

筑波大学大学院博士課程

システム情報工学研究科修士論文

ライフログデバイスにおける
行動履歴の検索とその評価

劉 曉萌

修士（工学）

（コンピュータサイエンス専攻）

指導教員 田中 二郎

2014年 3月

概要

近年、人間の生活を写真として常時記録する「ライフログ」は、センサ機器や携帯情報端末の発達により、容易に行えるようになってきた。これらの写真によるログデータはテキスト情報を含んでおらず、ユーザが記憶を頼りに検索することが困難である。Memonらは、こうした問題を解決するため、写真ベースの膨大なライフログを効率的に検索するための、ユーザのコンテキストに基づくログデータを記録し、それを使って検索するプロトタイプライフログシステムを構築した。しかし、このシステムを用いて目的の写真を検出する方法や、検索の速度に関する定量的な評価は行われていなかった。

そこで、本研究では、Memonらが構築したプロトタイプライフログシステムの定量的な評価を行う。具体的には、指定された2つの目的とする写真についての検索タスクにおいてプロトタイプライフログシステムと Vicon Revue の比較実験を行い、前者を用いた場合の検索効率がどの程度向上できるかを明らかにする。また、被験者へのアンケート調査を実施し、プロトタイプライフログシステムの実用性について議論する。その結果、プロトタイプライフログシステムを用いたログデータの検索効率が優れていることが確認できた。さらに、実験後のアンケートの結果により、プロトタイプライフログシステムの実用性が示された。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究の背景	1
1.2	研究の目的	1
1.3	本論文の構成	2
第2章	ライフログシステムの概要	3
2.1	プロトタイプライフログシステム	3
2.1.1	プロトタイプデバイス	3
2.1.2	ユーザのコンテキストに基づくログデータの取得・検索	4
2.2	ライフログカメラ Vicon Revue	5
第3章	検索速度の比較実験	7
3.1	実験目的	7
3.2	検索対象と実験方法	7
3.3	実施の流れ	8
3.4	実験条件	9
3.5	実験詳細	9
3.5.1	被験者	9
3.5.2	実験の日時	9
3.5.3	実験の装置	9
3.5.4	実験の手順	11
第4章	比較実験の結果とその考察	15
4.1	主要な結果	15
4.1.1	プロトタイプライフログシステムに関する結果	15
4.1.2	Vicon Revueに関する結果	16
4.1.3	検索タスク完了までかかる時間の比較	17
4.2	考察	18
4.2.1	検索タスク1の考察	18
4.2.2	検索タスク2の考察	18
4.2.3	検出された写真の考察	19
4.2.4	検索タスク1と検索タスク2の比較	19

	検索タスク完了までかかった時間の結果から	19
	検出された写真の枚数の結果から	20
4.2.5	その他の考察	21
第5章	被験者による主観評価	22
5.1	アンケートの実施概要	22
	アンケート方法	22
	アンケート回収数	22
5.1.1	アンケート用紙	23
5.2	アンケート結果と考察	25
5.2.1	システムの総合評価	25
5.2.2	システムの操作画面に対する評価	27
5.2.3	疲労度	31
5.3	アンケートの代表的な意見	32
第6章	おわりに	33
	謝辞	34
	参考文献	35

目次

2.1	プロトタイプデバイスの外観	3
2.2	プロトタイプデバイスで撮った写真例	4
2.3	ライフログカメラ Vicon Revue の外観	5
2.4	Vicon Revue で撮った写真例	6
3.1	実験実施の流れ	8
3.2	プロトタイプデバイスを装着した状態	10
3.3	Vicon Revue を装着した状態	10
3.4	プロトタイプデバイスの被験者たちが赤外線送受信器を用いることでお互いの IR コードを認識している様子	12
3.5	プロトタイプデバイスの被験者はオブジェクトと インタラクションをとる様子	12
3.6	プロトタイプライフログシステムの検索インタフェース	14
3.7	Vicon Revue の添付アルバムアプリケーションの 検索インタフェース	14
4.1	プロトタイプライフログシステムで検索タスク 1 を完了するのに要した時間	15
4.2	プロトタイプライフログシステムで検索タスク 2 を完了するのに要した時間	16
4.3	Vicon Revue で検索タスク 1 を完了するのに要した時間	16
4.4	Vicon Revue で検索タスク 2 を完了するのに要した時間	17
4.5	検索タスク 1 におけるプロトタイプライフログシステムと Vicon Revue を用 いた場合の比較結果	17
4.6	検索タスク 2 におけるプロトタイプライフログシステムと Vicon Revue を 用いた場合の比較結果	18
5.1	全体の感想	25
5.2	目的の写真の検索機能	26
5.3	ログデータの収集機能	27
5.4	プロトタイプライフログシステムの操作インタフェースの簡単さ	28
5.5	Vicon Revue の操作インタフェースの簡単さ	28
5.6	出力画面の見やすさ	29
5.7	出力画面の見やすさ	29
5.8	出力画面の有用性	30
5.9	出力画面の有用性	30

5.10 疲劳度	31
5.11 疲劳度	31

表目次

3.1	被験者の性別構成	9
4.1	検出された写真の数と写真の総数	19
5.1	プロトタイプライフログシステムの操作インターフェースの簡単さ	28
5.2	Vicon Revue の操作インターフェースの簡単さ	28
5.3	出力画面の見やすさ	29
5.4	出力画面の見やすさ	29
5.5	出力画面の有用性	30
5.6	出力画面の有用性	30
5.7	プロトタイプライフログシステムに関する疲労度	31
5.8	Vicon Revue に関する疲労度	31

と関連づけて記録する。ユーザはコンテキスト情報を頼りに過去に経験したことであると推定でき、取得した写真を効率的に検索する。

しかし、Memon らの研究では、構築された検索手法について、検索の速度に関して定量的な評価が行われていなかった。そこで、本研究の目的は、プロトタイプライフログシステムにより写真ベースのログデータの検索効率がどの程度向上できるかを明らかにすることである。そのために、ライフログカメラ Vicon Revue との比較実験を行い、そして日常的に長時間の利用からその有効性について検討する。具体的には、被験者に一日のログデータから目的の写真を検索させ、その写真の検出所要時間を比較する。さらに、被験者へのアンケート調査を実施し、プロトタイプライフログシステムの実用性について議論する。

1.3 本論文の構成

本論文では、まずはじめに第 2 章にて Memon らの研究 [7] において構築されたプロトタイプライフログシステムおよびライフログカメラ Vicon Revue の詳細について述べる。第 3 章では、検索速度に関する比較実験の具体的な内容を述べる。さらに第 4 章では、先に述べた比較実験の結果および結果から考えられる考察を述べる。第 5 章では、実験後のアンケートの実施方法をのべ、アンケート結果の分析を行い。最後に第 6 章で全体をまとめて結論とする。

第2章 ライフログシステムの概要

2.1 プロトタイプライフログシステム

2.1.1 プロトタイプデバイス

プロトタイプデバイスは、Memon らの研究 [7] において実装されたものであり、Android 2.3.6 を搭載したスマートフォン Nexus S を用いて作成したものである。赤外線送受信器を、Arduino Mega ADK ボード [10] を用いてスマートフォンと接続している。送受信は直径 5mm の赤外線 LED で、受信モジュールは $\pm 30^\circ$ の角度で 9m の距離から信号を検出可能である。人に視界内に入ったとききっかけに赤外線の送受信を行うため、ユーザには首から 15 センチの長いネック・ストラップをつけてもらい、そこに赤外線の LED を付けた。

プロトタイプデバイスの外観を図 2.1 に示す。記録はスマートフォンの内蔵カメラを用い、カメラは周辺環境を 60 秒ごとに撮影する。図 2.2 に、ある 1 日、このデバイスを身につけていたときに撮影された写真の例を示す。



図 2.1: プロトタイプデバイスの外観



図 2.2: プロトタイプデバイスで撮った写真例

2.1.2 ユーザのコンテキストに基づくログデータの取得・検索

日常生活の中で行われる活動の多くは、過去に経験したことがある行動の繰り返しである。この観点によって、Memon らは、ユーザのコンテキストに基づくログデータを取得し、検索するプロトタイプライフログシステムを構築した。このシステムでは、スマートフォンの内蔵カメラから取得した写真だけではなく、同時にユーザのコンテキストを常時認識することができ、それらのコンテキスト情報をインデックスとして写真と関連づけて記録する。将来に同じことが再発生するとき、ユーザのコンテキストを再識別することを頼りに過去に経験したことでありと推定でき、取得した写真を効率的に検索することが可能となっている。

以下、プロトタイプライフログシステムに使用した3つのユーザのコンテキストとそれぞれに基づくログデータの取得・検索方法について説明する。

近くにいる人

赤外線送受信器により、同じデバイスを持つ近くにいる相手の赤外線コード（IR コード）を認識する。このコードがインデックスをとして、撮られた相手についての写真に関連づけて同時に記録される。出会った人ともう一度出会うとき、相手の IR コードを再認識することで得られたインデックスにより、相手についての過去の写真を素早く検索することが可能になる。

オブジェクト

スマートフォンの画像認識によって、ユーザがインタラクションしているオブジェクトを認識する。得られたテキスト注釈がインデックスとして撮られたオブジェクトについての写真に関連付けて同時に記録される。次回に同じオブジェクトとインタラクション

をとるとき、再認識することで、オブジェクトに関する過去の写真を素早く検索することが可能になる。

位置情報

GPS 機能を利用することで、ユーザのいる位置を検出する。撮られた写真に撮影位置情報を付ける。撮影場所、位置情報などの条件で過去の写真を素早く検索することができる。

2.2 ライフログカメラ Vicon Revue

Vicon Revue は、Microsoft Research が研究している SenseCam 技術に基づいたライフログ取得用のウェアラブルカメラである。幅 6.5cm、高さ 7cm、厚さ 1.7cm、94g と小型軽量で、一日装着していても負担にならない。首からぶら下げておくだけで 30 秒ごとに自動的に写真 (VGA 解像度、130° 視野) を撮り、さらに内蔵されている多様なセンサ (照度センサ、赤外線モーションセンサ、加速度センサなど) によって、外界の変化が検出されたときにも撮影される。図 2.3 に、ライフログカメラ Vicon Revue の外観を示す。



図 2.3: ライフログカメラ Vicon Revue の外観

2GB の内蔵メモリには 60,000 枚、およそ 12 日間の写真を蓄積でき、添付アプリケーションを用いることで日々アップロードできる。バッテリーはおおよそ 24 時間持続することができる。撮りためた写真は添付アルバムアプリケーションで閲覧できるようになっている。ユーザは記憶を頼りに目的の写真を探す。図 2.4 はライフログカメラ Vicon Revue で撮った写真例である。



図 2.4: Vicon Revue で撮った写真例

第3章 検索速度の比較実験

3.1 実験目的

本実験は、前章で紹介した2つのライフログシステムを用いたログデータの検索を行い、指定された目的の写真の検出にかかる所要時間を計測し、それぞれの計測結果を比較することを通して、プロトタイプライフログシステムの有効性を評価することを目的とする。

3.2 検索対象と実験方法

「近くにいる人」、「オブジェクト」という2つのユーザのコンテキストに基づく収集したログデータから目的の写真を検索するプロトタイプライフログシステムの性能を明確するため、今回の実験は2つの検索対象を設定した。それらは、「出会った人」に関する写真と「インタラクションしたオブジェクト」に関する写真である。それらの対象について、それぞれの検索方法に基づいて設計を行った。具体的には以下のようなものである。

「出会った人」についての実験方法

1. 各被験者にそれぞれのライフログデバイスを用いて指定された午前の2時間のログデータを収集してもらう。
2. 2時間中の10分間をとり、被験者全員を集め、「人々の出会い」という場面を作る。
3. 指定された検索作業の時間帯において、被験者全員にそれぞれのライフログシステム利用することで、午前の2時間のログデータから「出会った人」についての写真を検索してもらう。

「インタラクションしたオブジェクト」についての実験方法

1. 五つのオブジェクトを用意する。(例えば：本、ペットボトル、時計、マウス、ティッシュボックス)
2. 各被験者にそれらのオブジェクトから2つを選択してもらう。
3. 各被験者にそれぞれのライフログデバイスを用いて指定された午後の2時間のログデータを収集してもらう。
4. 2時間の中で、被験者には任意の回数分、2つのオブジェクトとインタラクションをとってもらう。
5. 指定された検索作業の時間帯において、被験者全員にそれぞれのライフログシステム利用することで、午後の2時間のログデータから「インタラクションしたオブジェクト」についての写真を検索してもらう。

3.3 実施の流れ

各被験者はそれぞれのライフログシステムを用いて特定の対象（「出会った人」、「インタラクションしたオブジェクト」）を検索する実験実施の流れを系統的例示すると次のようになる。図 3.1

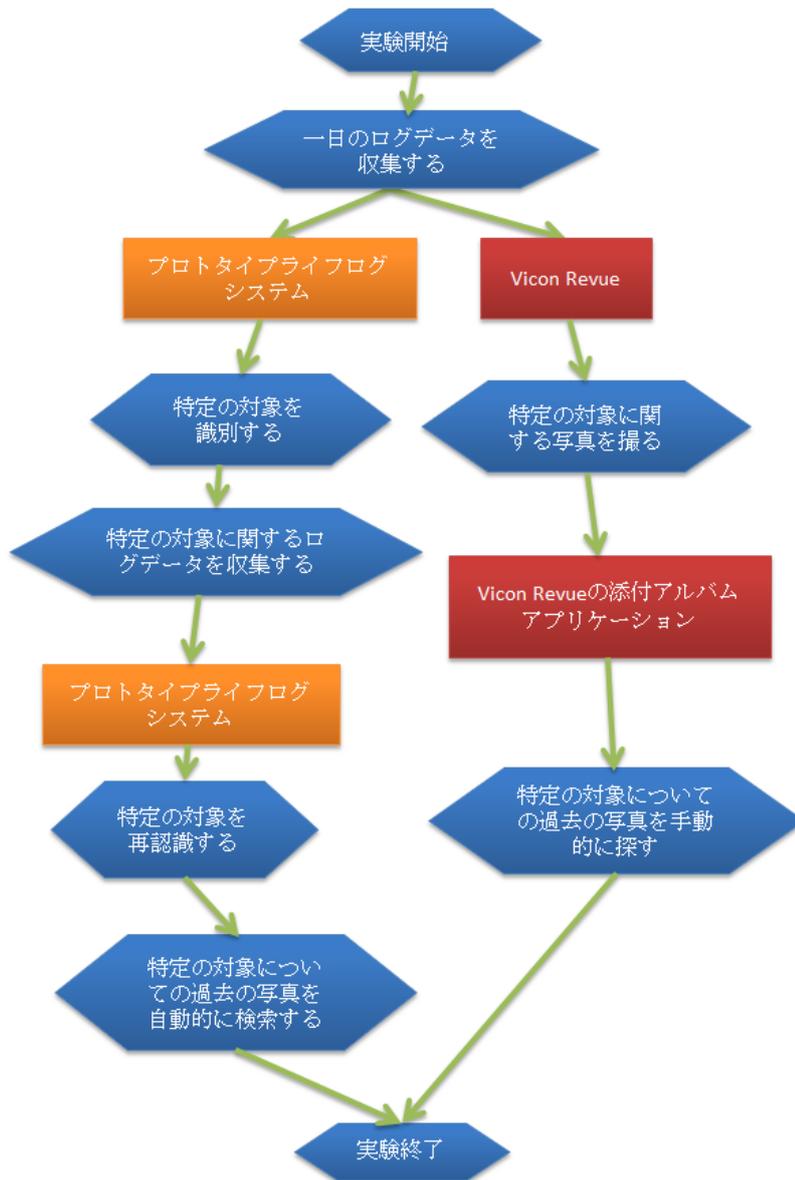


図 3.1: 実験実施の流れ

3.4 実験条件

今回は限定的な条件下における検索を行う。具体的には以下のようなことを述べる。「近くにいる人」、「オブジェクト」というユーザのコンテキストを利用する前提としては、検索する前に、もう一度その人（オブジェクト）と会い、インタラクションを行う必要がある。しかし一方、Vicon Revue の場合は、ユーザが記憶だけを頼りに、添付アルバムアプリケーションの上で目的の写真を探す。

3.5 実験詳細

3.5.1 被験者

今回の実験では、18名の被験者が参加した。被験者のプロフィールについて以下に示す。性別については、83%が女性（男性17%）である。（表3.1）年齢は、23歳から27歳までで、平均は25.6歳であった。全員が筑波大学の学生で、うち7人が日本人、11人が留学生であった。全員が過去にライフログシステムを利用したことがないと回答した。

男性	女性	合計
3	15	18

表 3.1: 被験者の性別構成

3.5.2 実験の日時

本実験の実施期間は、2013年12月2日～2013年12月6日および2013年12月11日であった。1日に1組3人のグループに対して実験を行い、6日間で実験を完了した。

3.5.3 実験の装置

実験に、使用したライフログデバイスは、Memonらの研究[7]で実装されたプロトタイプデバイス（Android 2.3.6を搭載したスマートフォン Nexus S + Arduino Mega ADK ボード + 赤外線送受信器）2台とライフログカメラ Vicon Revue 1台である。下記の図3.2と図3.3に、実験中の被験者が2つのライフログデバイスを装着した状態を示す。

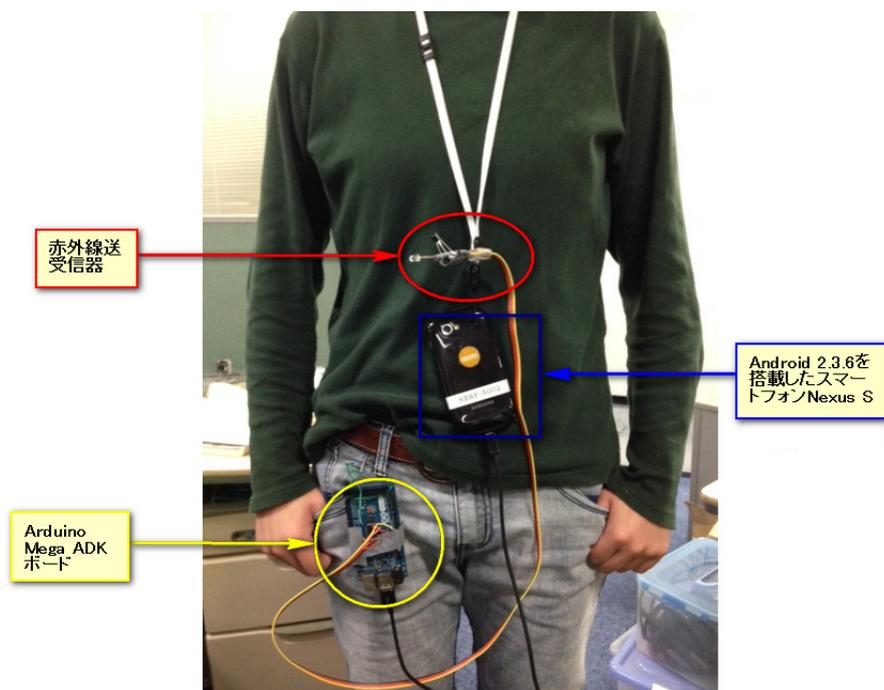


図 3.2: プロトタイプデバイスを装着した状態



図 3.3: Vicon Revue を装着した状態

3.5.4 実験の手順

実験は以下の流れに沿って行った。

1. 実験の説明

がグループに対して実験の手順を説明する。また、それぞれのライフログシステムの説明を行う。

2. 練習タスク

各ライフログシステムの使い方を実際にそれぞれのライフログデバイスを用いながら説明する。その後、被験者に約5分を目安にそれぞれのライフログシステムを用いてもらい、システムの使用方法に十分慣れてもらう。ただしグループの中でシステムに十分慣れたと同意が取れた場合、その時点で練習タスクを終了とすることを許した。この時、各被験者ごとに各ライフログシステムの使い方に関して実験者に質問する機会を設ける。

3. 本番タスク1

(9AM~11AM) グループの二人にプロトタイプデバイスを装着させ、残り一人に Vicon Revue を装着させる。それぞれのデバイスの内蔵カメラにて、この2時間の被験者の行動ログを自動的に記録する。本番タスク1中の10分時間を取り、被験者全員を特定の場所に集め、議題を設けて、話し合いをしてもらう。この間に、だれと出会った写真は、それぞれのデバイスに自動で撮られる。そのうえ、プロトタイプデバイスの被験者の方は、赤外線送受信器を用いることで、近くにいる同じデバイスを持つ相手の赤外線コード(IRコード)を自動的に認識できる。そのIRコードをインデックスとして相手に関する写真と関連づけて記録する。図3.4に、プロトタイプデバイスの被験者たちが赤外線送受信器を用いることでお互いのIRコードを認識している様子を示す。

4. 休憩期間

(11AM~1PM) プロトタイプデバイスを取り外し、充電をする。その際に、Vicon Revueの方は電源をオフする。

5. 本番タスク2

(1PM~3PM) 実験の際に、オブジェクトを五つ用意する。各被験者に前述の五つのオブジェクトから2つを選択してもらう。この2時間の中で、被験者が任意の回数分、2つのオブジェクトとインタラクションをとる。それぞれのライフログデバイスでは、インタラクションしたオブジェクトに関する写真を自動的に撮る。そのうえ、プロトタイプデバイスの被験者の方は、操作インタフェース上のスキャナーボタンを押すことで、オブジェクトを認識できる。これにより得たテキスト注釈をインデックスとして、オブジェクトに関する写真と関連づけて記録する。図3.5に、プロトタイプデバイスの被験者は、オブジェクトとインタラクションをとる様子を示す。



図 3.4: プロトタイプデバイスの被験者たちが赤外線送受信器を用いることでお互いの IR コードを認識している様子

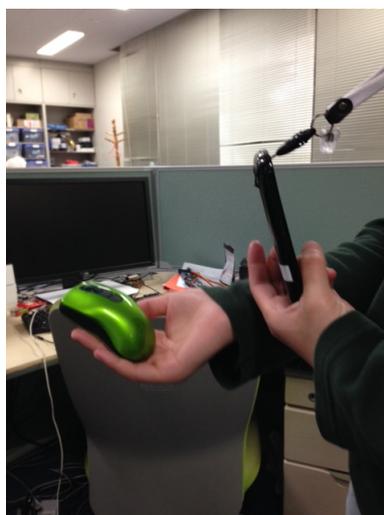


図 3.5: プロトタイプデバイスの被験者はオブジェクトとインタラクションをとる様子

6. 本番タスク 3

(3PM~) 被験者全員を特定の場所に集め、2つの検索タスクを行ってもらう。

- 検索タスク 1:本番タスク 1 で出会った人を対象とした検索
 - プロトタイプデバイスの被験者たち：出会った人についての写真を検索するために、被験者たちが赤外線送受信器を用いることで、お互いの IR コードを再認識しなければならない。その後、操作インタフェース上の検索ボタンを押し、自動的に検索できる。
 - Vicon Revue の被験者：添付のアルバムアプリケーションの上でログデータを閲覧し、記憶だけを頼りに出会った人に関する写真を探す。
- 検索タスク 2:本番タスク 2 でインタラクションしたオブジェクトを対象とした検索
 - プロトタイプデバイスの被験者：インタラクションしたオブジェクトについての写真を検索するために、被験者は操作インタフェース上のスキャナーボタンを押すことで、オブジェクトを再認識しなければならない。その後、操作インタフェース上の検索ボタンを押し、自動的に検索できる。
 - Vicon Revue の被験者：添付のアルバムアプリケーションの上でログデータを閲覧し、記憶だけを頼りにオブジェクトに関する写真を探す。

次のページの図 3.6 と図 3.7 に、2 つライフログシステムの検索インタフェースを示す。

7. アンケート

それぞれのライフログシステムの使い方に関してアンケートを採った。



図 3.6: プロトタイプライフログシステムの検索インターフェース

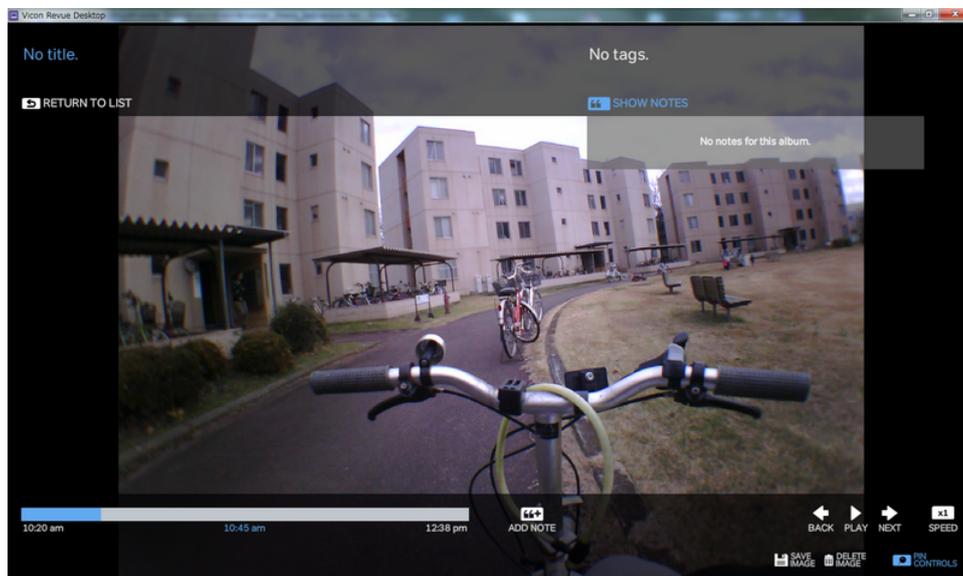


図 3.7: Vicon Revue の添付アルバムアプリケーションの検索インターフェース

第4章 比較実験の結果とその考察

4.1 主要な結果

被験者の全員は、実験の手順に従って、設けられた2つの検索タスクを完成した。グループの各被験者がそれぞれの検索タスクを達成するのに要する時間を計測した。

4.1.1 プロトタイプライフログシステムに関する結果

プロトタイプライフログシステムを用いることでそれぞれの検索タスク完了までかかる所要時間を計測した結果を下記の図 4.1 と図 4.2 に示す。

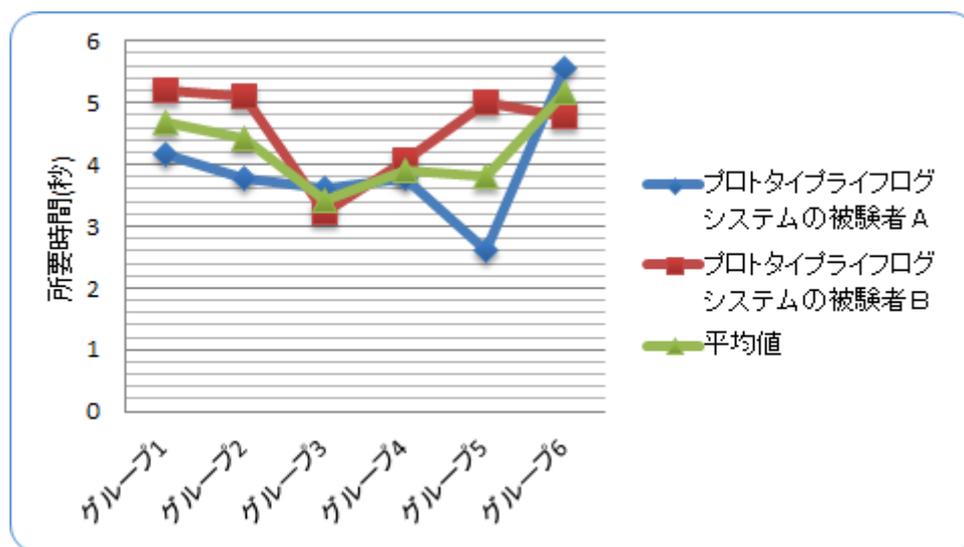


図 4.1: プロトタイプライフログシステムで検索タスク1を完了するのに要した時間

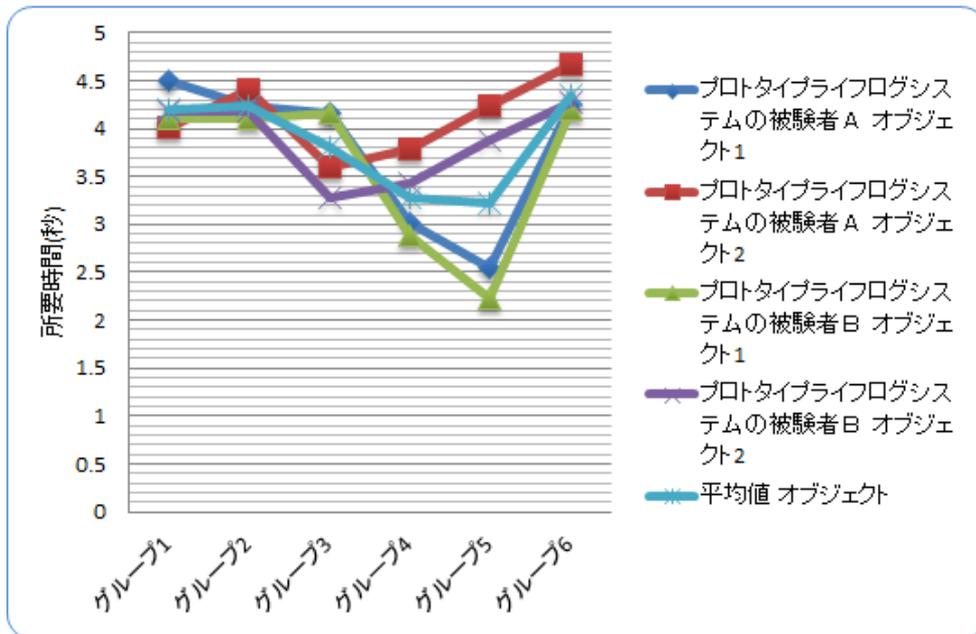


図 4.2: プロトタイプログシステムで検索タスク 2 を完了するのに要した時間

4.1.2 Vicon Revue に関する結果

Vicon Revue を用いることでそれぞれの検索タスク完了までかかる所要時間を計測した結果を下記の図 4.3 と図 4.4 に示す。

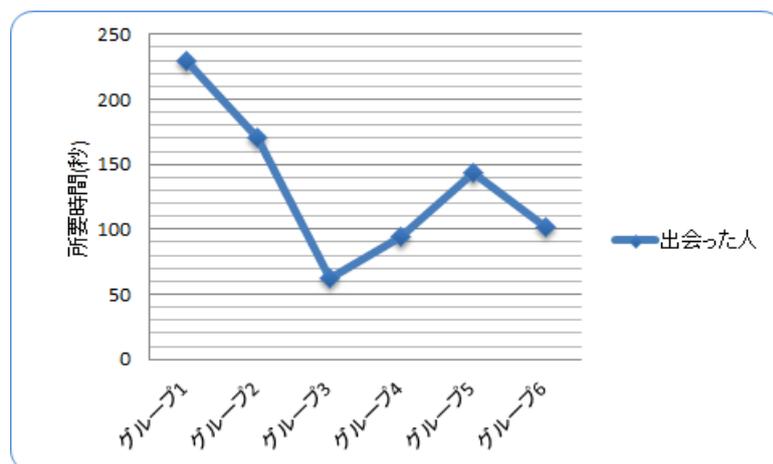


図 4.3: Vicon Revue で検索タスク 1 を完了するのに要した時間

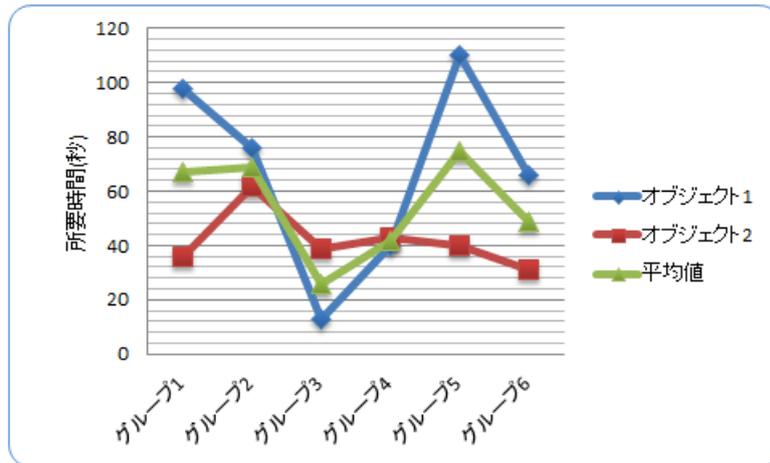


図 4.4: Vicon Revue で検索タスク 2 を完了するのに要した時間

4.1.3 検索タスク完了までかかる時間の比較

それぞれの検索タスクにおけるプロトタイプライフログシステムと Vicon Revue を用いた場合の比較結果を下記の図 4.5 と図 4.6 に示す。

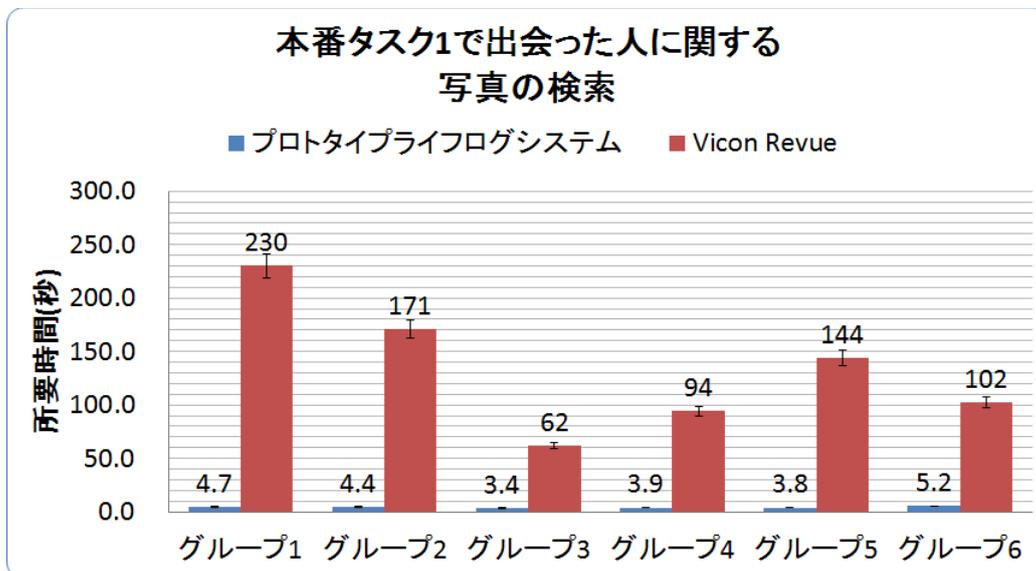


図 4.5: 検索タスク 1 におけるプロトタイプライフログシステムと Vicon Revue を用いた場合の比較結果

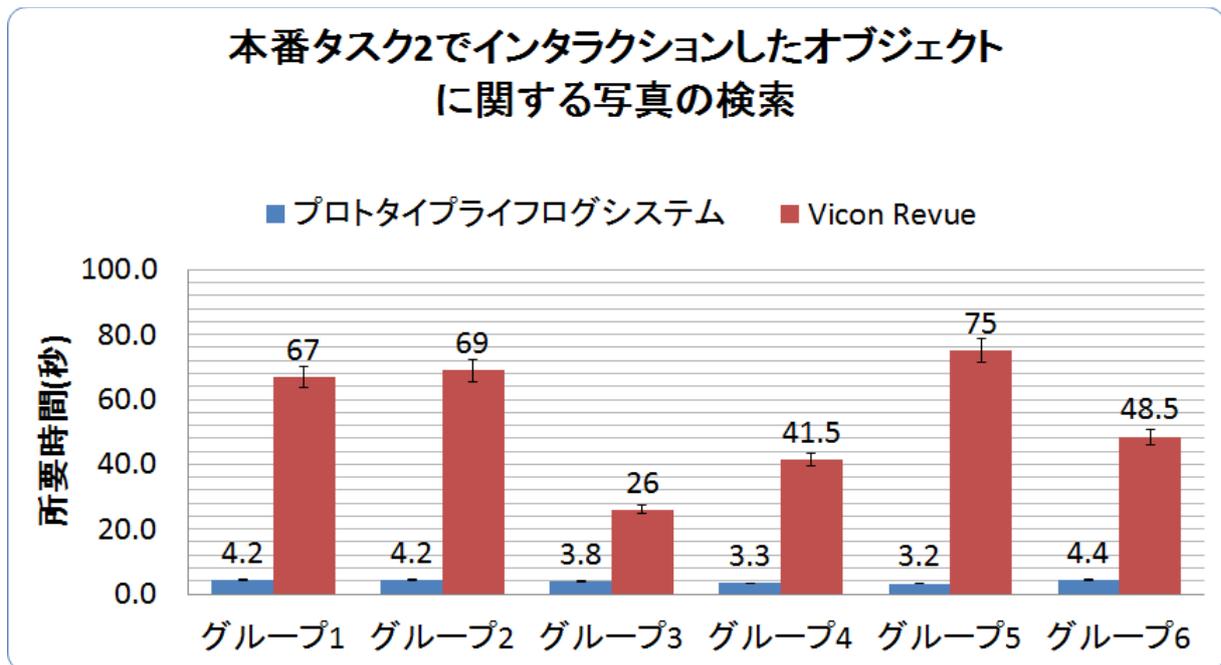


図 4.6: 検索タスク 2 におけるプロトタイプライフログシステムと Vicon Revue を用いた場合の比較結果

4.2 考察

具体的分析を以下のとおり行った。

4.2.1 検索タスク 1 の考察

プロトタイプライフログシステムを利用した場合、出会った人についての写真の検出にかかる平均時間はおよそ 4.2 秒であった。一方、Vicon Revue の場合は、平均でおよそ 133.8 秒をかかった。この結果から、Vicon Revue と比べて、プロトタイプライフログシステムの検索にかかった時間はおよそ 30 倍高速だった。

4.2.2 検索タスク 2 の考察

プロトタイプライフログシステムを利用することで、ライフログ写真からインタラクションしたオブジェクトに関する写真の検出にかかる平均時間は約 3.8 秒であった。一方、Vicon Revue を利用した場合、平均はおよそ 54.5 秒がかかった。Vicon Revue と比べて、プロトタイプライフログシステムが約 10 倍短い時間で検索タスク 2 を可能にした。

4.2.3 検出された写真の考察

各検索タスクにおいて、各グループの各被験者に検出の写真の枚数を計算してもらった。また、一日の実験の終了後に、それぞれのライフログデバイスで記録した写真の総数を統計した。その結果を下記の表 4.2.3 に示す。

グループ	プロトタイプデバイスの被験者 A			プロトタイプデバイスの被験者 B			ライフログカメラ Vicon Revue の被験者	
	検索タスク1	検索タスク2	写真の総数	検索タスク1	検索タスク2	写真の総数	検出の写真の数	写真の総数
グループ1	11	4	458	16	9	411	71	936
グループ2	7	3	398	17	5	401	40	786
グループ3	8	2	341	8	2	269	51	892
グループ4	7	2	266	6	2	336	47	1376
グループ5	6	3	266	14	6	421	57	1097
グループ6	13	6	418	16	4	405	39	943

表 4.1: 検出された写真の数と写真の総数

上記の表を見ると、Vicon Revue で記録された写真の総数はプロトタイプデバイスより 2 倍以上である。この結果の出現原因として考えられるのは、以下のような状況である。Vicon Revue は、30 秒ごとに自動的に写真を撮り、さらに内蔵されている多様なセンサによって、外界の変化が検出されたときにも撮影される。一方、プロトタイプデバイスで約 60 秒ごとに写真が撮られる。そのため、プロトタイプデバイスで撮られた写真の総数は Vicon Revue より少ない。

4.2.4 検索タスク 1 と検索タスク 2 の比較

検索タスク完了までかかった時間の結果から

プロトタイプライフログシステムを利用した場合、それぞれの検索タスク完了までの所要時間はほとんど同じであった。一方、Vicon Revue を利用した場合、検索タスク 2 より検索タスク 1 にかかった時間が長かった。実験者の観察によって、その原因は、以下の可能性が挙げられる。

- 本番タスク 1 において、被験者全員を集めた時刻は主に作業の最終段階である。
- 本番タスク 2 において、被験者はオブジェクトとインタラクションとったことが主に作業の前半に行われた。
- 各検索タスクにおいて、被験者は Vicon Revue の添付アルバムアプリケーションを用いて、それぞれの本番タスクの最初に記録されたログデータから閲覧し、目的の写真の検索を行った。

- そのため、本番タスク2の前半に行われたインタラクションに基づいており、検索タスク2はより早く結果に行きついたと考えられる。

しかし一方、今回の2つの検索対象では異なる種類の出来事であったから、人間にとって、「インタラクションしたオブジェクト」という出来事の記憶は、「出会った人」についての記憶より強いという仮説が成立する場合、上記の結果が得られる可能性もある。この仮説は、Wagenaarが行われた出来事の記録と再生の関係に関する研究 [11] に基づくものである。Wagenaar は、日誌法により、6年間にわたって2,400件の出来事を記録した。それぞれの出来事について、「だれ」、「なに」、「どこ」、「いつ」を記録し、テストするときは、これらの手がかりのうちの一つを自分自身に示して、その他のことを再生した、たとえば、手がかり「なに」によって「夕食に中華料理を食べた」という情報が想起できたら、「いつ」、「どこ」で、「だれ」とを再生することを試みる。正答の確率は4年間で70%から35%に落ちた。最も強力な手がかりは「なに」であり、次に「どこ」、「だれ」が続く。「いつ」はほとんど役に立たない。Wagenaarの研究で使用した「なに」は、本実験の検索対象の「インタラクションしたオブジェクト」に対応でき、「だれ」は検索対象の「出会った人」に対応できることが考えられる。

そこで、この結果が得られる原因を明確するため、ほかの関連実験を行う必要がある。例えば、検索タスク1と検索タスク2のそれぞれの検索対象を交換することで、今回の実験と同じ手順通りに実施して得られる結果により、作業時刻と相関するかどうかを判断できると考えられる。また、「人と出会う」及び「オブジェクトとインタラクションする」という作業の時刻を指定して、たとえば、すべての作業を各本番タスクの最終段階で行うことで、得られる結果により、人間の記憶と相関するかどうかを判断できると考えられる。上記の可能性については、今後で例のような実験を行うことで検証する必要がある。

検出された写真の枚数の結果から

プロトタイプライフログシステムを利用した場合、検索タスク2より検索タスク1で検出した写真の枚数が多いという結果を見られた。これは以下の2点から成ると考えられる。

- 本番タスク1において、被験者たちが集まったとき、赤外線送受信器によって自動的にお互いのIRコードを認識し、相手に付いての写真のIRコードに関連付けて連続的に記録された。
検索タスク1において、被験者が赤外線送受信器によって自動的に相手のIRコードを再認識した。このIRコードによって相手に関する過去の写真の検索を行った。
- 本番タスク2では、被験者自身によって手動でオブジェクトを認識する必要がある。そのため、カメラでオブジェクトを撮るたびに被験者が手動で入力を行った。つまり、記録されたオブジェクトに関する写真の枚数は、被験者が手動で認識を行った回数により決められた。
検索タスク2を行ったとき、被験者が手動でオブジェクトを再認識し、関連した過去の写真を検索した。

4.2.5 その他の考察

実験実施過程において、プロトタイプライフログシステムの被験者は目的の写真を検索したいとき、デバイスによる約2秒をがかかって現在のコンテキストを認識することで、操作インターフェース上の検索ボタンを押し、検索を行うことができる。Vicon Revueの被験者は目的とする行動履歴を検索する前に、約3分をかけて記録されたログデータをコンピュータにアップロードしなければならない。そのため、被験者からの検索要求に対して、プロトタイプライフログシステムはリアルタイム応答できる。こういったユーザの現在のコンテキストに基づく目的の写真の検索手法は非常に効率的である。

今回の比較実験では、プロトタイプシステムの機能とVicon Revueを比較し、考察した。しかし、プロトタイプシステム自身Vicon Revueより機能が多いため、結果が優れていたとも考えられる。そこで、プロトタイプシステムと類似する機能を持つ検索システムと比較することにより、異なった結果が得られる可能性がある。例えば、プロトタイプシステムと検索システムの各機能の精度の差だけでなく、プロトタイプシステムの3種のコンテキスト間にも、精度の差が見られる可能性がある。

第5章 被験者による主観評価

第1章の本論文の構成でも記したように、プロトタイプライフログシステムの実用性について、アンケートによる評価を実施した。評価に際しては、下記項目を評価のポイントに定めた。

総合評価 全体の印象

検索 便利さ

画面 検索インタフェースの使いやすさ

出力結果 検索結果の表示形式

ユーザへの負担 疲労度など

5.1 アンケートの実施概要

アンケート方法

被験者全員を対象としてアンケート調査を実施した。アンケート用紙は Vicon Revue でも共通使用することを考慮して、タイトルを“「ライフログシステム」アンケート”とした。

アンケートの方法については、実験の最後で被験者にアンケート用紙を渡し、記入を依頼する方法をとった。また、アンケート内容については、下記を調査した。

≫ 回答者のプロフィール（設問数：2）⇒回答者の属性を把握し

≫ システムの実用性（設問数：4）

≫ 操作インタフェースおよび出力結果（設問数：3）

≫ その他感想（設問数：1）⇒広く率直な感想を得ることを目標とした

調査は、回答の選択を基本として容易に回答できるよう構成されたが、生の声を吸い上げるために、ある所にコメント欄を設けた。アンケートの具体的な内容については、次のページを参照。

アンケート回収数

アンケートの回収数は18件で、100%であった。うちには、プロトタイプライフログシステムに関する回答は12件がある。ほかは Vicon Revue に関する回答である。

5.1.1 アンケート用紙

「ライフログシステム」アンケート

1. 被験者のプロフィール 実施日
(性別 年齢)
2. 実験したデバイス：
プロトタイプデバイス / Vicon Revue
3. 過去においてライフログシステムを使ったことがあるか否かについて：
ここから、主観評価である。あなたはシステムが好きですか、嫌いですか。次の各問題のオプションの中から最もあてはまると思うものを一つ選んでその番号に○をつけてください。
4. 実験したライフログシステム全体に対するあなたの評価を総合的に5段階で表してください。
1. 十分満足 2. 満足 3. 普通 4. 少し不満 5. 不満
5. ログデータの収集に対してあなたの評価を5段階で表してください。
1. 十分満足 2. 満足 3. 普通 4. 少し不満 5. 不満
(上記の評価の理由を具体的に記述してください。)
6. 目的の写真の検索に対してあなたの評価を5段階で表してください。
1. 十分満足 2. 満足 3. 普通 4. 少し不満 5. 不満
(上記の評価の理由を具体的に記述してください。)
7. システムのインタフェースに実際に取り組みときの操作は簡単である。
1. とてもそう思う 2. わりにそう思う 3. どちらともいえない 4. あまり思わない
5. まったく思わない
8. 最終的な結果の一覧が表示される画面はみやすい。
1. とてもそう思う 2. わりにそう思う 3. どちらともいえない 4. あまり思わない
5. まったく思わない
(上記の評価の理由を具体的に記述してください。)

9. 最終的な結果の一覧が表示される画面は有用である。

1. とてもそう思う
2. わりにそう思う
3. どちらともいえない
4. あまり思わない
5. まったく思わない

〈上記の評価の理由を具体的に記述してください。〉

10. 作業時の疲労度に対してあなたの評価を5段階で表してください。

1. まったく疲れていない
2. ほとんど疲れていない
3. 少し疲れた
4. かなり疲れた
5. 非常に疲れた

11. 上記の他、何か気の付いたことや感想などがあればご自由にお書きください。

5.2 アンケート結果と考察

5.2.1 システムの総合評価

システムの評価（「十分満足」、「満足」、「普通」、「少し不満」、「不満」の5段階評価）のうち、システムの総合的な評価に係わる「全体の感想」、「ログデータの収集機能」、「目的の写真の検索機能」についてまとめたものを図 5.1、図 5.3、図 5.2 に示す。

「全体の感想」、「目的の写真の検索機能」については、「十分満足」、「満足」を合わせた数字（以後、「満足」以上という）が、プロトタイプライフログシステムの各々100%、100%と十分な評価となっており、被験者はこのシステムに対する評価の高さがうかがえた。一方、Vicon Revueの方は、プロトタイプライフログシステムに比べると、その2つの項目については、下がった数字となった。各々33%と17%であった。

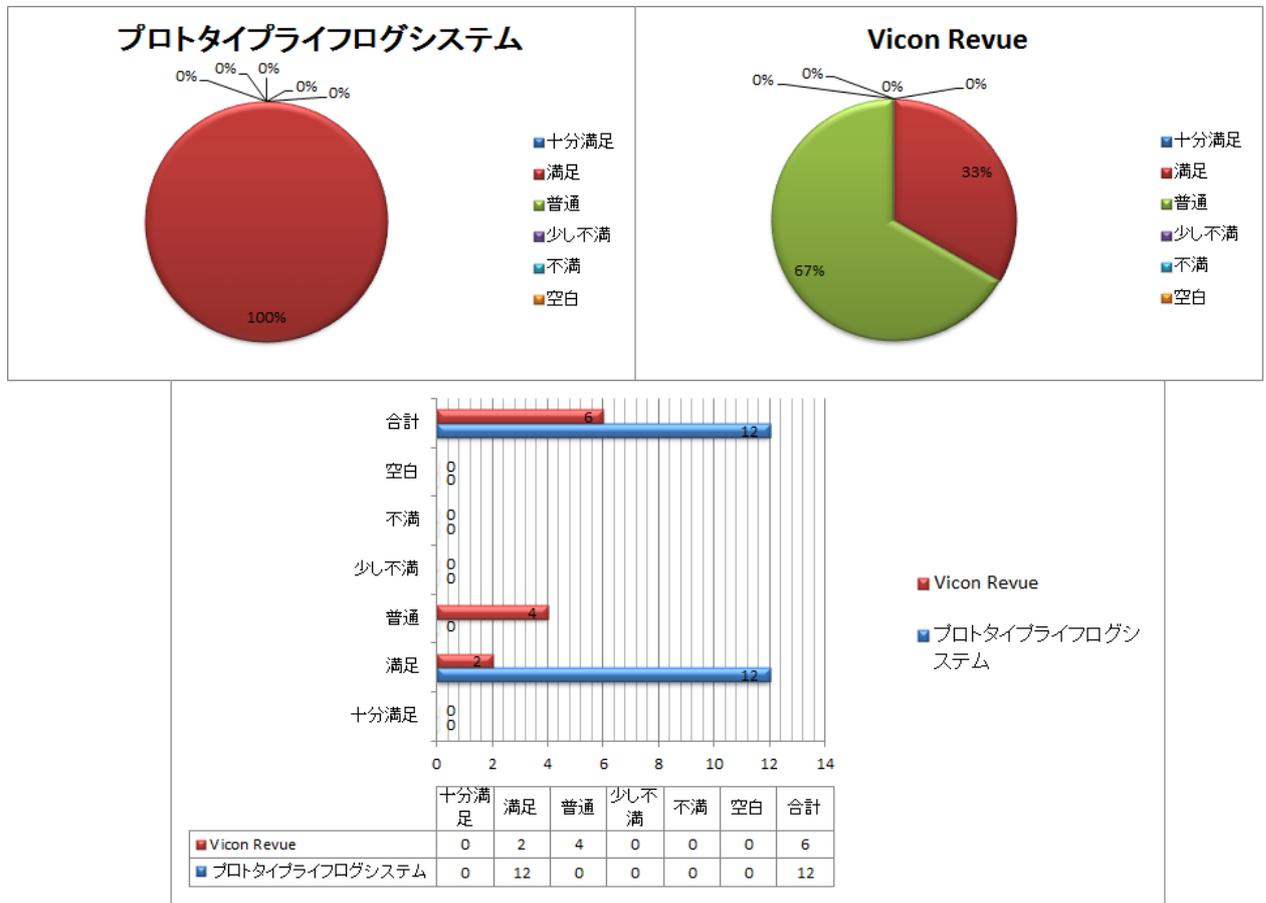


図 5.1: 全体の感想

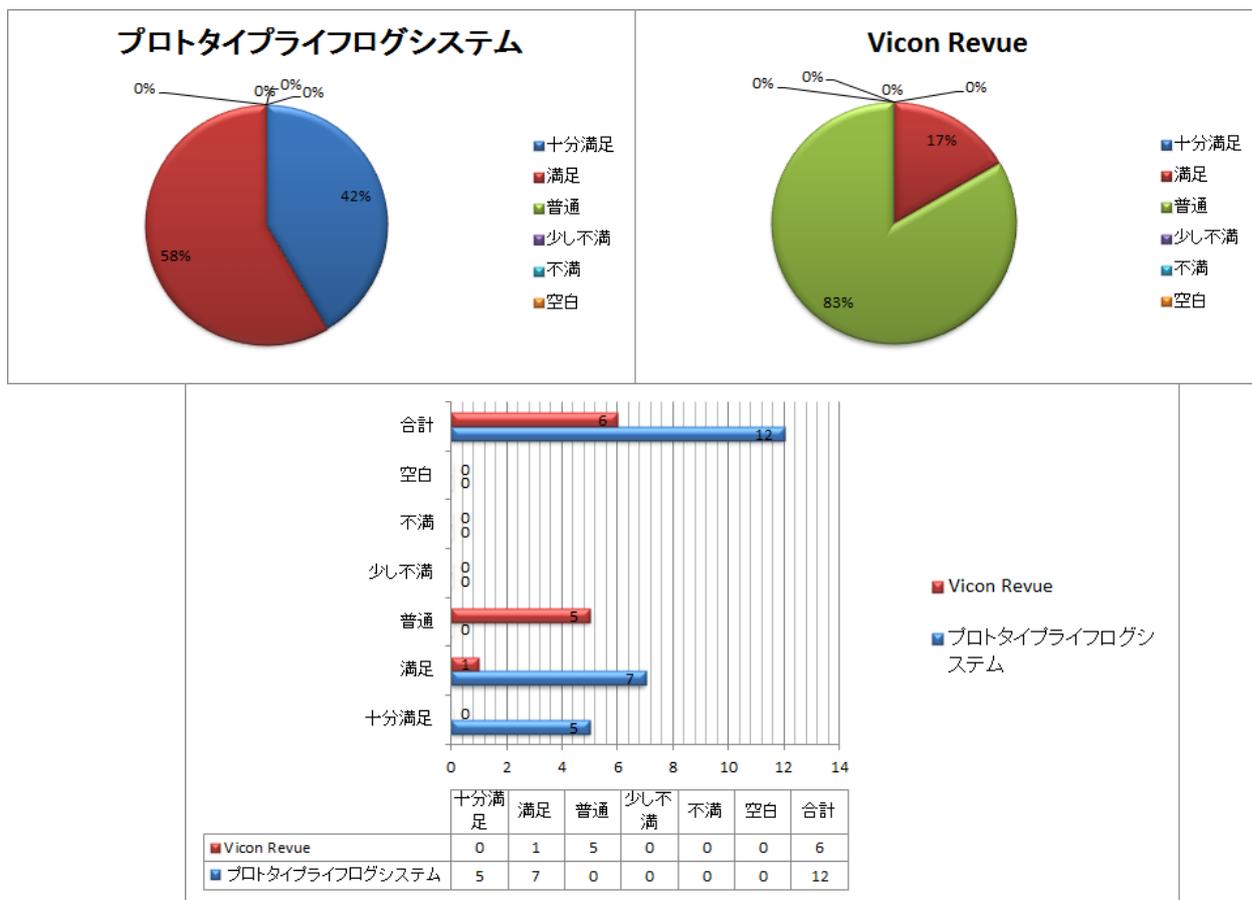


図 5.2: 目的の写真の検索機能

プロトタイプログシステムの「ログデータの収集機能」については、「満足」以上が25%、「普通」も入れると92%とこちらも非常に高い数字になっているが、「全体の感想」、「目的の写真の検索機能」に比べると、やや下がった数字となった。これは、コメントに「動くとき、スマートフォンが胸の前で揺すれている」、「プロトタイプデバイスの全体を装着すると行動の負担がある」、「もっといい角度で写真がとれたら良い」などの意見があることから、プロトタイプデバイスの自身による問題などが考えられる。特に、Arduino ボードの装着に無理のあったことが大きな原因と推察される。また、充電作業に対して、不便を感想に記した人も多く、デバイスの小型化, 軽量化, および長時間使用可能は今後の課題と思われる。

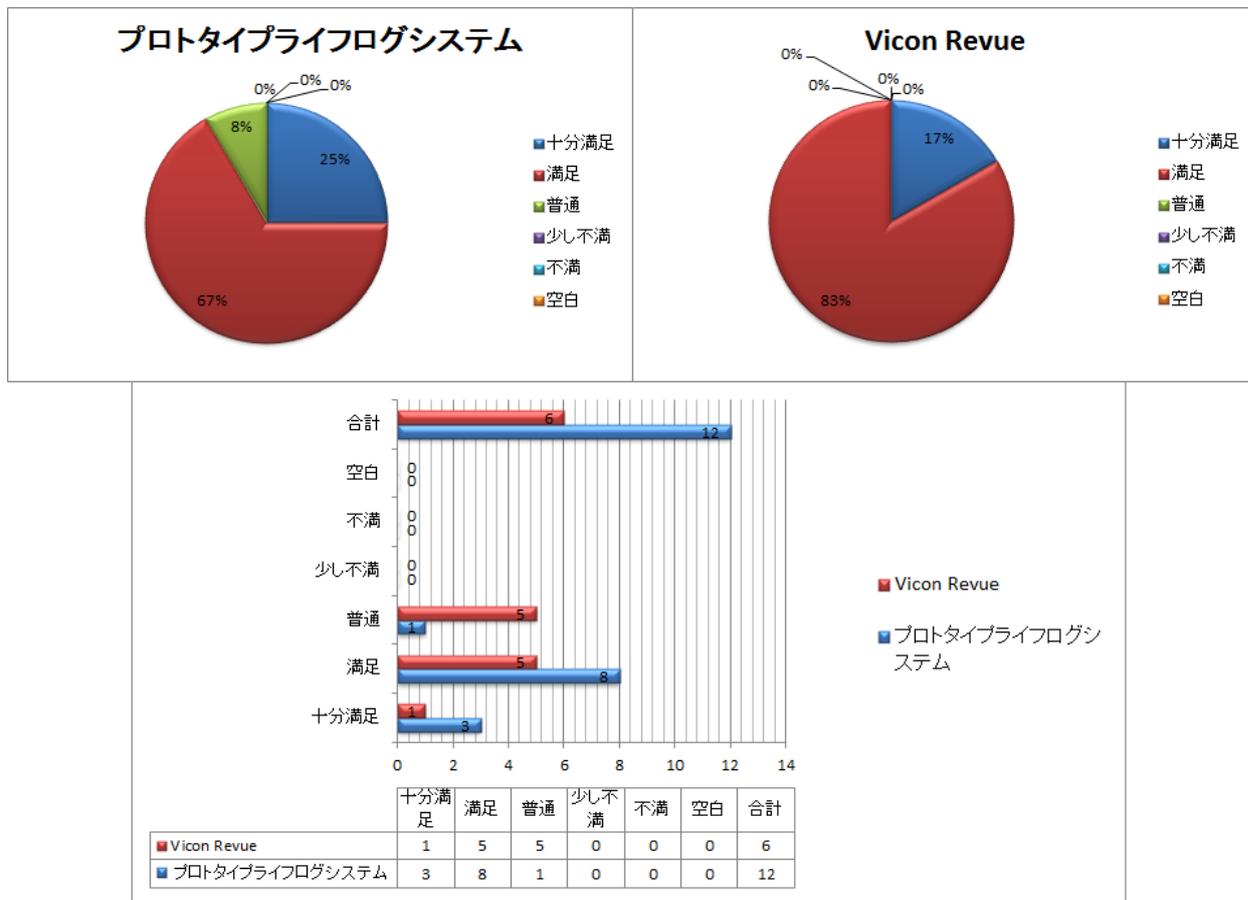


図 5.3: ログデータの収集機能

プロトタイプログシステムの「ログデータの収集機能」については、「満足」以上が25%、「普通」も入れると92%とこちらも非常に高い数字になってはいるが、「全体の感想」、「目的の写真の検索機能」に比べると、やや下がった数字となった。これは、コメントに「動くとき、スマートフォンが胸の前で揺すれている」、「プロトタイプデバイスの全体を装着すると行動の負担がある」、「もっといい角度で写真がとれたら良い」などの意見があることから、プロトタイプデバイスの自身による問題などが考えられる。特に、Arduino ボードの装着に無理のあったことが大きな原因と推察される。また、充電作業に対して、不便を感想に記した人も多く、デバイスの小型化、軽量化、および長時間使用可能は今後の課題と思われる。

5.2.2 システムの操作画面に対する評価

プロトタイプログシステムの「操作インターフェースの簡単さ」については、「十分満足」が50%、「満足」を含めると100%と十分な評価を得られた。(図 5.4) Vicon Revue は操

作インタフェースがないため、被験者全員が「空白」と回答した。(図 5.5)

十分満足	満足	普通	少し不満	不満	空白	合計
6	6	0	0	0	0	12

表 5.1: プロトタイプライフログシステムの操作インタフェースの簡単さ

十分満足	満足	普通	少し不満	不満	空白	合計
0	0	0	0	0	6	6

表 5.2: Vicon Revue の操作インタフェースの簡単さ



図 5.4: プロトタイプライフログシステムの操作インタフェースの簡単さ

図 5.5: Vicon Revue の操作インタフェースの簡単さ

「出力画面の見やすさ」については、プロトタイプライフログシステムに対して、「十分満足」が 75%、さらに「満足」を加えると 100%と、十分な評価を得られた。(図 5.6) 一方、Vicon Revue の場合は、「満足」以上が 33%、「普通」が 67%となった。コメントから、「検出された行動履歴の一覧画面がない」の不満が多かったようである。(図 5.7)

「出力画面の有用性」については、プロトタイプライフログシステムに対して、「十分満足」が 92%、さらに「満足」を加えると 100%と、十分な評価を得られた。(図 5.8) 一方、Vicon Revue の場合は、「満足」以上が 16%、「普通」以上が 93%となっており、プロトタイプライフログシステムに比べて劣るものとなった。コメントから、「一覧画面が存在しない」、「手動的に閲覧は操作負担がある」などにより、評価を下げた原因と推定される。また、被験者なかの一人は、「少し不満」と回答した。(図 5.9)

十分満足	満足	普通	少し不満	不満	空白	合計
9	3	0	0	0	0	12

表 5.3: 出力画面の見やすさ

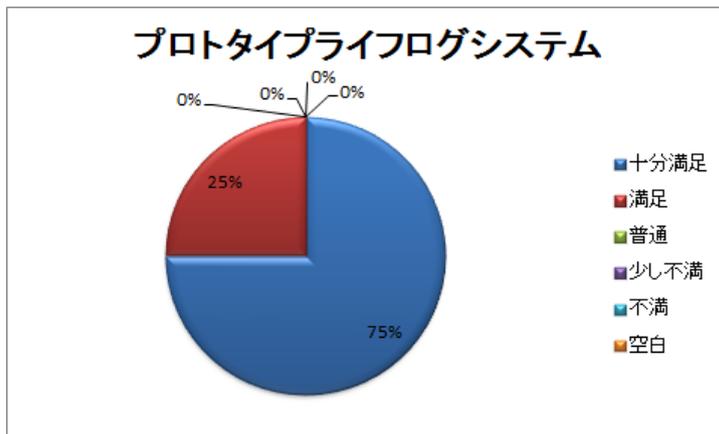


図 5.6: 出力画面の見やすさ

十分満足	満足	普通	少し不満	不満	空白	合計
0	2	4	0	0	0	6

表 5.4: 出力画面の見やすさ

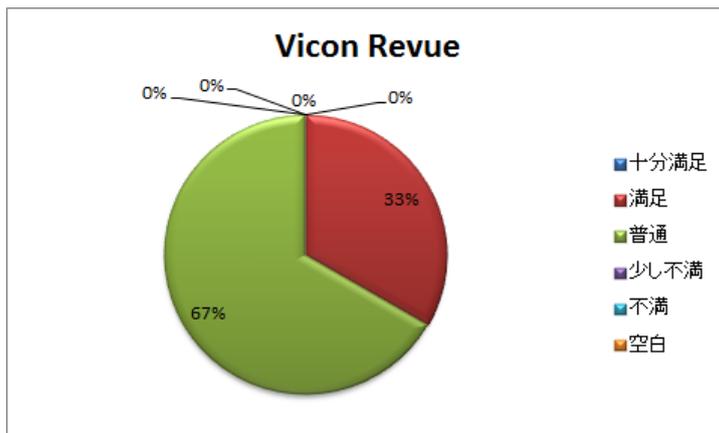


図 5.7: 出力画面の見やすさ

十分満足	満足	普通	少し不満	不満	空白	合計
11	1	0	0	0	0	12

表 5.5: 出力画面の有用性

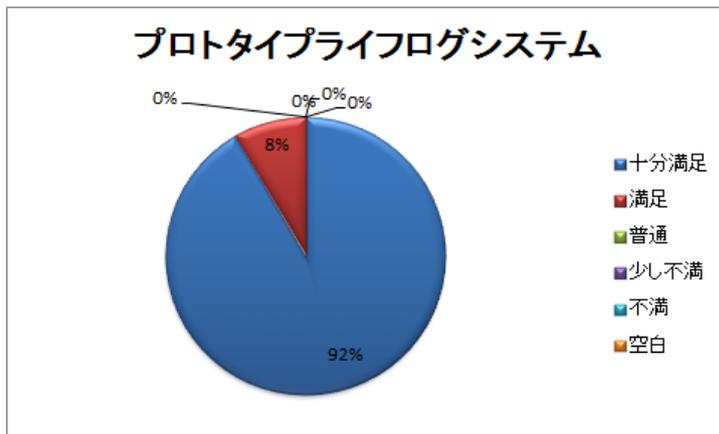


図 5.8: 出力画面の有用性

十分満足	満足	普通	少し不満	不満	空白	合計
0	1	4	1	0	0	6

表 5.6: 出力画面の有用性

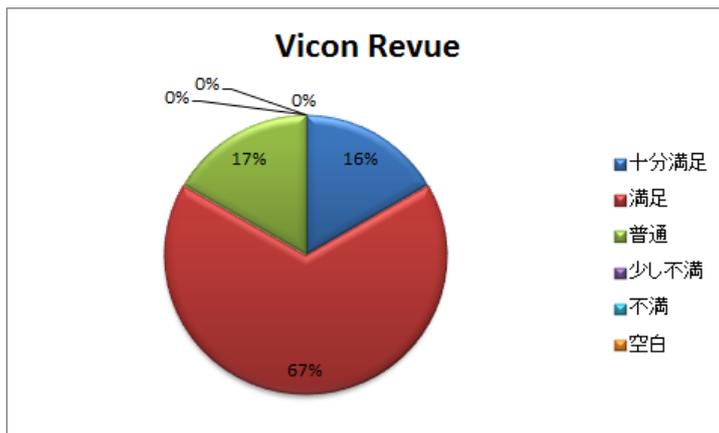


図 5.9: 出力画面の有用性

5.2.3 疲労度

プロトタイプデバイスに関する「疲労度」については、「すこし疲れた」と回答した人数が、半分となった。(図 5.10) Vicon Revue の場合は、全員が「ほとんど疲れていない」と回答した。(図 5.11) コメントから、「プロトタイプデバイスの重さ」に関する不満が多かったようである。

全く疲れていない	ほとんど疲れていない	少し疲れた	かなり疲れた	非常に疲れた	空白	合計
2	4	6	1	0	0	6

表 5.7: プロトタイプライフログシステムに関する疲労度

全く疲れていない	ほとんど疲れていない	少し疲れた	かなり疲れた	非常に疲れた	空白	合計
0	6	0	0	0	0	6

表 5.8: Vicon Revue に関する疲労度

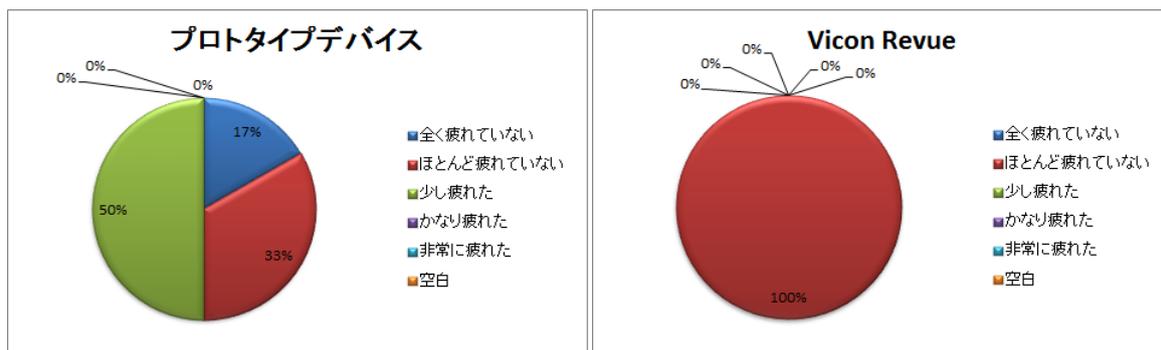


図 5.10: 疲労度

図 5.11: 疲労度

上記のアンケートの結果から明らかなように、すでに対処できないし解決の方向が見えてくる多くのことが、ユーザの不満要素となっており、その解決によって、より一層の満足度向上が得られると思われる。特に、装置の小型化, 軽量化, および長時間使用可能には必須といえるだろう。

5.3 アンケートの代表的な意見

その他として代表的な意見を下記に挙げる。

- プロトタイプライフログシステムに対するコメント
 - 歩くとき、スマートフォンが胸の前で揺すれている。
 - バッテリーが切れやすい。
 - まったくしらないことなので、とても面白い体験でした。
 - デバイスを長時間を装着すると、肩の負担がある。
 - 撮影のスピードがもっと速くすれば良かったと思います。
 - リアルタイム検索の可能性として魅力を感じました。プロトタイプではいすの整合が実現すればとても有望ですね。
 - この度は素晴らしい体験をさせて頂きまして感謝しています。検索のところは満足でした。
 - 全体を見られるのが非常によかったです。実成果への応用が期待されますデバイスの固定により、写真の画質が改善されるかもしれません。
 - 素晴らしかったの1語に尽きる。早く実用化を。
 - もっと多くの人に使用して頂く機会を。
 - 実用化にぜひ挑戦してください。
- Vicon Revue に対するコメント
 - 生活を全記録は、すばらしい。
 - 目的の写真をを検索するとき、かなり時間がかかるな。
 - プライバシーについての問題点はあるかも。
 - ログデータを手動でパソコンにアップロードするのが面倒です。

第6章 おわりに

本論文では、Memon らの研究で構築されたラプロトタイプライフログシステムを用いることで、とられたログデータから目的の写真の検索速度をどのくらい向上できるかを明らかにするために、指定された2つの検索タスクにおいてライフログカメラ Vicon Revue との比較実験を行った。

今回の比較実験では、18名の被験者が参加した。「出会った人」を検索対象としての検索タスク1の結果から、Vicon Revue と比べて、プロトタイプライフログシステムはおよそ30倍高速だった。また、「インタラクションしたオブジェクト」を検索対象としての検索タスク2の結果から、Vicon Revue と比べて、プロトタイプライフログシステムが約10倍短い時間で検索作業を可能にした。これらより検索の速度という観点ではプロトタイプライフログシステムが Vicon Revue と比べ優れていることを確認した。検索時間という点では、プロトタイプライフログシステムを利用した場合、「出会った人」についての写真の検出にかかる平均時間はおよそ4秒で検索対象による違いはあまり見られなかった。一方、Vicon Revue を利用した場合、「出会った人」についての写真の検出には平均でおよそ133.8秒かかり、「インタラクションしたオブジェクト」についての写真の検出には平均でおよそ54.5秒かかり、両者に大きな差がついた。この差が検索対象の違いに依るものなのか、それとも実験を行った時間やタイミングによるものかについては、更なる追加実験の必要があるように思われる。

プロトタイプライフログシステムについては、実験後のアンケートにおいて、「全体の感想」、「目的の写真の検索機能」、「検出結果の閲覧方式」に関して高い評価が得られており、これらはシステムの実用性を示していると思われる。しかし一方、「ログデータの収集機能」、「プロトタイプデバイスの重量や装着の複雑度」については、問題が指摘されている。これらについては今後実装上の改善の余地があると思われる。

謝辞

本論文は多くの方の助力によってなりたっています。指導教員である田中二郎先生には修士前期課程の2年間にわたり、研究室で学ぶということから論文の執筆に至るまで、非常に多くのご指導をいただきました。また、三末和男先生、高橋伸先生、志築文太郎先生にも、様々な視点から、特に研究発表について多くの助言を頂くことが出来ました。心より感謝申し上げます。

第3章で用いたプロトタイプデバイスの実験装置は、同研究室の Memon 氏の製作によるものです。Memon 氏のご尽力により実験が行えました。心より感謝いたします。また、インタラクティブプログラミング研究室の皆様にも、特に所属チームである NERF の皆様には日々のゼミはもちろんのこと、研究を進める上で有用な議論をして頂き、大変お世話になり、研究を進める励みになりました。

評価実験に参加した方々には、長時間の実験内容にかかわらず、最後まで実験に参加していただいたほか、多くの貴重なコメントをいただきました。本当にありがとうございました。

留学生としての3年間の研究生生活は、先生方、先輩方、後輩、友人と、本当にたくさんの人のから支えて頂いていたのだなど、こうして修士論文の謝辞の筆を取るにあたってひしひしと感じております。ご助力くださった皆様に感謝申し上げます。最後に、この3年間不自由なく学生生活を続けられるよう支援していただいた両親に深く感謝して締めくくりたいと思います。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] Gemmel, J., Bell, G., Lueder, R., Drucker, S. and Wong, C. My Life Bits: Fullfilling the Memex Vision, *ACM Multimedia System Journal*, 2002, pp.235-238.
- [2] 相澤清晴, ライフログの実践的活用:食事ログからの展望, *情報処理 Vol.50 No.7*, 2009, pp.592-597.
- [3] Hodges, S., Williams, L., Berry, E., Izadi, S., Srinivasan, J., Butler, A., Smyth, G., Kapur, N. and Wood, K., SenseCam: a Retrospective Memory Aid, In Dourish and A. Friday (Eds.): *Ubicomp 2006, LNCS 4206*, 2006, pp.177-193.
- [4] Berry, E., Kapur, N., Williams, L., Hodges, S., Watson, P., Smyth, G., Srinivasan, J., Smith, R., Wilson, B. and Wood, K., The use of a wearable camera, SenseCam, as a pictorial diary to improve autobiographical memory in a patient with limbic encephalitis, *Special issue of Neuropsychological Rehabilitation 2007*, 17 (4/5), pp.582-681, “Encephalitis: Assessment and Rehabilitation Across the Lifespan (Special Issue of Neuropsychological Rehabilitation)”. ISBN: 978-1-84169-836-6.
- [5] Berry, E., Hampshire, A., Rowe, J., Hodges, S., Kapur, N., Watson, P., Browne, G., Smyth, G., Wood, K. and Owen, A., The neural basis of effective memory therapy in a patient with limbic encephalitis, *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry with Practical Neurology*, 2009.
- [6] 中村 聡史. 身近になったライフログ ～パソコンに眠る数万枚の写真をどう活用すればよいか～, *情報処理 54(2)*, 2013, pp.142-149.
- [7] Memon, M. and Tanaka, J., Retrieval of life Logs Based on Use’s Context, submitted for publication.
- [8] Memon, M. and Tanaka, J., Sharing Life Experiences with Friends Based on Individual’s Locality, *Proceedings of 15th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2013), Design, User Experience, and Usability: Web, Mobile and Product Design (Part IV), LNCS 8015, Las Vegas, NV, USA, July 2013*, pp.706-713.
- [9] Memon, M., Tanaka, J. and Kamba, T., Restrain from Pervasive Logging Employing Geo-Temporal Policies, *Proceedings of the 10th Asia-Pacific Conference on Computer-*

Human Interaction (APCHI2012), Matsue, Shimane, Japan, August 28-31, 2012, pp.201-208.

[10] Arduino Mega ADK Board

<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardADK>

[11] Wagenaar, W.A., My memory: A study of autobiographical memory over six years, *Cognitive Psychology* Vol.18, 1986-04, pp.225-252.