休憩提案システムを開発した。そして、本システムを用いた評価実験を行い、その結果を用いて、本システムの考察を行った。

#### 参考文献

- [1] Robert Kraut, Carmen Egido, and Jolene Galegher, "Patterns of contact and communication in scientific research collaboration", Proceedings of the ACM conference on Computer-supported cooperative work, pp.1-12
- [2] 横山文雄, 福永忠明, 松尾谷徹, "チームビルディングとコミュニケーション・ツール", ロジックマネジメント学会秋季研究発表大会予稿集, pp.168-170 (2001)
- [3] "集団の幸福感に相関する「組織活性度」を計測できる新ウェアラブルセンサ", 日立製作所, <http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2015/02/0209.html>
- [4] 岡田昌也, 鳥山朋二, 角康之, 間瀬健二, 小暮潔, 萩田紀博, "実世界学習における気付きの抽出・可視化" 電子情報通信学会技術研究報告. PRMU, パターン認識・メディア理解, 105(534), pp.77-82 (2006)
- [5] 岡久雄, 井上智紀, "3軸加速度センサによる身体活動モニタリング" 生体・生理工学シンポジウム論文集, 13, pp.331-334 (1998)
- [6] 比嘉良樹, 西山建人, 牧川方昭, "3軸加速度センサを用いた日常生活活動の長時間計測と評価", 福祉工学シンポジウム講演論文集 2002(2), pp.81-84 (2002)
- [7] 木下覚, 田中二郎, "つばやきを用いた溜まり場でのインフォーマルコミュニケーション支援システム", マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム 2013 論文集, pp.617-624 (2013)
- [8] Toshihiko Nakano, Keita Kamewada, Jun Sugito, Yoshiyuki Nagaoka, Kanayo Ogura, and Kazushi Nishimoto, "The traveling cafe: a communication encouraging system for partitioned offices", CHI EA '06 CHI '06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp.1139-1144 (2006)