

平成 26 年度
筑波大学情報学群情報科学類
卒業研究論文

題目

身体ログを用いた有用なライフログ情報の抽出

および記憶想起支援システム

主専攻 ソフトウェアサイエンス主専攻

著者 今井啓介

指導教員 田中二郎 志築文太郎 高橋伸 三末和男

要旨

近年スマートフォンやウェアラブルデバイスの普及により、ライフログの取得が容易になり、その有用性が取り沙汰されている。また、ユーザはライフログを取ることにあまり抵抗がなく、むしろ自らすすんで取りたいユーザも多い。しかしながら取得可能なライフログが増える一方で、それにより得られる情報量が膨大になったため、ユーザは得たいデータを自力で選択することが困難となりつつある。そうした問題に対して、データマイニング等により客観的に選択することは多く行われているが、画像などのデータを客観的に選択するのは難しい。そこで本研究では、身体ログとしてのライフログという主観的な情報を用いることにより、ウェアラブルカメラによって撮影された膨大な写真からユーザにとって有用な写真の抽出を行う。また、それにより抽出された写真をユーザに提供することで記憶の想起を支援するシステムを開発する。

目次

第1章 序論	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 ウェアラブルデバイス	1
1.1.2 ライフログ	2
1.2 本研究の目的	2
1.3 本研究のアプローチ	3
1.4 本論文の構成	3
第2章 心拍数とライフログとしての写真	4
2.1 心拍数と印象	4
2.2 ライフログ写真	4
第3章 記憶想起支援システム	5
3.1 システム概要	5
3.2 記憶想起支援	5
3.3 アプリケーションインターフェース	6
3.2.1 日時選択画面	6
3.2.2 写真閲覧画面	7
第4章 システム利用と利用シナリオ	8
4.1 システム利用のフロー	8
4.1.1 ライフログの収集	8
4.1.2 ライフログ写真のアップロード	8
4.1.3 抽出されたデータの閲覧	9
4.2 利用シナリオ	9

第5章 システムの実装	10
5.1 開発環境	10
5.2 システム構成	10
5.3 データ取得およびアップロード	12
5.4 サーバ実装	12
5.4.1 WebAPI	13
5.4.2 データの保存	14
5.4.3 結果の送信	14
5.5 クライアント実装	17
5.5.1 心拍数取得	17
5.5.2 結果表示	17
第6章 関連研究・関連サービス	18
6.1 ライフログに関する研究	18
6.2 心拍数を用いた関連サービス	18
6.3 記憶想起に関する研究	19
第7章 まとめ、および今後の課題	20
謝辞	21
参考文献	22

図目次

図 1	さまざまなウェアラブルデバイス	1
図 2	日時選択画面	6
図 3	写真閲覧画面	7
図 4	システム構成	11
図 5	サーバ構成	13

表目次

表 1	開発環境	10
表 2	サーバ環境	13
表 3	heartrate テーブル	14

第1章 序論

1.1 研究背景

1.1.1 ウェアラブルデバイス

ウェアラブルデバイスとは、腕や頭部など、身体に装着して利用することが想定された端末のことである。スマートフォンと連携させて使用する端末が多く、その機能を補完するほか、ウェアラブルデバイスに搭載された様々なセンサにより、スマートフォン単体ではとることの難しい心拍数などのデータを取得するのに用いられる。主なデバイスを図1に示す。Android Wear[1]やApple Watch[2]などの時計型の”スマートウォッチ”やGoogle Glass[3]やJINS MEME[4]などの眼鏡型の”スマートグラス”等がある。



図 1 さまざまなウェアラブルデバイス

ウェアラブルデバイスの世界市場規模は 2013 年約 671 万台、2017 年には 2 億 2,390 万台と予測されており、その普及は著しい[5]。また、ユーザはライフログをとることにあまり抵抗がなく、むしろ自らすすんで取りたい利用者も多いという研究結果もある (John らの研究[6])。

1.1.2 ライフログ

ライフログ (LifeLog) とは、人間の生活・行い・体験 (Life) を、映像・音声・位置情報などのデジタルデータとして記録 (Log) する技術、あるいは記録自体のことである。スマートフォンやウェアラブルデバイスの普及により、映像や音声、位置情報などを取得することが容易になっただけでなく、心拍数や体温、睡眠時間といった身体ログの収集まで可能になったほか、記録することも容易になった。

1.2 本研究の目的

ウェアラブルデバイスの普及によりさまざまなデータを容易に記録できるようになった一方で、データ量が膨大になりすべてのデータを見返すことが難しくなってしまうことが多くある。取得されたデータの中には大変有用なデータがあるにも関わらず、それらがその他のデータに埋もれたまま使われないのは非常に残念である。また、人々の記憶は、個人による部分が大変大きく、画一的に有用なデータを抽出するのが難しい。そのため、本研究では膨大なデータから個人にとって有用なデータを抽出すること、およびそのデータを活用することを目的とする。

1.3 本研究のアプローチ

この目的を実現するために、身体ログを用いて、有用なデータを抽出することを提案する。具体的には心拍数を用いてウェアラブルカメラによって撮られた写真からより印象に残っている場面付近を撮影した写真を抽出することを目標とする。またデータの活用として、記憶想起支援システムをスマートフォンアプリケーションとして開発する。

1.4 本論文の構成

本論文は本章を含め 7 章で構成されている。第 2 章では今回使用するライフログを述べる。第 3 章では本研究で開発したシステムの概要について述べる。第 4 章では開発したシステムの利用方法および利用シナリオについて述べ、第 5 章では実装について述べる。そして、第 6 章で関連研究について述べ、第 7 章で本研究の結論と今後の課題を述べる。

第2章 心拍数とライフログとしての写真

2.1 心拍数と印象

心拍数とは一定の時間内に心臓が拍動する回数をいう。安静にしているときの心拍数は、人間の場合、男性で60～70程度、女性で65～75程度である[7]。一般に心拍数は興奮によりあがることが知られている。また、興奮と印象の関係として、「吊り橋効果」がある。これは吊り橋が揺れる恐怖のための興奮状態と恋のための興奮とを脳が勘違いするということである。これはブリティッシュコロンビア大学（カナダ）の心理学者であるダットンとアロンにより研究され、1974年に論文が発表されている[8]。このことから心拍数と印象には一定の関連があると言える。

2.2 ライフログ写真

本研究ではライフログ写真を「ウェアラブルデバイスにより自動的に撮られた写真」と定義する。写真を自動的に撮るウェアラブルデバイスの先駆けとして SenseCam[9]があげられる。これはマイクロソフトが2003年に開発したもので、首からぶら下げたカメラで一定時間ごとに写真を撮影するものである。これを用いた研究に、Gurrin らによる視覚的なライフログの性質と SenseCam とデジタルカメラで撮影された写真の違いを比較する研究[10]などが行われている。本研究では Narrative Clip[11]を用いる。これは SenseCam 同様一定期間ごとに写真を撮影するものであるが、SenseCam に比べてカメラが小さくより携帯性に優れる。

第3章 記憶想起支援システム

3.1 システム概要

本システムは Android 端末上で動作するアプリケーションであり、Android Wear および Narrative Clip とあわせて用いることを想定している。ユーザが享受できる情報として、自身の心拍数を用いて抽出されたライフログ写真を提供する。これによりユーザが記憶を想起するのを促す。

3.2 記憶想起支援

本システムでは、記憶を想起したい日付におけるライフログ写真をユーザに提供することで記憶の想起を支援する。本システムで利用する Narrative Clip では1分間に2枚の写真を自動的に撮影することができるため、仮に睡眠時間をのぞく1日の活動時間を16時間[12]とすれば、1日に1920枚もの写真を撮影することとなる。これをすべて見返すのは困難であり、たとえ見返すことが出来たとしても相当な時間がかかる。そこで本システムでは、心拍数を用いることでより興奮状態にあった時のライフログ写真を選択肢ユーザに提供することで少ない枚数での記憶想起支援を実現する。

3.3 アプリケーションインターフェース

3.2.1 日時選択画面

図 2 に日時を選択する画面を示す。写真および心拍数の両方が取得されている日時がリスト上に並んでおり、ユーザは記憶を想起したい日時を選択する。ここで選んだ日時が記憶想起支援の対象日時となる。

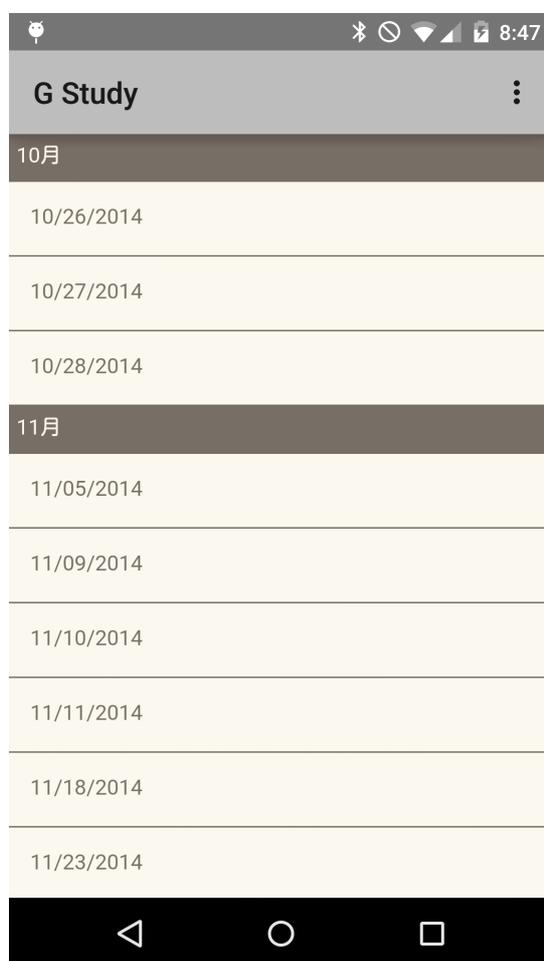


図 2 日時選択画面

3.2.2 写真閲覧画面

写真閲覧画面を図3に示す。日時選択画面で選んだ対象日時において、選択された写真を表示する。画像は上から時間軸に沿って並んでおり、ユーザは縦にスクロールすることでそれらを順に閲覧することが出来る。

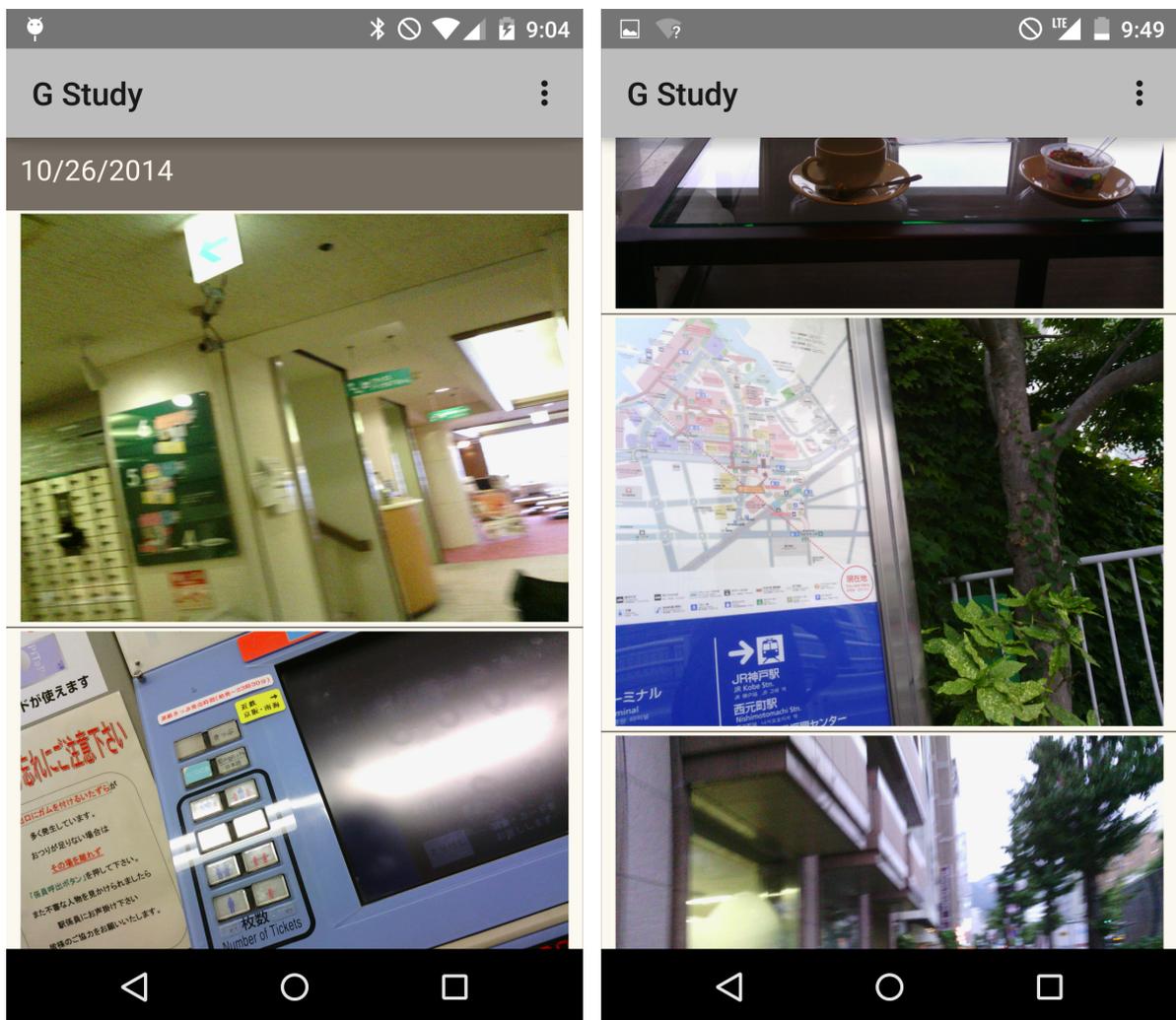


図 3 写真閲覧画面

第4章 システム利用と利用シナリオ

4.1 システム利用のフロー

本システムの利用フローは3段階ある。1段階目でライフログの収集、2段階目でライフログ写真のアップロード、3段階目で抽出されたデータの閲覧をそれぞれ行う。以下でそれぞれのフローを説明する。

4.1.1 ライフログの収集

心拍数およびライフログ写真をウェアラブルデバイスで取得する。心拍数は Android Wear である Galaxy Gear Live[13]、ライフログ写真は Narrative Clip で取得する。ユーザはそれぞれのウェアラブルデバイスを装着して日常生活を送る。それぞれのデータは自動で取得されるため、ユーザが能動的に心拍数、ライフログ写真を取得する必要はないが、ライフログ写真に関してはユーザ任意のタイミングで写真を撮影することも可能である。

4.1.2 ライフログ写真のアップロード

心拍数は Android を通じて自動で保存されるのに対して、ライフログ写真はインターネットの接続がないので手動でアップロードする必要がある。本システムではアップロードを実装対象外としたため、ユーザは写真を一度 Narrative Clip パソコンに取り込んだ後、手動アップロードでアップロードする必要がある。

4.1.3 抽出されたデータの閲覧

データの閲覧はAndroidアプリで行う。ユーザはリストの中から希望の日時を選択し、その日時において抽出された画像を閲覧することが出来る。

4.2 利用シナリオ

さまざまな利用シナリオが考えられる。たとえば、Aさんは、数日前の日記を書きたいと思った。しかしながら、時間が経ってしまったことでその日の詳細がなかなか思い出せないこと。その際に本システムを用いることで、その日に何があり何をしたかを思い出すことができ、Aさんは日記を書くことが出来た。また、旅行の思い出を振り返る際にも本システムが役立つ。Bさんグループは先日行った旅行について振り返ることになった。一般的に旅行中に写真をとるのは、名所や特産品などがおおい。Bさんグループも手持ちのカメラで撮った写真にはそういった写真が多く、旅行で何が盛り上がったのかいまいち思い出せない。というのも旅行中盛り上がる場面はそれだけではなく、むしろ移動中に話が盛り上がることもたびたびあるにも関わらず、そういった場面は写真を撮っていないことが多いためである。そのとき本システムを利用したBさんグループはより盛り上がったときの写真をみることができ旅行の楽しい思い出を想起され、再び盛り上がる事が出来た。

第5章 システムの実装

5.1 開発環境

表1に開発環境を記す。データ取得を Galaxy Gear Live および Narrative Clip にて行い、Android Studio にてコーディングおよびデバッグ作業を行った。

機器名、ソフトウェア名	規格
MacBookPro	MacOS X 10.9.5
Nexus5	Android5.0.1
Samsung Galaxy Gear Live	Android4.4W.2
Narrative Clip	
Android Studio	ver.1.0

表 1 開発環境

5.2 システム構成

図4にシステム構成の概略図を示す。本システムはデータの取得を2つのウェアラブルデバイス、Galaxy Gear Live と Narrative Clip にて行う。Galaxy Gear Live は心拍数を取得し、スマートフォンを経由して、クラウドにアップロードし、Narrative Clip はライフログ写真を取得し、パソコンを経由してアップロードする。データの加工は主にクラウド上で行い、ユーザは Android アプリケーションとしてデータの閲覧が可能である。



図 4 システム構成

5.3 データ取得およびアップロード

本システムにおける心拍数の取得には Galaxy Gear Live の心拍センサを用いた。心拍数は常時監視し、スマートフォンと接続されている時はそのままスマートフォンへデータが送られ、つながっていない場合は、Galaxy Gear Live に一時的に保存され、次回スマートフォンに接続された時にデータが送られる。スマートフォンでアプリを立ち上げる際にサーバへのデータアップロードが行われる。5.5 クライアント実装で詳しい実装を述べる。

ライフログ写真の取得には Narrative Clip を用いた。先に述べた通り、Narrative Clip は1分間に2枚の写真を撮影するほか、ユーザ任意で撮影することもできる。画像のアップロード機能は本システムでは提供しない。Narrative Clip はインターネット接続できないため、取得した画像を一度パソコンに取り込み、その後、手動でクラウドにアップロードするものとした。

5.4 サーバ実装

サーバ環境を表2に示す。サーバサイドプログラミングには PHP を使い、Web サーバソフトウェアには Apache、データベースには MySQL を用いた。

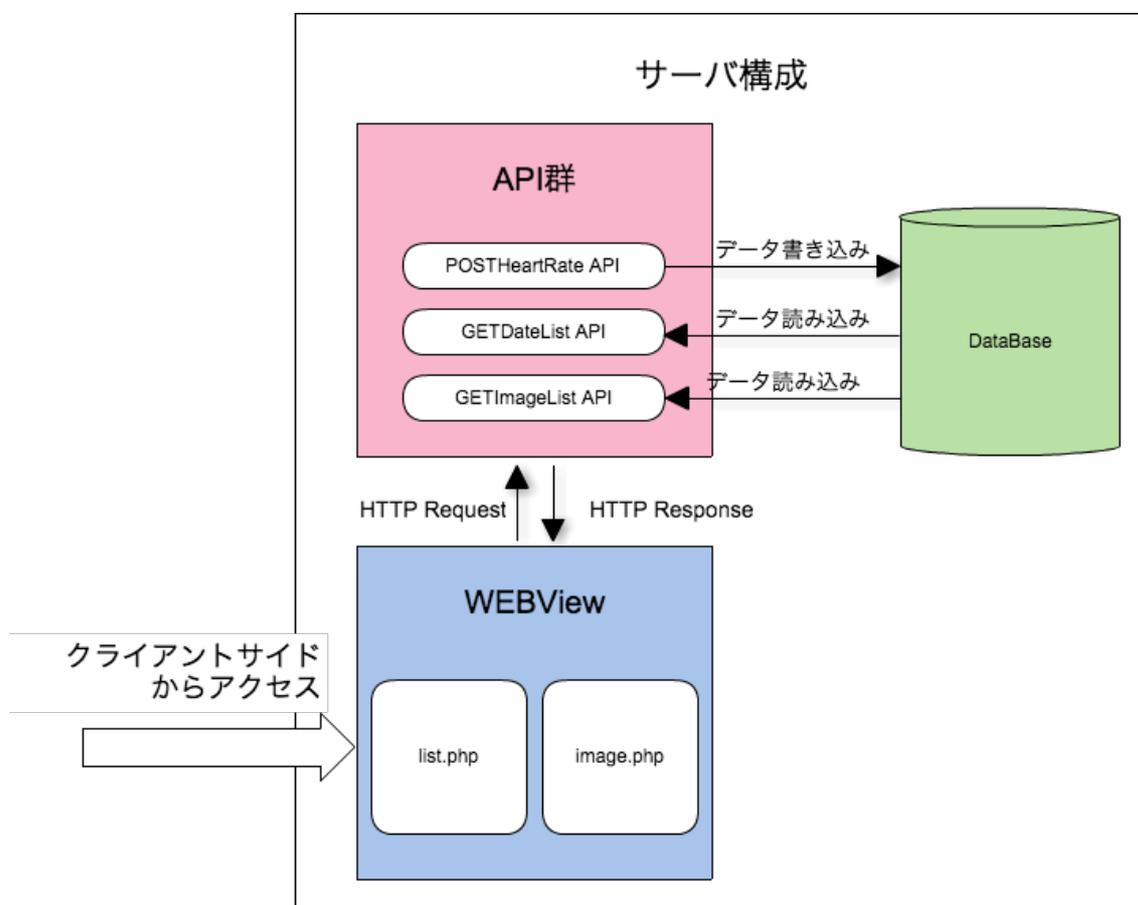
サーバサイドでは主に以下の機能を実装している。

1. Web API
2. データの保存
3. 結果の送信
4. WebView 用 WEB ページ

サーバの構成は図5の通りである。以下でそれぞれの機能を説明する。

名前	規格	用途
PHP	ver.5.3.1	サーバサイド プログラミング
Apache	ver.2.2	Web サーバ
MySQL	ver.5.1	データベース

表 2 サーバ環境



5.4.1 WebAPI

WebAPI では HTTP リクエストを受信し、データベースへの登録および結果の送信を行う。本システムでは心拍数データの登録、日時リストの送信、抽出された画像の送信を WebAPI で行った。

5.4.2 データの保存

心拍数は Android アプリから WebAPI を通してサーバ側に送られる。サーバ側では heartBeat モデルを実装しており、それを介してデータベースへデータの保存を行う。まず JSON 形式で送られてきた心拍数を、json_decode メソッドを用いて object クラスにデコードする。その後、mysqliAPI を使用し、各心拍数データをデータベースの heartrate テーブル(表 3)に登録する。

ライフログ写真のデータは手動でアップロードする。ftp は ssh を用いて/image フォルダに対象となるすべての画像をアップロードする。

field	type	意味する情報
id	INT	PRIMARY KEY
taken_time	DATETIME	心拍数が取得された日時
value	INT	心拍数
uploaded_time	DATETIME	アップロードされた日時

表 3 heartrate テーブル

5.4.3 結果の送信

日時リストの送信

心拍数データが存在し、かつ1枚以上ライフログ写真存在する日時をリストとして送信する。日時リスト取得の HTTP リクエストを受け取ると、まず心拍数のデータを参照し、日時のリストを作成する。そのリストをもとに、/image フォルダの画像を参照し

心拍数データから作成したリストの日時に撮影された画像があるか判定する。画像の撮影日時の確認は `exif_read_data` メソッドを用いて、EXIF 情報を取得し、その中の `FileDateTime` プロパティを参照することで行った。送信は `header` 関数で `http` ヘッダを出力し、`echo` 関数を用いて `json_encode` された日時リストを出力する。

抽出された画像の送信

画像の抽出には心拍数を用いる。任意の日時に心拍数の変化が顕著、すなわち加速度が大きい画像を抽出する。最小二乗法を用いて近似一次式を求めることで加速度を計算する。数値の集合 (x,y) が与えられたとき、最小二乗法を用いて近似一次式 $f(x) = ax + b$ を求めると a 、 b は、式 (5.1) , (5.2) となる。

$$a = \frac{n \sum_{k=1}^n x_k y_k - \sum_{k=1}^n x_k \sum_{k=1}^n y_k}{n \sum_{k=1}^n x_k^2 - (\sum_{k=1}^n x_k)^2}$$
$$b = \frac{\sum_{k=1}^n x_k^2 \sum_{k=1}^n y_k - \sum_{k=1}^n x_k y_k \sum_{k=1}^n x_k}{n \sum_{k=1}^n x_k^2 - (\sum_{k=1}^n x_k)^2}$$

今回は各画像が撮影された日時に最も近い 4 点の心拍数を用いて近似一次式を求め、その a の値を各画像の心拍数の加速度とした。選択された日時に撮影された画像において、加速度が大きいものから 20 枚の画像の `url` をリストとして抽出する。送信には日時リストの送信と同様、`header` 関数と `echo` 関数で `json_encode` された画像リストを送信する。

5.4.4 WebView で表示する Web ページの出力

後述するクライアント実装にて用いる `WebView` で表示する Web ページもサーバ上に実装した。ページは大きく二種類あり、それぞれ日時のリストを表示するページ（以下日時選択ページとする）、選択された日において抽出した画像を表示するページ（以下画像表示ページとする）である。

日時選択ページ

5.4.3 で実装した結果の送信する API により取得された JSON を、`json_decode` を用いて `object` クラスにデコードする。`foreach` 関数を用いて先ほど取得した `object` クラスを `li` タグのリストを出力する。リストのそれぞれのアイテムは `a` タグにより画像選択ページへのリンクとなっており、`GET` メソッドにより日時データを送る。

画像表示ページ

日時選択ページより `GET` で送信されてきた日時データを受け取る。`file_get_contents` メソッドを用いて先ほど受け取った日時データを前述の抽出された画像の送信する API に送信する。返ってきたデータを日時選択ページと同様に `json_decode`、`foreach` 関数を用いて出力する。

5.5 クライアント実装

5.5.1 心拍数取得

心拍数の取得には Samsung Gear Live の `Sensor.TYPE_HEART_RATE` を用いて取得を行った。 `SensorManager` に上記のセンサを登録することで、心拍センサにアクセスし、心拍数を取得する。取得したデータは `DataLayerAPI` を用いてスマートフォンへ送信する。 `DataLayerAPI` では `DataItem` クラスにデータを格納し `DataAPI` を用いてデータの更新を行うが、今回は `DataItem` クラスを拡張した `DataMap` に値を格納して送信を行う。スマートフォンで受け取った心拍数は `DefaultHttpClient` を用いて前述の WebAPI へ HTTP リクエストを送信する。

5.5.2 結果表示

結果表示には日時リストの表示、抽出された画像の表示ともに `WebView` を用いた。 `WebView` クラスはブラウザ機能を提供してくれるクラスで、一般的な Web ページを表示することが可能である。表示する Web ページは 5.4.4 で述べた通りである。

第6章 関連研究・関連サービス

6.1 ライフログに関する研究

第2章であげた Gurrin らの研究をはじめライフログに関する研究は数多く行われてきている。行動をすべて記録するライフログの研究として Gemmell らの”MyLifeBits”[14]がある。これはすべてのデジタルメディア（書類、画像、音声、動画）を記録するシステムである。また Gouveia らの研究[15]では、GPS、SenseCam をつかい、得られた情報をユーザに時間軸にあわせてユーザに提供する FootPrintTracker を開発した。これは得られたデータをタイムラインに沿ってユーザに提供するほか、手動で event 等を入力することで一日の振り返りを支援するものである。

6.2 心拍数を用いた関連サービス

現在心拍数を利用するサービスとして、“アディダスマイコーチ”[16]というサービスがある。これはバンド型、ウォッチ型のウェアラブルデバイスを用いて、トレーニングをサポートするもので、トレーニングの消費カロリーや距離、ペース、心拍数などをモニタリングすることができ、自分のコンディションにあわせた最適なトレーニングを提案してくれるものである。

6.3 記憶想起に関する研究

小柴らの研究[17]では、ライフログからユーザの興味・関心を推定する仕組みを組み込んだライフログとブログの連携システムを提供した。ライフログによりブログを書く際のユーザの記憶想起を支援する点で本研究に関連する。また、村上らの研究[18]では Web ブラウジング履歴の想起支援を目的に **Memory-Organizer** を開発している。

児玉ら[19]はライフログを共有することにより記憶想起を支援するシステムを考案した。これは友人グループでライフログを共有することで出かけた場所のログを補うことを期待できる。ライフログを記憶想起に用いる点は本研究と類似している。

第7章 まとめ、および今後の課題

ウェアラブルデバイスの普及により、取得できるライフログの種類が増え、そのデータ量が膨大になっていく中でいかに情報を選択していくかという点に着目し、本論文では身体ログを用いて情報の選択を行う手法を提案した。本システムでは心拍数の変化に着目し、その変化量が顕著な部分に起きたことを抜き出すことで、ユーザがより関心を持つデータの取得を期待できる。

今回は心拍数を一次式に近似することで変化量を求めたが、二次関数に近似したり、また全く異なる方法を用いたり、さまざまな手法が考えうる。そこで、今後は複数の方法を比較することでよりユーザの得たい情報を抽出出来るよう研究を進めていきたい。また、心拍数以外の身体ログや位置情報など、他のライフログ情報も交え、一日の行動を解析することで、より精度の高いものにしていきたい。また、マーケットに公開することでより多くの人々に使ってもらうことで、より一般的な意見を集め、本システムの改善を行いたい。

謝辞

本研究を行うに当たり、指導教員である田中二郎先生、志築文太郎先生、高橋伸先生、三末和男先生および嵯峨智先生には研究全体にわたって丁寧なご指導とご助言をいただきまして、心から感謝申し上げます。また Nerf チームの皆様をはじめ、インタラクティブ・プログラミング研究室の皆さまには、ゼミはもちろん日頃の研生活や大学生活を通じて多くのご意見やご助言をいただきました。心から感謝いたします。最後になりますが、大学生活を送る中で一番の支えとなってくれた家族、および研究にご協力していただいたすべての皆様に感謝いたします。

参考文献・参考サイト

- [1] Android Wear, <http://www.android.com/wear/>
- [2] Apple Watch, <http://www.apple.com/jp/watch/>
- [3] Google Glass, <https://www.google.com/glass/start/>
- [4] JINS MEME, <https://www.jins-jp.com/jinsmeme/>
- [5] ウェアラブルデバイス市場に関する調査結果 2014, 矢野経済研究所,
<http://www.yano.co.jp/press/press.php/001308>
- [6] John Rooksby, Mattias Rost, Alistair Morrison, and Matthew Chalmers
Chalmers. Personal tracking as lived informatics. CHI '14, In Proceedings of the
32nd annual ACM conference on Human factors in computing systems. pp.
1163-1172. 2014
- [7] 秋山俊雄, II 安静時心拍数と予後の関係, 心電図, Vol. 31, No. 4. pp.425~441,
2011
- [8] Dutton, D. G. & Aron, A. P. Some evidence for heightened sexual attraction
under conditions of high anxiety. *Journal of Personality and Social Psychology*, 30,
pp.510-517, 1974
- [9] SenseCam, Microsoft Research,
<http://research.microsoft.com/en-us/um/cambridge/projects/sensecam/>

- [10] Cathal Gurrin, Alan F. Smeaton, Daragh Byrne, Neil O'Hare, Gareth J. F. Jones, and Noel O'Connor. AIRS'08, In Proceedings of the 4th Asia information retrieval conference on Information retrieval technology, pp.537-542, 2008
- [11] Narrative Clip, <http://getnarrative.com/narrative-clip-1>
- [12] 平成 23 年社会生活基本調査 生活時間に関する結果, 2012, 総務省,
- [13] SamSung Galaxy Gear Live,
<http://www.samsung.com/us/mobile/wearable-tech/SM-R3820ZKAXAR>
- [14] Jim Gemmel, Gordon Bell, Roger Lueder, Steven Drucker and Curtis Wong : My Life Bits: Fulfilling the Memex Vision, ACM Multimedia System Journal, pp. 235-238, 2002.
- [15] Rúben Gouveia and Evangelos Karapanos. 2013. Footprint tracker: supporting diary studies with lifelogging. CHI '13, In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 2921-2930, 2013
- [16] アディダスマイコーチ, <http://micoach.adidas.com/>
- [17] 小柴 等, 相原 健郎 森 純一郎, 小田 朋宏, 星 孝哲, 松原 伸人, 武田 英明. 記憶の想起と記録のためのライフログ・ブログ連携型支援手法の提案, 情報処理学会論文誌 51(1), 63-81, 2010-01-15
- [18] 村上 晴美, 平田 高志, 記憶を中心とする人生の記録 -ユーザの知識空間の作成による Web ブラウジング履歴の想起支援-,人文科学とコンピュータ研究会報告 2004(7), 19-24, 2004-01-23
- [19] 児玉 昌子, 赤池 英夫, 角田 博保, 記憶想起支援を目的としたライフログ共有システムの提案と評価, HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告 2015-HCI-161(5), 1-7, 2015-01-07