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

使用金額認識財布を用いたマネーログの取得とマネーログによる節約支援システム

韮澤 賢三

(コンピュータサイエンス専攻)

指導教員　田中 二郎

2012 年 3 月

概要

本論文では，使用金額を自動的に認識する財布型デバイスである ER-Wallet と，家計の閲覧のための Web アプリケーションである MoneyLog Viewer について述べる．

家計簿の形態には様々なものがあるが，どのような形態の家計簿においても，ユーザは手動による記帳を行う必要がある．手動入力を行うことはユーザにとって負担となり，記帳に抜けが生じる，記帳が継続しない等の問題が生じる．また，家計簿を用いた分析の際には金額や費目が着目されており，分析手法としては月毎に各費目に対しての出納を比較する程度であった．

本研究ではこれらの問題を解決するため，使用金額を自動認識することによる家計簿への記帳の自動化と出納時の時刻や位置情報を用いた分析を可能にするアプローチを取り，使用金額の自動認識を実現する財布型デバイスである ER-Wallet と，ER-Wallet から得られたデータを分析するためのアプリケーションである MoneyLog Viewer の開発，評価を行った．ER-Wallet は財布に紙幣認識機構や各種モジュールを組み込んだデバイスであり，使用金額の認識，時刻と位置情報の記録が出納を行うと同時に実行される．また，MoneyLog Viewer では，場所，時刻，地図を用いて複合的に出納の分析が行える．

ER-Wallet と MoneyLog Viewer を実際にユーザに使用してもらう被験者実験により，本研究にて開発したデバイスとソフトウェアが，記帳のための負担を軽減しつつも出納を行った場所，時刻を分析に利用することが可能となること，そして 1 つ 1 つの出納のより詳細な振り返りを支援できることを確認した．

目 次

第 1 章　序論 **1**
1.1　家庭や個人の出納管理手段の変遷と特徴 1
1.1.1　初期の家計簿 1
1.1.2　家計簿ソフトウェア 1
1.1.3　Web 家計簿アプリケーション 3
1.1.4　携帯家計簿アプリケーション 3
1.2　現行の出納管理の欠点 4
1.3　本研究の目的 5
1.4　本研究のアプローチ 6
1.5　本研究における用語の定義 6
1.6　本研究の貢献 6
1.7　本論文の構成 6

第 2 章　関連研究と本研究の位置づけ **9**
2.1　ライフログに関する研究 9
2.1.1　ライフログ研究の分類とその概要 9
2.1.2　ライフログの記録手法 10
2.2　金銭の管理に関する研究 11
2.2.1　ログ取得手法に関する議論 12
2.2.2　情報提示の手法と利用する情報に関する議論 12
2.3　本研究の位置付け 13

第 3 章　マネーログ取得デバイスとマネーログを用いた節約支援システム **15**
3.1　マネーログ取得デバイス ER-Wallet の設計 15
3.1.1　ER-Wallet が満たすべき要件 15
3.1.2　ER-Wallet を用いた記録を行う対象 16
3.1.3　ER-Wallet が持つ機能 18
財布の開閉検出 18
使用金額認識 18
位置，時刻情報の取得 21
3.2　マネーログ分析アプリケーション 21
3.2.1　位置情報からの費目の特定 21

3.2.2 位置情報を基にしたマネーログ閲覧 21
3.2.3 時刻情報を利用したマネーログ閲覧 23
3.2.4 位置情報と時刻情報を組み合わせたマネーログ閲覧 23

第 4 章 マネーログ取得デバイス ER-Wallet の実装 25
4.1 ER-Wallet にて採用した紙幣枚数認識手法 25
4.2 プロトタイプ 1 の実装 27
4.2.1 財布の開閉検知機構 28
4.2.2 紙幣認識機構 29
4.2.3 GPS モジュール 29
4.2.4 マイコンボード 29
4.3 照度の変化に環境が与える影響に関する予備実験 29
4.3.1 紙幣の新旧による照度への影響の調査 29
調査目的 29
調査方法 30
結果と考察 30
4.3.2 券種による照度への影響調査 32
調査目的 32
調査方法 32
結果と考察 32
4.3.3 日照条件による照度への影響調査 32
調査目的 32
調査方法 33
結果と考察 33
4.4 紙幣の枚数認識実験 34
4.4.1 枚数認識アルゴリズム 34
4.4.2 実験方法 34
4.4.3 結果と考察 35
4.5 プロトタイプ 1 の改良 36
4.5.1 LED の変更 36
チップ LED の点灯を変化させた紙幣の枚数認識実験 37
4.5.2 枚数認識アルゴリズムの変更 38
尤度関数を用いた紙幣の枚数認識実験 38
4.5.3 LED と照度センサの複数設置 40
LED と照度センサを複数用いた紙幣の枚数認識実験 40
4.6 改良後のプロトタイプ 1 を用いた使用金額認識実験 41
4.6.1 実験方法 41
4.6.2 結果と考察 42
4.7 プロトタイプ 2 の実装 43

4.7.1 プロトタイプ 2 の構成要素 43
4.7.2 プロトタイプ 2 における出納データの記録 46
4.7.3 SD カードへの記録 50

第 5 章 マネーログ閲覧・分析アプリケーション MoneyLog Viewer 53
5.1 MoneyLog Viewer の概説 53
5.2 マネーログのデータベースへの保存 53
5.2.1 プレイス情報の特定 55
5.2.2 出納データのデータベースへの登録 58
5.3 マネーログの閲覧・分析インタフェース 58
5.3.1 表示データ指定カレンダー 58
5.3.2 出納データリスト 59
5.3.3 グラフ表示インタフェース 59
プレイスグラフ，プレイスタイプグラフ 59
タイムグラフ 63
5.3.4 マップ表示インタフェース 63
マップ上における出納データの修正 63
出納経路の表示とエリア分析インタフェース 66

第 6 章 評価実験 69
6.1 ER-Wallet の実生活における使用とマネーログ記録実験 69
6.1.1 実験目的 69
6.1.2 実験内容 69
計測するデータ 70
被験者 70
実験期間 71
6.1.3 実験結果 71
被験者 1 の紙幣枚数認識結果 71
被験者 2 の紙幣枚数認識結果 71
被験者 3（筆者）の紙幣枚数認識結果 74
アンケート結果 76
6.1.4 考察 77
6.2 MoneyLogViewer の評価実験 79
6.2.1 実験目的 79
6.2.2 実験内容 79
被験者 81
実験条件 81
6.2.3 実験結果 82
6.2.4 考察 82

第 7 章　今後の課題と発展 **89**
7.1　今後の課題 89
7.2　発展 90

第 8 章　結論 **91**

謝辞 **93**

参考文献 **94**

付 録 A　ER-Wallet の評価実験の際に用いたアンケート用紙 **99**

付 録 B　MoneyLog Viewer の評価実験の際に用いた実験への協力依頼とアンケート用紙 **105**

図目次

1.1 家計簿ソフトウェアによる支出のグラフ 2
1.2 目標設定から節約までの流れ 5

2.1 使用金額の AR を用いた提示 12
2.2 金額に応じた矩形の提示 13
2.3 動的なグラフ作成 13
2.4 ReceiptLog のグラフとレシートの内容表示 14
2.5 出費予報の提示 14

3.1 (a) 既存の家計簿を用いた場合の目標設定から節約までの流れ (b)ER-Wallet を用いた場合の目標設定から節約までの流れ 17
3.2 両替機や自動販売機に搭載されている紙幣識別機（株式会社日本コンラックス社製 NB-4MA） 18
3.3 ハンディタイプの紙幣計数機（株式会社エンゲルス社製 AD-100-02） 18
3.4 硬貨識別機（株式会社日本コンラックス社製 CLX-40/50） 19
3.5 コインカウンター（株式会社エンゲルス社製 SCC-10） 19
3.6 硬貨分別可能なコインケース 20
3.7 紙幣中央の透かし部分 21
3.8 出納データの店舗タイプ別のグラフ 22
3.9 出納データのリスト表示 22
3.10 出納データの地図上での表示 22
3.11 出納データの時刻毎のグラフ 22
3.12 出納データの経路 24
3.13 目的地が同一かつ経路が異なる場合 24

4.1 提案手法の模式図：(a) 紙幣の枚数が少なく，LED の光が透過しやすい (b) 紙幣の枚数が多く，LED の光が透過しづらい 26
4.2 紙幣を挿入（LED 側から撮影） 26
4.3 紙幣を挿入（照度センサ側から撮影） 26
4.4 ER-Wallet のプロトタイプ 1 27
4.5 財布に取り付けられたボタンの概観 28
4.6 ボタン部分の拡大図 28

4.7 ポケット内部の概観 28
4.8 ポケット内部の拡大図 28
4.9 紙幣の新旧を変えての照度の計測結果 30
4.10 紙幣の種類を変えての照度の計測結果 31
4.11 照光条件の違いに関する調査の結果 33
4.12 枚数認識実験の認識率 34
4.13 白色チップ LED 35
4.14 チップ LED1 枚点灯時の照度 36
4.15 チップ LED3 枚点灯時の照度 36
4.16 チップ LED1 枚点灯時と 3 枚点灯時における認識率 37
4.17 尤度を用いた際の認識結果 39
4.18 1000 円紙幣の透かし部分 40
4.19 LED と照度センサの位置 40
4.20 LED を 2 つ用いた際の認識結果 41
4.21 改良後のプロトタイプ 1 を用いた認識実験における紙幣の推移 42
4.22 改良後のプロトタイプ 1 を用いた認識実験における使用金額の推移 42
4.23 ER-Wallet のプロトタイプ 2（前面） 43
4.24 ER-Wallet のプロトタイプ 2（背面） 43
4.25 ER-Wallet プロトタイプ 2 の回路図 44
4.26 ER-Wallet プロトタイプ 2 の回路部分 45
4.27 プロトタイプ 2 の処理フロー 47
4.28 バックアップ回路の回路図 49
4.29 小銭使用チェック機構 50

5.1 MoneyLog Viewer の外観 54
5.2 ファイル選択ボタンとアップロードボタン 55
5.3 プレイス特定までの流れ 56
5.4 プレイス登録インタフェースのスクリーンショット 57
5.5 プレイスの種類選択インタフェース 57
5.6 表示データ指定カレンダーの外観 59
5.7 出納データ修正インタフェース 60
5.8 プレイスグラフ：(a) 各プレイスにおける出納額のグラフ (b) 各プレイスにおける出納回数のグラフ 61
5.9 プレイスタイプグラフ：(a) 各プレイスタイプにおける出納額のグラフ (b) 各プレイスタイプにおける出納回数のグラフ 61
5.10 (a) プレイスタイプグラフの restaurant の項目にマウスオーバーしたところ (b)restaurant をクリックすると，restaurant における出納のみが表示される 62
5.11 タイムグラフ：(a) 時刻毎の出納額のグラフ (b) 時刻毎の出納回数のグラフ . . 64
5.12 出納データのマップ 65

5.13 出納データの詳細表示 65
5.14 位置情報の修正．(a) 本来のプレイスと異なるプレイスに出納データが登録されている (b) アイコンをドラッグすることによってアイコンの移動を開始する (c) 本来のプレイスにアイコンを移動させる (d) ドロップすると店舗が更新され，更新ダイアログが表示される 65
5.15 エリア分析インタフェースの外観 66
5.16 エリアの指定 66
5.17 指定されたエリアにて出納を行った日の出納経路表示 67
5.18 使用金額閾値を設定した後の経路表示 67

6.1 被験者 1 の 1000 円紙幣の推移 71
6.2 被験者 1 の 5000 円紙幣の推移 72
6.3 被験者 1 の 10000 円紙幣の推移 72
6.4 被験者 2 の 1000 円紙幣の推移 73
6.5 被験者 2 の 5000 円紙幣の推移 73
6.6 被験者 2 の 10000 円紙幣の推移 74
6.7 筆者の 1000 円紙幣の推移 75
6.8 筆者の 5000 円紙幣の推移 75
6.9 筆者の 10000 円紙幣の推移 76
6.10 グループ A における各機能の評価 82
6.11 グループ B における各機能の評価 82

表 目 次

5.1 出納データを登録するデータベースのフィールド 58

6.1 ER-Wallet 使用実験後のアンケート結果 76
6.2 ER-Wallet と手動入力式の家計簿の便利な点，不便な点 77
6.3 グループ A における発見数と発見の例 83
6.4 グループ B における発見数と発見の例 84

第1章　序論

家計簿は発祥から現在まで，様々な形態のものが利用されてきた．本章では，家計簿の歴史と変遷を述べ，現行の家計簿の特徴とその問題点を述べる．更に本研究の目的と目的達成のためのアプローチを述べ，本研究の貢献を述べる．

1.1　家庭や個人の出納管理手段の変遷と特徴

家庭や個人の出納管理の手法として，家計簿が広く利用されている．家計簿は一般的に，ユーザが「旅行に行く」「車を買う」等の目標設定を行い，それを達成するための手段として利用される．日本では，婦人記者であった羽仁もと子によって，1904 年に最初の家計簿が考案された [han11]．本節では羽仁もと子考案の家計簿から現在までに開発されている代表的な家計簿の特徴を述べる．

1.1.1　初期の家計簿

1904 年に羽仁もと子によって考案された家計簿は，各月の始めにユーザに予算を立てさせ，その予算から支出を差し引いていくものである．家計の分析のために予算と利用実績を比較する手法をとっており，ユーザは毎月の収支のバランスを確認することができる．予算と利用実績を比較する手法は，現在利用されている他の家計簿にも取り入れられている．

計算機が普及するまでの家計簿は，紙の冊子でできたものが主流であった．そのため，家計簿への記帳と家計の分析は以下の手法により行う必要があった．

記帳方法 ユーザが手動にて行う．その際には，毎日のレシートを保存しておき，レシートを見ながら記録を行う．

分析方法 毎月の出納を冊子に書かれた数値を見て確認する．

1.1.2　家計簿ソフトウェア

羽仁もと子考案の家計簿は紙の冊子に記帳するものであったが，個人向け計算機が普及するにつれて，計算機上にて利用できる家計簿（以下家計簿ソフト）[株式][Intb] が普及し始めた．家計簿ソフトは購買履歴の内訳や予算に対する出費の割合を自動的にグラフにする機能（図 1.1）や，ユーザによって設定された定期的な出費を自動的に記帳する機能等を備えてお

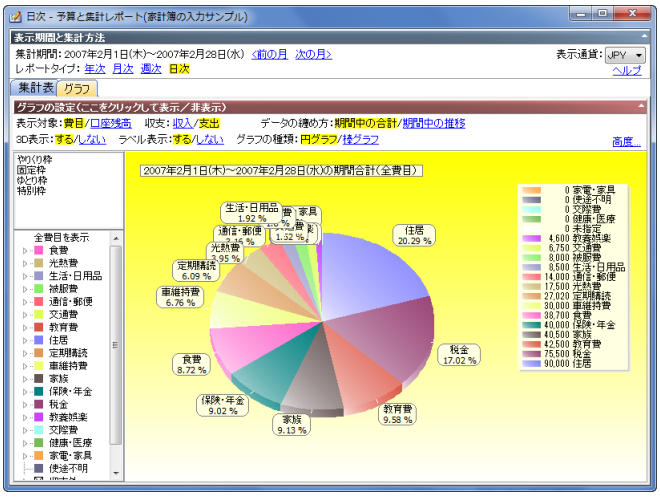


図 1.1: 家計簿ソフトウェアによる支出のグラフ

り，紙の冊子の家計簿と比較して家計の記帳の簡略化が実現し，手間をかけずによりわかりやすい分析を行うことができる．家計簿ソフトへのデータの記録方法としては，紙の冊子に記入するタイプのものと同様に，レシートを確認しながら手動にて記録する手法が最も一般的である．しかし，カードリーダを用いて電子マネーの利用履歴を記録可能な家計簿ソフト [テク] や，レシートをスキャンして家計簿の記帳が可能な家計簿ソフト [メデ] も存在する．

家計簿ソフトウェアへの記帳方法と家計の分析手法は，以下の通りである．

記帳方法 手動にて行う．ただし定期的な出費に関してはソフトウェアが自動的に記帳してくれる機能やレシートをスキャンすることにより記帳する機能を持つものも存在する．カードリーダを用いた電子マネーの管理も可能である．

分析方法 費目ごとのグラフを閲覧しながら家計を確認できる．

従来の家計簿と比較すると，数字を見比べるだけであった分析が自動的に生成されるグラフを用いて手間なく，視覚的にわかりやすく行えることが大きな変化である．従来は全予算の中である費目に何%出費しているか確認したい場合は，ユーザが自ら計算して結果を確認するしか手段が無かった．図 1.1 に示す，家計簿ソフトの大きな特徴であるグラフ表示機能を用いることにより，ある費目に何%出費しており，それが他の出費と比較してどの程度の分量になるのかを一目で確認できる．

記帳に関しては，定期的な出費を自動入力するなど，手動入力の負担を軽減する手法がとられているが，やはりユーザが手動入力を行う必要がある．レシートスキャンを用いれば実際にユーザが 1 つ 1 つの項目を記帳する必要はなくなるが，レシートを全て保存しておく必要があること，また，レシートが発行されない出納が存在することを考慮すると，最善の手法ではない．

1.1.3 Web 家計簿アプリケーション

また，近年いわゆるパッケージ型の家計簿ソフトだけでなく，Web アプリケーションとしての家計簿ソフト（以下 Web 家計簿）も登場した [エヌ][イー][Inta]．これまでの家計簿を用いて管理可能であった現金，電子マネーに加えて，クレジットカードの使用履歴も管理可能となった．また，銀行口座と連携して出納の管理を行うことが可能な Web 家計簿も登場した [エヌ][let]．家計の分析手法に関しては，家計簿ソフトとの大きな差は見られない．Web 家計簿への記帳，データの分析手法は以下の特徴を持つ．

記帳方法 手動にて行う．クレジットカードの使用履歴を家計簿に記帳できるようになった．銀行口座と連携し，複数口座の管理が可能となった．

分析方法 費目ごとのグラフを閲覧しながら出費家計を確認できる．家計簿ソフトからの大きな変化は無い．

Web 家計簿においてもデータの主な記録手法はレシートを確認しながらの手動入力である．そのため，クレジットカードを利用してネットショッピングを行った場合はレシートが発行されず，家計簿への記帳を失念してしまう場合がある．クレジットカードの使用履歴を自動で記帳できればより正確な金銭管理が行えるため，この機能は Web 家計簿の大きな貢献であるといえる．また，これまでの家計簿は，複数の資産の管理を行いたい場合にはどの資産からの出納であるかを手動にて記録する必要があった．よって実際の残高と記帳された残高の整合性を確認する際には各資産をユーザが自ら見比べて金額の整合性を取る必要があり，整合性が取れなかった場合は更にさかのぼって過去の出納をユーザ自ら確認する必要があり，負担が大きかった．Web 家計簿の登場により，複数資産の出納をシステムが自動的に記帳可能にしたため，資産が複数あってもユーザは記帳，家計の分析を容易に行うことが可能になった．

1.1.4 携帯家計簿アプリケーション

もう一つの家計簿の形態として，携帯情報端末上において動作する家計簿アプリケーション（以下携帯家計簿アプリ）が挙げられる．携帯家計簿アプリによってユーザは，購買履歴の閲覧や家計簿への記帳を外出先においても行うことが可能となった．また，携帯家計簿アプリは，外出先において記帳が行われるという性質上，入力の簡略化についての工夫が行われているものが見られる．具体的には，頻繁に行う出費をテンプレートとして登録でき，ユーザが 1 タップないし 2 タップを行うだけで家計簿への記帳が完了するアプリケーションが開発されている [SOF]．また，携帯家計簿アプリの中には，Web 家計簿との同期が可能なものも存在する [zai][cas]．そのため，出費の内容によって記帳方法を変更しても，それらを全て一元管理可能となった．「出費の内容によって記帳方法を変更する」とは，例えば自動販売機等にて小さな出費を行った場合はその場で記帳し，デパート等で複数種類の商品を同時に買った場合は帰宅した後 Web 家計簿を用いて記帳する，という利用法である．自動販売機等における小さな買い物の場合，レシートが発行されない場合が多いため，帰宅してからレシートを

確認して記帳することができず，そもそも帰宅した頃には出費したことを失念している可能性がある．また，デパートやスーパーにて様々な種類の商品を購入した場合，その場で記帳を行うよりもレシートを確認しながら費目毎に記帳する方が望ましい．以上の観点から，家計簿記帳の新たなタイミングを提供した点が携帯家計簿アプリの貢献であると言える．

以上をまとめると，携帯家計簿アプリの特徴は以下の通りである．

記帳方法 手動にて行う．少ないタップ数で入力可能な工夫がある．

分析方法 費目ごとのグラフを閲覧しながら出費家計を確認できる．家計簿ソフトや Web 家計簿からの大きな変化は無い

1.2　現行の出納管理の欠点

家計簿は約 100 年間の間に進歩し，現代の生活にて利用される主な支払い方法と資産を一元管理可能なツールとなった．しかし先に挙げた各家計簿の特徴を分析すると，以下に挙げる欠点があると我々は考える．

1. 情報のプル型提示のみを行う
2. 利用する情報が少ない
3. 家計簿への入力がユーザにとって手間となる
4. 日常的に記録し続けなければ収支について正確に把握できない

1. に挙げた欠点は，既存の家計簿を利用して家計の分析を行う場合，ユーザが能動的にデータを閲覧しなければならない点である．家計のことを意識せず，無駄遣いをする危険性が高いタイミングに情報提示を行うことによって，ユーザに節約の意識を持たせることができる．また，既存の家計簿では，家計の分析手法として費目毎や月毎の分析手法しか用いられてこなかったことが 2. に挙げた欠点である．位置や時刻など，ユーザが出納を行った際の状況を用いた分析を行えば，家計についてより詳細な情報を得ることができるかもしれない．これらの欠点を解決するために，我々は先行研究として，ユーザの状況に応じた適切な出金履歴のプッシュ型提示と，出金履歴の位置，時刻等の観点からの分析を行うことが可能なシステムを携帯家計簿アプリとして実現した [韮澤 10a][韮澤 10b]．しかし，2. の欠点については，評価実験を行なったが時刻情報と位置情報共に，節約に直接結びつく結果とはならなかった．

3. の問題点については，電子マネーやクレジットカードよって出納が行われる場合はこの限りではない．先にも述べたとおり，電子マネーやクレジットカードの使用履歴を自動的に記帳する家計簿ソフトや Web 家計簿が存在するため，記帳のためにユーザの手を煩わせることはない．しかし，出納が現金によって行われる場合は依然として手動入力が主に用いられる．家計簿ソフトの中にはレシートをスキャンして記帳が可能なものがあるが [メデ]，レシートが発行されない購買の場合は記帳が不可能である．携帯家計簿アプリを用いることによりそ

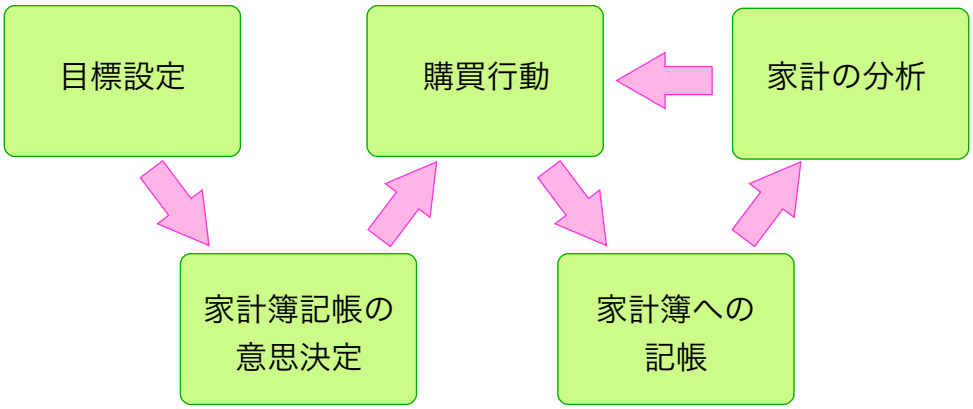


図 1.2: 目標設定から節約までの流れ

の場で記帳を行うことが可能だが，多くの荷物を持っていたりして「後で記帳しよう」と考えているうちに失念してしまうことがある．我々の先行研究における評価実験の際にも，実際にシステムを利用した被験者から「データの入力が全て手動であったため，面倒になって入力しなかった」というコメントが得られた．家計簿の記帳が継続しない場合，入力された情報を分析しても現在の生活に有用な情報を発見できる可能性が低くなるため，家計簿を分析する上で大きな問題となる．

4. については，家計簿の性質上避けられない問題点である．しかし，家計簿は一般的に，ユーザが「旅行に行く」「車を買う」等の目標設定を行い，それを達成するための手段として利用されるものである．そのため，既存の家計簿を用いて目標を達成するためには，ユーザは目標を設定した後に家計簿への記帳を始める意思決定をし，毎日の購買を記録，分析しながら問題点をあぶり出し，実際に節約のための行動を行う，という流れに沿うこととなる（図 1.2）．この流れに沿った場合，ユーザが目標設定を行なってから自分の出費について問題発見を行い，実際に節約のための行動を起こすまでに一定の期間が必要である．日常的に家計簿に記帳している場合は目標設定を行った後直ちに家計の分析を行うことが可能だが，明確な目標を持たずに家計簿に記帳し続けることは容易なことではない．

1.3 本研究の目的

本研究の目的は，家計簿に記帳を行う際のユーザの手間を最小限に抑え，明確な目標設定を行っていなくともユーザが家計簿の記帳を日常的に行うことを容易にすることである．更に，記帳の手間を削減しながらも，これまで主流であった費目，金額以外の情報を取得可能とし，費目，金額を利用した分析以外の分析手法を提案する．更に，その記帳方法と分析手法についての評価を行い，有用性を示すことも本研究の目的である．

1.4　本研究のアプローチ

家計簿への記帳の手間を削減するために，本研究では財布の中に使用金額の認識機構と使用金額の記録機構を実装するアプローチを取る．財布の中にこれらを実装することにより，金銭を使用すると同時に使用金額の記録が可能となり，家計簿に記帳するための負担を大きく削減することが可能である．また，財布に専用のモジュールを付けることにより，出納時の位置情報と時刻情報を，記入忘れ無く，正確に取得可能とする．これにより，既存の家計簿では実現出来なかった，位置情報や時刻情報を元にした分析を行うことが可能となる．また，取得したデータの分析を行う家計簿アプリケーションとして，Web 家計簿を実装する．これまでの家計簿に積極的に利用されて来なかった位置情報や時刻情報を基にした分析を Web 家計簿アプリケーション上にて可能にし，その有用性を検証するための被験者実験を行う．

1.5　本研究における用語の定義

本研究における出納のデータは出納金額，位置情報，及び時刻情報から成り，我々はこの出納のデータを出納データと定義した．また，記録されて蓄積された出納データの履歴をマネーログと定義する．

1.6　本研究の貢献

本研究の貢献は，まず第一に，現金の出納を自動的に記録することを可能とすることである．電子マネー，クレジットカード，銀行口座等の出納管理は Web 家計簿の登場によって実現されたが，現金は未だに手動入力が主流である．また，手動入力が手間となり家計簿への記帳が継続しない例も先行研究 [韮澤 10a][韮澤 10b] にて実際に見られた．手動入力の手間を削減し，家計簿の継続性を高めることによって，家計の分析をより正確に行うことが可能となる．これを実現した点が本研究の貢献である．

また，本研究においては，使用金額認識機構や各種モジュールを既存の財布に実際に組み込み，その財布を筆者 1 名が約 4ヶ月間継続的に使用し，更に 2 名の学生が約 2 週間継続的に使用した．継続的な利用によってその実用性を示したことは，現金は手動でなくとも，財布内にて自動認識可能なこと，更により多くのユーザが日常的に利用できる可能性を示唆しており，今後の家計簿の発展の可能性を見出したと言える．

1.7　本論文の構成

本論文は、まず始めに第 2 章にて関連研究の分析を行い，本研究の位置づけについて述べる．第 3 章では使用金額の自動認識機構とそれを用いた使用金額取得デバイス，そして家計の分析インタフェースの設計を行う．第 4 章と第 5 章では，第 3 章にて設計を行った，使用金額取得デバイスと家計の分析インタフェースの実装について述べる．第 6 章では先に述べ

たデバイスと分析インタフェースそれぞれについて，情報の正確性と記録の継続可能性，また，本研究において提案する分析手法の有用性についての評価実験について述べる．第 7 章では今後考えられる発展と対処すべき課題について述べ，最後に第 8 章にて結論を述べる．

第2章　関連研究と本研究の位置づけ

本章では，本研究に関連する従来研究を述べる．ライフログに関する研究と，金銭の理解を促す研究を紹介し，本研究の位置づけを述べる．ライフログ研究とは，個人の日々の体験を記録，処理する研究であり，記録されたデータを処理してユーザに有益な情報を与えることや行動の振り返りのきっかけを与えることを目的とする研究である．家計簿は，日々の行動の一部を継続的に記録するものであり，ライフログの一種であると考えられる．そのため本章にてライフログの視点からの本研究の位置づけを述べる．

また，家計簿は金銭を扱うため，金銭の管理や，金銭の使用履歴からの発見を行う研究との関連性がある．本章ではそれらの研究と本研究との関連性も述べる．

2.1　ライフログに関する研究

本節では，ライフログに関する研究を紹介し，その分類を行う．また，ライフログの記録のための手法の分類も行う．

2.1.1　ライフログ研究の分類とその概要

ライフログ研究は，主にユーザの生活全てを記録するライフログと特定のドメインに特化したライフログとに分類できる．それぞれについての研究と，それらの特徴について述べる．

ユーザの生活を全て記録するライフログ

相澤は，ライフログ研究を以下の 2 種類に分類している [相澤 09].

- 日常生活の有り様のディジタル化とアーカイブ
- 日常あるいは業務にて操作した情報の蓄積

前者の具体的な研究内容としては，取得されたデータを自動的にシーン毎，行動毎に分類する研究 [TYA05, DSLE07, CCBZ10, BO08] や，取得されたデータの要約を行う研究 [畑田 10] 等が行われている．日常生活の有り様のディジタル化とアーカイブを行う際には，映像や音声等のマルチメディアデータを数秒に一回程度の頻度にて取得し続けるため，データ量が膨大になる．その際の検索性を向上させることを目的としている研究が多く見られる．先に挙

げた研究 [TYA05, DSLE07, CCBZ10, BO08] は，検索性の向上のためにデータ要約やデータのシーン毎，行動毎の分類を行なっている．また，Yonezawa らは，猫の行動のログを記録する Cat@Log[YMR09] を開発したが，この研究も前者に該当する研究である．

後者を行なっている研究としては，Lamming らの研究 [LF94] や Gemmell らの研究 [GBL+02] が挙げられる．Lamming らの研究は，ユーザが自分や他のユーザの居場所情報やメールの送受信，通話履歴などを 1 つのデバイスに保存し，その検索が行えるシステムを開発した研究である．また，Gemmell らは，動画像，静止画像，メール，音楽ファイル等，より多くのデータを保存し，ユーザによるアノテーションの付与を可能にすることによって，個人の活動履歴データベースを作成可能な枠組みを開発した．

ここまでに紹介したライフログ研究は，ユーザの生活全てを記録する側面を持っている．しかし相澤の研究 [相澤 09] にて述べられているように，全てのデータを記録し続けることはユーザの物理的心理的負担は大きく，必ずしも現実的ではない．

特定ドメインに特化したライフログ

ユーザの生活全てを記録するライフログは，ユーザの物理的心理的負担が大きいため，多くの人に受け入れられるものではない．そのため，近年は特定のドメインに特化したライフログについての研究も行われている．Kitamura らによる，毎日の食事のログを取得する FoodLog[KYA09]，レシートのログを記録するためのプラットフォームを開発する ReceiptLog[TMN11] 等が具体例として挙げられる．また，Web サービスとして，ランニングやウォーキング，サイクリングのログを記録する Run&Walk[run] や睡眠のログを記録するねむログ [nem] 等が利用されている．また，ドメイン特化型では無いがユーザが記録したいログを自由に選べるものとして，DAYTUM[day] というサービスも存在する．これは，コーヒーを飲んだ回数や電車に乗った距離など，あらゆる行動をユーザが自由に定義し，数字を用いてそのログを録り溜められるサービスである．

2.1.2　ライフログの記録手法

ライフログの記録手法は，2 種類に分類可能であると我々は考える．その 2 種類を，暗黙的記録型と明示的記録型と呼ぶこととする．それぞれについて以下に述べる．

暗黙的記録型

暗黙的記録型とは，ユーザが記録の対象となる行動を行った際に，手動記録等のユーザによる明示的な記録無しに，自動的にその行動ログが記録される記録手法である．この種類の記録形態を取るライフログとしては，再生した音楽のログを録り溜める Web サービスである Last.fm[las] や，先にも述べた Run&Walk[run] が存在する．また，常にログを取得し続けるという観点からすれば，先述のユーザの生活を全て記録するライフログ研究 [TYA05, DSLE07, CCBZ10, BO08, 畑田 10] において採用されている記録手法も暗黙的記録型に分類できる．

この種類の記録手法は，行動の記録を確実且つ正確に行うことができる利点と，ユーザが意識せずとも行動と記録が同時に行われる，つまり行動と記録に時間的，空間的乖離が無いため,「忘れずに記録しなければいけない」と感じるユーザの心理的負担が減少するという利点がある．計算機を使用して行う作業のログを記録する手法としては，現在までに，暗黙的記録型での記録が実現している．しかし，計算機を使用しない行動のログを記録する際は，先に挙げた Run&Walk の様に専用のデバイスを開発しない限り暗黙的記録型の記録形態を実現することはできない．

明示的記録型

明示的記録型とは，ユーザが手動入力により明示的に行動ログの記録を行うことによって記録が完了する記録手法である．現在 Web サービスとして利用されているねむログや DAYTUM[day] 等のライフログの多くはこの手法である．外出先での行動のログを取得する際は，こちらの形態が採用される場合が多い．

この記録形態の利点としては，Run&Walk の様な特殊な専用デバイスが不要であり，且つユーザは好みのデータを記録可能な点が挙げられる．しかし，ユーザは数値の場合は手動によるキーボード入力，画像の場合はカメラのシャッターの押下等の手間を強いられるため，心理的，物理的負担が大きく，継続的な入力が実現しない恐れがある．更に，行動と記録に時間的，空間的な乖離が生じるため，記録されたデータの正確性に問題が生じる場合がある．

2.2 金銭の管理に関する研究

金銭の管理を対象とした研究がなされている．中村らは，家計簿に記録された金額を面積に変換する，AR を用いて実世界上に札束を表示させる，等の手法を用いて，金額の知覚的解釈を促す手法を開発した [NM11, 中村 11a, 中村 11c, 中村 11b] ．また，Kestner らは，触覚フィードバックによってユーザの財政状況についての気づきを与える研究を行っており，財布にサーボモータを組み込むことによってこれを実現している [KLJP09]．節約したいときに財布が開きづらくなるフィードバックや，収支のバランスが悪いときに財布が膨らむフィードバックを想定しており，ユーザの財政状況を，触覚のみを用いて大まかに知らせることができる．

また，金銭の情報を応用したライフログに関する研究もなされている．Tokunaga らは，レシートの情報をスキャナを用いてデジタルデータ化し，そのデータを用いたライフログシステムを開発した [TMN11]．この研究では，ソーシャルネットワーキングサービスとして「レシログ」というサービスを開発した．レシート情報を共有することにより，自分だけの出費の情報だけでは気づかなかった他者との差異が明らかとなったという利用者からのコメントを得ている．また，レシートログによって，経済的側面からのみならず，健康的な側面からの自らの行動の振り返りが可能であると述べている．

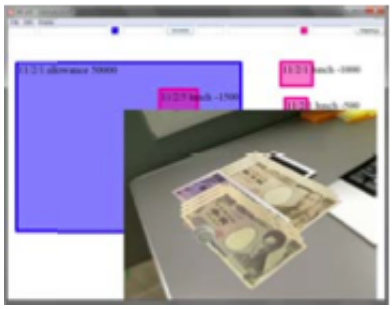


図 2.1: 使用金額の AR を用いた提示

レシートを用いたライフログのもう一つの研究として，竹内らの研究 [竹内 10, TNN+10] がある．竹内らは，レシートログから明らかになる出費の周期性に着目し，ユーザが現在いる位置の近辺での出費予報システムを実現した．

本研究は，家計簿への記帳の手法と利用する情報に着目する．そこで，以下に金銭の管理に関する研究においての，ログの取得方法と，情報提示の手法及び情報提示を行うために利用する情報を挙げる．

2.2.1　ログ取得手法に関する議論

ここまで挙げた研究の中で，Nakamura らの研究と Tokunaga らの研究，Takeuchi らの研究はその記録手法として，2.1 節に挙げた分類のうち，明示的記録型の手法に分類できる．なお，Kestner らの研究では実際に金銭の使用ログのデータを取得しておらず，情報提示手法の提案と実装のみを行なっている．

2.2.2　情報提示の手法と利用する情報に関する議論

ここまで挙げた金銭の管理に関する研究は全て，ユーザの消費行動の振り返りを支援することを目的の１つとしている．しかしそのためのアプローチとしてのユーザへの情報提示にはそれぞれ異なる手法を用いている．

Nakamura らは,，金額の理解を促すための機能を実現している．図 2.1 では，記録された使用金額に応じて紙幣の画像を実世界の机の上に AR 表示を行なっている．図 2.2 は，金額に応じた面積の矩形を作ることにより，出費の大きさをユーザに知覚させる手法を示している．更に，図 2.3 に示す様に，クリックする毎に出納のグラフの形状が変更するインタフェースを開発した．この研究では，情報提示を行うための情報としては金額と費目，年月が用いられている．

Tokunaga らの研究では，情報の提示は図 2.4 に示すグラフとレシートの内容表示によって行われる．また，このサービスはソーシャルネットワーキングサービスであるため，出費に

図 2.2: 金額に応じた矩形の提示

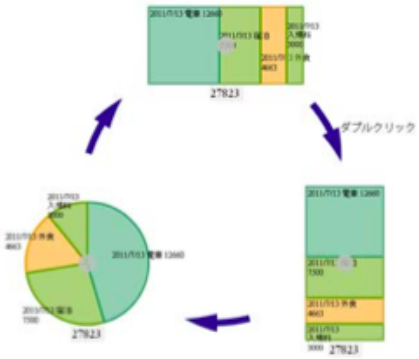


図 2.3: 動的なグラフ作成

対する他のユーザからのコメントを表示することも可能である．この研究にて情報提示を行うために用いられている情報は，金額，費目，年月，他のユーザのコメントである．

また，Takeuchi らの研究では，過去の出金データから算出した出費予報を，図 2.5 の様に地図上にてユーザに提示する．これを実現するために用いている情報は，金額と位置情報である．

2.3 本研究の位置付け

ここまでの議論から，本研究の位置づけについて述べる．

先ず本研究のライフログとしての位置づけであるが，本研究にて実現するマネーログは，2.1 節にて述べた分類に基づくと，金銭の使用履歴に特化した，ドメイン特化型のライフログと言える．

これまでに挙げた金銭を対象とした研究におけるログの取得は，とりわけ現金の使用ログを取得する際には，2.2.1 節に述べた様に全て明示的記録型によって行われていた．それに対し本研究は，財布の中に使用金額の認識機構と使用金額の記録機構を実装し，金銭の使用ログを暗黙的記録型にて記録可能にする．これが既存研究との一つ目の差異であり，本研究の新規性である．

次に，情報提示の手法と利用する情報に関しての新規性について述べる．2.2.2 節にて述べた通り，これまでに金銭の使用のログを提示する手法としては，グラフ，矩形，地図，AR 等が用いられてきた．また，利用される情報としては金額，費目，年月，位置情報が用いられてきた．ただし位置情報に関しては，周辺〇〇 m 以内での出費予報，の様に広い領域内についての情報提示が行われており，特定の建物や店舗の情報は利用されていない．これに対し本研究では，出納の分析のために位置情報を積極的に活用する．具体的な情報提示方法としては，地図上への出納の表示や，地図上における特定の範囲内での出納の分析を可能にする．毎回の出納を地図上に表示することにより，位置情報と関連付けて 1 つ 1 つの出納をより詳細に振り返り，分析することが可能となる．また，地図を用いることにより，特定の店舗に

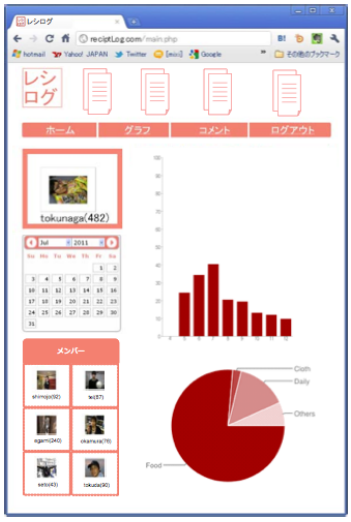


図 2.4: ReceiptLog のグラフとレシートの内容表示

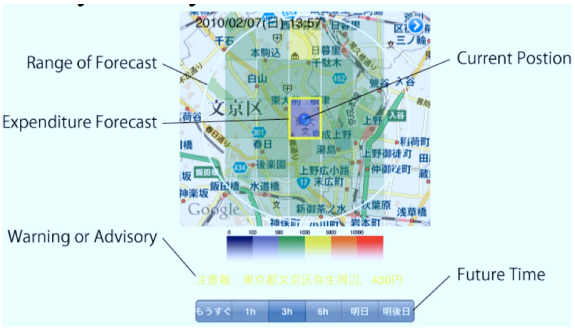


図 2.5: 出費予報の提示

おいての出納の分析も，特定地域に出かけた際の出納（例えば東京に出かけた際の出納，西日本に行った際の出納等）も分析可能となる．これらの分析は，既存研究では実現出来ない．位置情報を用いることと地図を用いた分析を行うことが本研究の新規性であると言える．

また，行動と記録が同時に行われる暗黙的記録型の特徴を活かした情報である時刻情報を出納の分析に積極的に取り入れることも他の研究との差分である．これまで出費の分析に積極的に利用されてこなかった位置情報と時刻情報を積極的に利用することにより，より多角的な出費の分析を可能にすることも本研究の新規性である．

第3章　マネーログ取得デバイスとマネーログを用いた節約支援システム

本章では，本研究にて開発する，マネーログ取得デバイスとマネーログを用いた節約支援システムの設計について述べる．本研究は，マネーログ取得と取得されたログの分析という2つの領域を対象としている．そのため，マネーログの取得を行うための専用デバイスと，ログの分析を行うためのアプリケーションを開発した．それぞれの設計について以下に述べる．なお，本研究は，1.2 節にて述べた欠点のうち，先行研究にて未解決であった，2. 3. 4. の解決を目標とする．

3.1　マネーログ取得デバイス ER-Wallet の設計

本節では，マネーログ取得のためのデバイスである，Expense Recognition Wallet（以後 ER-Wallet）の設計について述べる．Expense Recognition Wallet とは，ユーザが出納を行った際に使用金額を自動的に認識し，その場所の位置情報と時刻情報と共に自動的に記録する財布である．

3.1.1　ER-Wallet が満たすべき要件

1.2 節に挙げた欠点を解決するための要件

1.2 節にて述べたうち，利用する情報が少ない，家計簿への入力がユーザにとって手間となる，日常的に記録し続けなければ収支について正確に把握できないという 3 つの欠点を解決するためには，以下の要求を満たす必要がある．

1. 出納データの記録を行う際のユーザの負担を削減する
2. ユーザによる事前の記録が無くとも金銭の出納状況を把握可能にする
3. 費目，金額，年月以外のデータを取得可能にする

これらを満たすためには，暗黙的記録型を実現する必要があると我々は考えた．2.2.1 節にて述べた様に，金銭の管理をテーマとした関連研究は，ログの取得手法として明示的記録型の手法を取り入れてきた．この明示的記録型による記帳が，ユーザに負担を与える原因であ

る．そのため本研究では，記帳のために暗黙的記録型を採用することとする．暗黙的記録型を採用することにより，ユーザが出納の記録を意識せずともデータが自動的に記録されるため，ユーザの負担は大きく軽減される．また，行動と記録が時間的，空間的に乖離していないため，位置情報や時刻情報等の，出納が行われた瞬間ならではの情報も用意に取得することが可能である．加えて，自動的に記録が行われるため，ユーザが明確に経済的な目標を持っておらず，家計簿をつけるモチベーションがない場合にも継続的に記録が行われる．そのため，ユーザは経済的な目標を設定した瞬間から家計の分析を行うことが可能になる．これらを実現することにより，図 1.2 に示した目標設定から節約までの流れが，図 3.1 の (b) に示す流れに変化する．図 1.2 では，目標設定から家計の分析を行うまでに，家計簿の記帳を始める意思を固め，毎日家計簿へ記帳を行い，出納と記帳，分析を繰り返しながら数週間ないし数ヶ月分の記録を継続的に記録する必要がある．データが集まって初めて，週単位や月単位での家計の分析が可能になる．その間家計簿を継続的に記帳することがユーザにとって負担となる上，目標設定から家計の状況を把握し，節約のための行動を行うまでに期間が空いてしまう．ER-Wallet を用いた場合，図 3.1 の (b) に示したとおり，目標を立てた時点で，それまでに自動的に溜まった出納データを閲覧することができ，目標設定を行った直後から具体的な節約のための行動を行うことが可能となる．

連続稼働時間についての要件

また，財布は外出中に常に携帯されるものである．外出中に記帳ができなくなる事態を避けるため，朝 8 時に活動を開始して 20 時に帰宅するという一日の活動時間を想定して，12 時間程度連続して使用可能であることが望ましい．

認識精度についての要件

家計簿という観点から考えた場合，認識精度は 100%であることが望ましい．そのため本研究では，100%に近づくよう，可能な限り高い認識精度を目指す．

3.1.2　ER-Wallet を用いた記録を行う対象

ER-Wallet が記録を行う対象は，現金の収入，支出とする．近年電子マネーが普及しているが，電子マネーにはクレジットカードと同様に使用履歴を閲覧するシステムや利用金額を通知するメールを送信するシステムがあるため，現金と比較して利用金額が把握しやすい．しかし現金を使用した場合，ユーザが自ら家計簿に記録しなければ使用履歴を記録，保存することができない．このことが電子マネーと現金の相違であり，本研究が現金の自動記録を対象とする理由である．

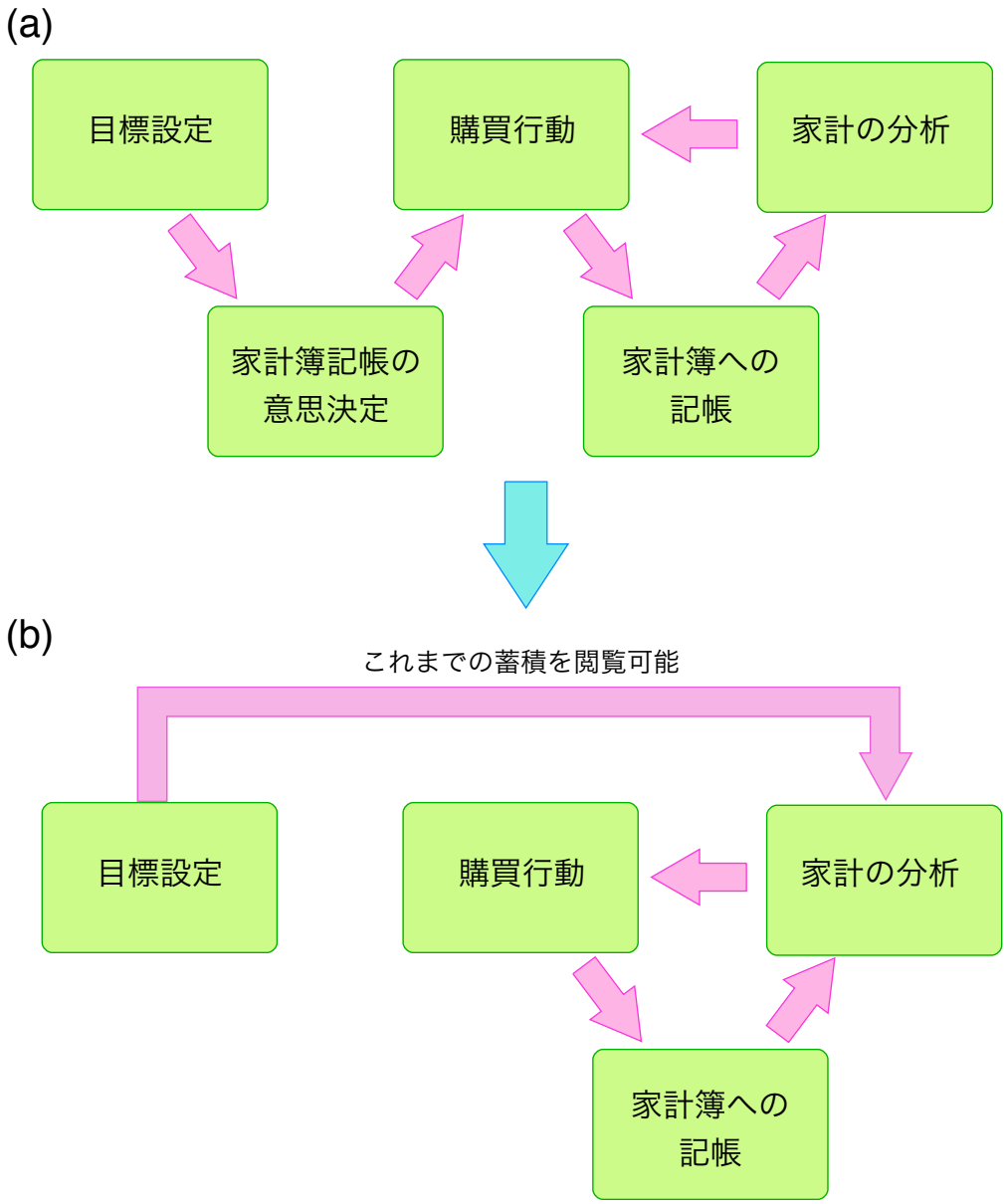


図 3.1: (a) 既存の家計簿を用いた場合の目標設定から節約までの流れ (b)ER-Wallet を用いた場合の目標設定から節約までの流れ

図 3.2: 両替機や自動販売機に搭載されている紙幣識別機（株式会社日本コンラックス社製 NB-4MA）

図 3.3: ハンディタイプの紙幣計数機（株式会社エンゲルス社製 AD-100-02）

3.1.3　ER-Wallet が持つ機能

我々は上記の条件を満たすために，財布にセンサやモジュールを組み込むことにより，使用金額，時刻情報，位置情報を財布からの出納と同時に記録する手法を考案した．センサやモジュールを組み込むことによって実現する機能は，以下の通りである．

- 財布の開閉検出
- 使用金額認識
- 位置，時刻情報の取得

以下，それぞれの機能について述べる．

財布の開閉検出

財布の開閉を認識し，出納データの記録のトリガーとする．財布は普段は閉じた状態であるが，財布からの入出金を行う際にユーザは一度財布を開き，入出金が終わった後に財布を閉じる．出納を行う際は，財布を開く前と閉じた後で財布内の紙幣枚数に変化があるため，財布を閉じたタイミングで出納データの記録を行うことにより，漏れ無く正確に出納データを取得することが可能となる．

使用金額認識

出納データの記録を正確に行うためには，使用金額を認識する必要がある．金銭の種類には紙幣と硬貨が存在するため，その両方の使用金額を認識する必要がある．以下は紙幣と硬

図 3.4: 硬貨識別機（株式会社日本コンラックス社製 CLX-40/50）

図 3.5: コインカウンター（株式会社エンゲルス社製 SCC-10）

貨それぞれについて，既存の認識手法と財布に組み込むにあたっての問題点，そしてその解決策について述べる．

紙幣の認識 既存の紙幣の枚数認識機構（図 3.2）は主に精算機や両替機に搭載されている．これらは，紙幣の物理的な大きさ，色彩，磁性体の有無や磁性の強弱によって真贋判定と券種の識別を行っている．図 3.2 に示した識別機の大きさは，85×164×180mm と，財布内に組み込む大きさとしては不適切である．さらに，紙幣を 1 枚ずつ挿入する必要があることも，財布に組み込んで利用するためには適切でない．また，紙幣の認識については研究も行われている．竹田らはニューラルネットワークを用いて紙幣の識別を行う研究を行なっている [TO95][竹田 25]．しかしこれらの研究は，ユーザが紙幣を 1 枚ずつ挿入する必要があり，さらに据え置き型の端末を用いた認識を前提としている．紙幣を 1 枚ずつ財布に挿入することは，実生活の中で利用するにあたっては現実的ではない．

我々は，紙幣の種類毎の枚数を計測することにより，使用金額の認識が可能であると考えた．紙幣の枚数を計測する商品は，既に開発が行われている．小型の製品として図 3.3 の様なハンディタイプのものがある．しかし，図 3.3 に示す計数機の大きさは 195×92×51mm であり，財布の中への組み込みに適した大きさではない．紙幣計数機は回転するローラーによって枚数を実測するものが多く，財布の中という狭い空間においてこの機構を実現することが難しいと判断した．また，重なった紙幣の枚数認識手法の研究として，坂本らは音響を用いた紙幣の枚数認識を行なっている [坂本 95]．この手法は紙幣を最大 3 枚まで認識しているが，財布の中の紙幣を計数する際には 3 枚では十分でない．

硬貨の認識 硬貨の判別は，自動販売機では電磁波で大きさ，厚さ，材質を用いて金種を判別している．株式会社日本コンラックス社の Web ページ[1]を見ると，自動販売機に内蔵

[1] http://www.conlux.co.jp/

図 3.6: 硬貨分別可能なコインケース

されているものは 138×335.6×82mm と，持ち運び用としては適さない大きさであった（図 3.4）．また、比較的小型の商品としては図 3.5 に示すコインカウンターも市販されているが，大きさは 174×207×100mm，重量は 1.8kg であるため，持ち運びには適さない。解決策として，紙幣と同様に種類毎に分類して財布の中に小銭を入れ，それぞれの枚数を計測する手法が考えられる．しかし日本では硬貨は 6 種類存在し，ユーザが財布を使用するたびに硬貨を分類して財布に挿入するのは現実的でない．図 3.6 に示す，小銭を投入するとその大きさによって小銭が分別される貯金箱を用いればユーザが種類毎に小銭を入れる必要はない．しかし，財布に組み込み可能な大きさに硬貨の認識機構を収めることは困難であると考えられる．

本研究では，財布という限られた空間内において実現可能な金銭の認識手段を実現することとした．その第一段階として，本研究では使用紙幣の認識手法を示す．財布は一般的に複数のポケットを有しているため，我々は，紙幣を種類ごとに収納し，それぞれの枚数を計測することにより使用金額の認識が可能であると考えた．アプローチとしては，紙幣中央の透かし部分（図 3.7）に光を投射し，透過した光の照度を計測することによって利用して紙幣の枚数を計測する手法を取る．

図 3.7: 紙幣中央の透かし部分

位置，時刻情報の取得

入出金が行われると同時にログを記録するため，入出金の際の正確な位置情報，時刻情報がユーザに負担をかけること無く取得可能である．その取得のために，財布に専用のモジュールを組み込む．

3.2 マネーログ分析アプリケーション

ER-Wallet を用いて記録されたマネーログの分析を可能にするため，我々はマネーログ分析アプリケーションを開発する．本研究では，位置情報と時刻情報に着目し，それらを基にした家計の分析を可能とする．本節ではマネーログ分析アプリケーションにて利用する出納データ内の情報と，それらを用いた家計の分析方法について述べる．

3.2.1 位置情報からの費目の特定

ER-Wallet を用いて記録したマネーログからは，何に対して出納を行ったか，つまり費目を 1 つ 1 つ分析することはできない．しかし位置情報が取得可能であるため，本研究ではアプリケーション側にて位置情報から店舗を特定することが可能である．本アプリケーションでは店舗と，店舗から特定される店舗の種類（以後店舗タイプ）を位置情報から取得し，出納データの構成要素として含めることとした．

3.2.2 位置情報を基にしたマネーログ閲覧

2.2 節にて述べた様に，これまでの金銭管理に関する研究や Web 家計簿，携帯家計簿アプリは，家計の分析のために金額，費目，年月を主に用いてきた．[竹内 10][TNN+10] では位

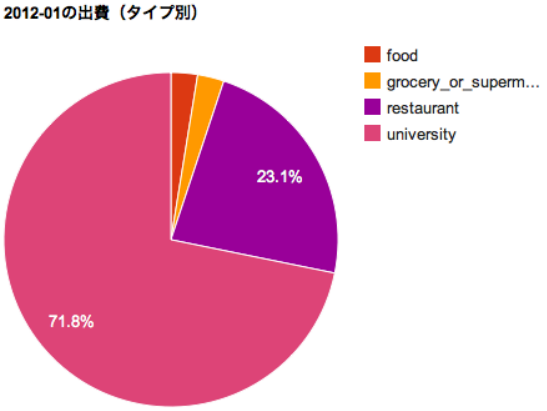


図 3.8: 出納データの店舗タイプ別のグラフ

日付	曜日	時刻	場所	場所タイプ	1000円	5000円	10000円	出費金額	小銭使用	
2011-11-01	Tue	10:14:32	筑波大学	university	0	0	1	0	使用	修正
2011-11-01	Tue	12:44:15	第三学群食堂	restaurant	4	1	0	1000	使用	修正
2011-11-01	Tue	19:53:55	銀の豚	restaurant	3	1	0	1000	使用	修正
2011-11-01	Tue	21:18:01	総合研究棟B棟	university	3	1	0	0	使用	修正
2011-11-02	Wed	01:08:16	ローソンつくば桜２丁目店	convenience_store	3	1	0	0	使用	修正
2011-11-02	Wed	12:34:17	第三学群食堂	restaurant	1	1	0	2000	使用	修正

図 3.9: 出納データのリスト表示

図 3.10: 出納データの地図上での表示

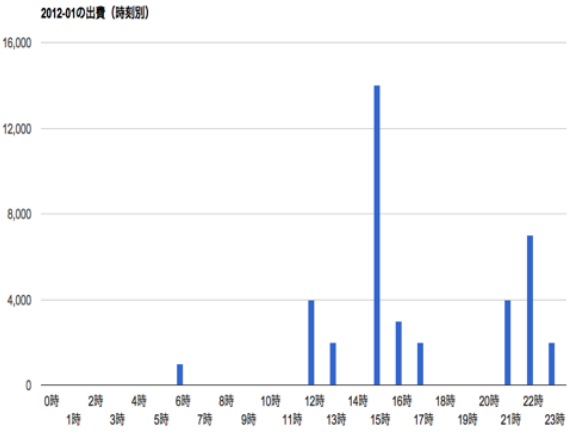


図 3.11: 出納データの時刻毎のグラフ

置情報を用いているが，地図上における特定の範囲での出金予想金額を表示するのみであり，ユーザが過去の出納データ 1 つ 1 つを閲覧しながら家計の振り返りを行うことは想定されていない．

本システムでは，位置情報と時刻情報用いた家計の分析を可能にする．その中でも位置情報については，任意の地域における出納表示を実現する．

任意の地域における出納表示

任意の地域における出納表示とは，地図上でのユーザが指定した範囲内における出納を表示する機能である．この機能は，ユーザの生活圏毎，また，行動パターン毎の出納状況を明らかにするために開発する．ユーザの生活圏や行動パターンとは，例えば，平日は自宅から大学と会社の往復移動を行い，休日には少し遠くへ出かける等が挙げられる．また，数日や数週間毎に，特定の地域へ外出することも考えられる（筆者は 2 週間に 1 度，共同研究のミー

ティングのためつくば市から品川へと出向いている）．金額と費目のみを用いた分析手法では，これらの生活圏のうち，どの地域においてどの程度出金しているかが明らかに出来ない．例えば品川に行った日は食事代が高額になっているという事実は，位置情報を用いれば容易に明らかになる．また，食事代が高額になっているのは品川に行った日だけでなく，東京都内に出かけた日の食事代が全て高額なのかもしれない．マップ上に出納データを視覚的に表示し，ユーザが地図上にて範囲を指定することによってその範囲内における出納データを閲覧できれば，行動範囲毎の出納状況が明らかになり，ユーザはより自らの生活と出納の関係を詳細に知ることができる．なお，出納データの表示は店舗名や店舗タイプ別のグラフ表示（図 3.8），リスト表示（図 3.9），地図上での表示 (図 3.10），そして次の項目にて述べる時刻毎のグラフ表示にて行う．図 3.8 は，出納データ全体におけるの各店舗タイプでの出納の割合を円グラフにて表示した図である．図 3.9 は，出納データを 1 つずつ表示し，表にした表示方法である．日付，曜日，出納場所，出納場所のタイプ，1000 円，5000 円，10000 円の各紙幣の枚数，使用金額，小銭を使用したか否かが表示されている．なお，一番右のカラムはデータ修正用のボタンである．図 3.10 は，各出納データを地図上に配置した図である．1 つのアイコンが 1 つの出納を表現しており，アイコンをクリックすることにより出納の詳細が表示されている．

3.2.3 時刻情報を利用したマネーログ閲覧

時刻情報を利用したマネーログ閲覧では，ユーザの各時刻ごとの出納をグラフにて表現し，分析を行いやすくする．

ユーザは時間帯毎に異なる行動を行なっている．例えば朝，昼，夜にそれぞれ食事をし，朝や夕方に電車を利用する．或いは特定の時間帯に間食するかもしれない．時間帯によって異なる行動を行うため，使用する金銭も時間帯によって異なると予測することが可能である．例えば朝はあまり出金をしていないが，夜に高額な出金をしていることもあり得る．これは既存の家計簿や研究においては明らかにならない情報である．本研究では時刻毎のユーザの出納を明らかにするため，各時刻毎の出金を棒グラフにて表現する（図 3.11）．図 3.11 は，実際に各時刻毎の出納額を棒グラフにて表現した図である．横軸が時刻を表し，縦軸が使用金額を表している．

3.2.4 位置情報と時刻情報を組み合わせたマネーログ閲覧

また，既存の家計簿や金銭の管理に関する研究では，各出納データはそれぞれ独立したものとして扱われており，各出納データの順序は重要視されていない．しかし，同じ目的地へ向かう場合に，その目的地への経路によって出金額が変化する可能性がある．交通費以外の出納を行わない経路がある一方で，不必要な寄り道によって想定外の出納が発生する経路があるかもしれない．移動経路を基にした出納データの振り返りを可能とするため，我々は出納データの経路に着目した．アプリケーションが時系列に沿って各出納データを線で結ぶこ

図 3.12: 出納データの経路

図 3.13: 目的地が同一かつ経路が異なる場合

とによって，1 日の行動経路を表示するインタフェースを開発する（図 3.12）．図 3.12 では，つくばから品川へ移動したある 1 日の移動経路を示している．まずつくば市周辺にて出納を行い，その後品川に移動して出納を行い，つくばに帰ってきてまた出納を行なっていることがわかる．これにより，図 3.13 に示す様に，目的地は同一であるが経路は異なる場合の出納データの違いが視覚的に明らかになる．一定の金額以上使用している日の経路を赤く表示している．この金額はユーザが自由に設定可能である．更に図 3.13 では，同じ目的地である品川に行く複数の経路を表示しているが，東京駅に立ち寄った日はより多くの出納を行なっていることがわかる．これによって，ユーザは出納の多い経路を一目で確認でき，その問題点を確認することができる．

第4章　マネーログ取得デバイスER-Walletの実装

本章では，マネーログ取得デバイスである ER-Wallet の実装を述べる．ER-Wallet は，1000 円，5000 円，10000 円の各紙幣の枚数，GPS 情報（緯度，経度），現在時刻と開閉を取得，保存する．我々はプロトタイプを作成し，実験を繰り返しながらハードウェアや認識アルゴリズムを変更した [韮澤 11] ので，それらについて述べる．

4.1　ER-Walletにて採用した紙幣枚数認識手法

本節では，財布に組み込み可能な紙幣認識機構について述べる．

3.1.3 節にて述べた様に，既存の紙幣認識機構は自動販売機や ATM 等の据え置き型の端末に搭載することを前提としており，財布の中においてこれらの手法を用いるのは困難である．そこで我々は，紙幣の透かし部分の光の透過性に着目し，紙幣の枚数を計測するアプローチを取った．

我々は，財布に組み込んで持ち運び可能な紙幣の枚数認識機構として，LED と照度センサを用いた機構を開発した．この機構は，LED と照度センサを向かい合わせに設置してその間に紙幣を挟み，計測された照度によって紙幣の枚数を認識する（図 4.1）．紙幣の枚数が少ない場合は図 4.1(a) の様に光が透過しやすく，照度センサから得られる値は大きくなる．紙幣の枚数が多い場合は，図 4.1(b) に示す様に光が透過しづらく，照度センサから得られる値は小さくなる．

LED と照度センサを，紙幣の中央の透かし部分を照らす様に設置する．透かし部分の表裏や上下が揃わずとも光の透過に大きな影響は無いため，紙幣の裏表や上下が揃っていない財布の中でも安定して枚数の認識を行うことが可能である．LED と照度センサの間に紙幣を挿入した様子を図 4.2（LED 側から撮影），図 4.3（照度センサ側から撮影）に示す．これらの図から，LED の光が紙幣の透かし部分を透過していることがわかる．

券種の識別については，財布の中にセンサを組み込む場合，物理的な空間が狭い点と紙幣が混在する点から，既存の手法を用いることは困難であると考えられる．そこで本研究では，財布に複数用意されている紙幣ポケット毎に券種を分けて挿入し，それぞれのポケットに挿入されている紙幣の枚数を認識する．なお，本研究において扱う券種は 1000 円，5000 円，10000 円の 3 種である．財布のポケットは 3 つ程度のものが一般的であり，4 つのポケットを持つ財布は一般的でないこと，更に 2000 円紙幣の発行数が年々減り続けており，現在発行数が最も少ない [ban] ことから，今回は 2000 円紙幣を除外した．

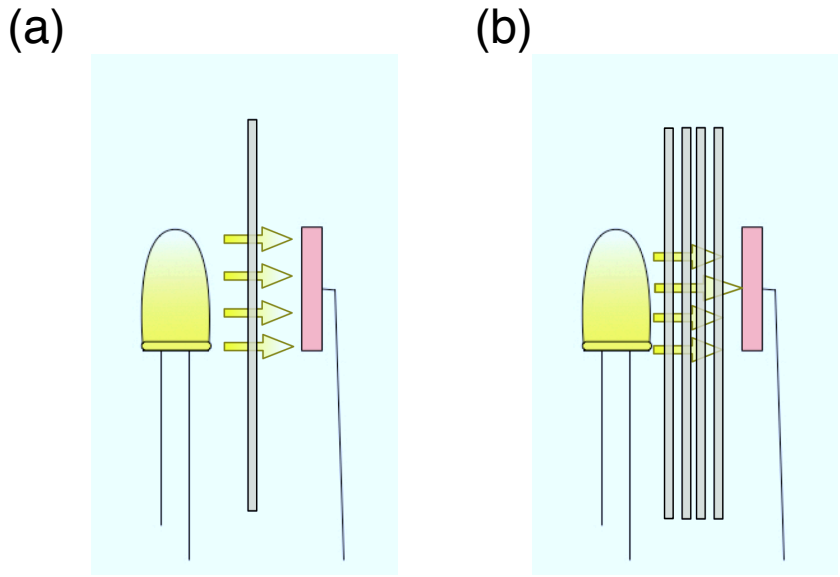


図 4.1: 提案手法の模式図：(a) 紙幣の枚数が少なく，LED の光が透過しやすい (b) 紙幣の枚数が多く，LED の光が透過しづらい

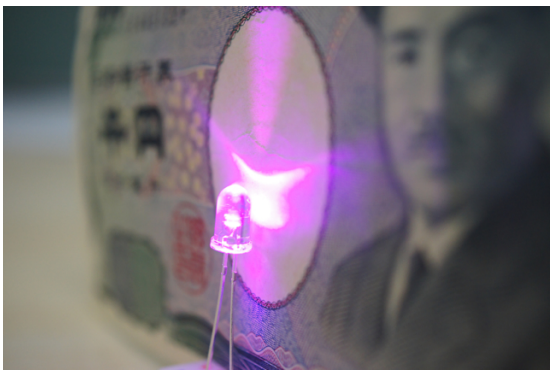


図 4.2: 紙幣を挿入（LED 側から撮影）

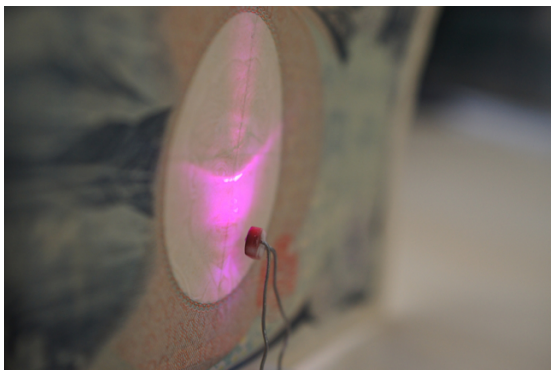


図 4.3: 紙幣を挿入（照度センサ側から撮影）

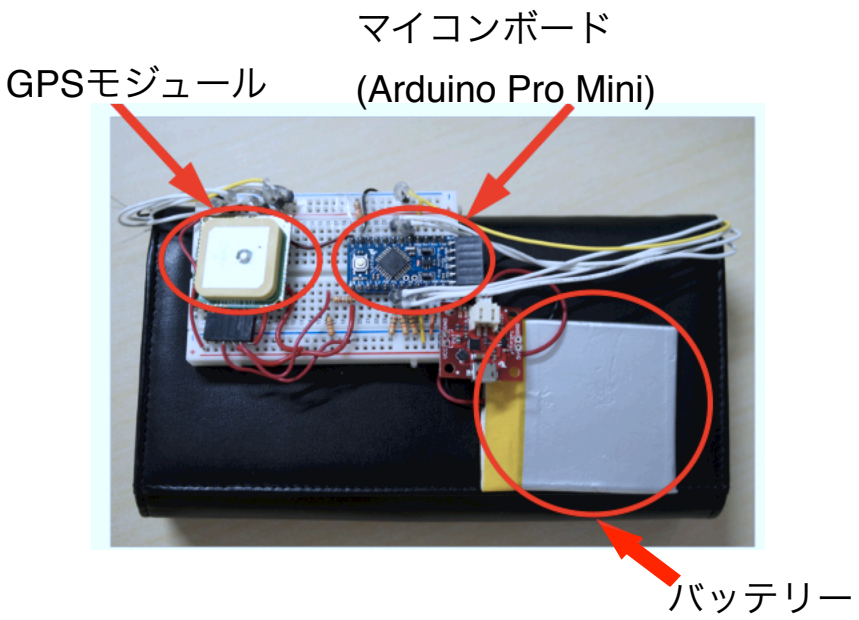


図 4.4: ER-Wallet のプロトタイプ 1

4.2 プロトタイプ 1 の実装

市販の財布にセンサやモジュールを取り付けて，使用金額を認識可能な財布のプロトタイプを作成した．作成したプロトタイプを図 4.4 に示す．回路部分の大きさは 90×160×25mm であり，財布の裏に貼付けている．なお，回路部分の重量はバッテリーを含んで約 90g である．プロトタイプ 1 は，市販の長財布に以下に示すモジュールや機構を組み込むことにより実装した．

- 財布の開閉検知機構
- 使用紙幣認識機構
- GPS モジュール
- マイコンボード

プロトタイプ 1 は SparkFun Electronics 社製のリチウムイオンポリマー電池（2000mAh）[1]を電源として動作する．プロトタイプの実装では，使用紙幣認識機構の照度センサには Macron International Group Ltd. 製の CdS セルである MI527[2]を用いた．

財布には，市販の長財布を用いた．この財布は紙幣ポケット 3 つとカードポケット，小銭入れを有する．

[1] http://www.sparkfun.com/products/8483
[2] http://www.macron.com.hk/productlist.htm

図 4.5: 財布に取り付けられたボタンの概観

図 4.6: ボタン部分の拡大図

図 4.7: ポケット内部の概観

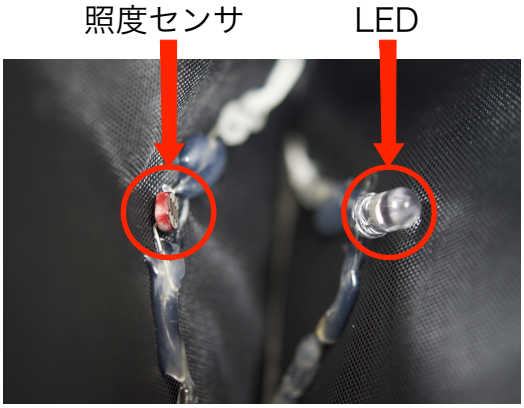


図 4.8: ポケット内部の拡大図

4.2.1　財布の開閉検知機構

ER-Wallet では，ユーザが財布を開き，金銭を取り出し，財布を閉じる一連の動作を行った際に LED を点灯させ，照度センサの値（以後，照度）を計測する．具体的には，財布を閉じた際に LED を点灯させ，一定時間（今回は 2 秒）後に照度を計測し，LED を消灯する．LED 点灯後に照度を計測するまでに一定時間間をおく理由は，財布を閉じた瞬間は財布に押しつぶす力がかかっており，照度センサの値が安定しないためである．

財布の開閉を検出するため，開閉検出機構を実装した．プロトタイプ作成に用いた財布には開閉用の金属製のボタンが取り付けてある（図 4.5）．このボタンに，図 4.6 に示す様に導線をはんだ付けすることにより，財布が開いているときは通電せず，財布が閉じるとボタン同士が接触して通電状態となる．これによって，通電／非通電の状態によって財布の開閉が検出可能となる．

4.2.2 紙幣認識機構

紙幣認識機構の財布への組み込み方を示す．図 4.7，図 4.8 は，それぞれ財布の紙幣ポケットの中央部に取り付けた LED と照度センサの概観と拡大図である．紙幣ポケットは紙幣のサイズに合わせて作られているため，ポケットの中央部に LED とセンサを配置して紙幣を挿入すると，LED の光は自然に透かし部分を照射する．このため，ユーザが特に紙幣の挿入の仕方を工夫せずともシステムが紙幣の枚数認識を行うことができ，ユーザに負担を与えない形での枚数認識を実現している．

4.2.3 GPS モジュール

位置，時刻を取得するため，GPS モジュールを取り付けた．GPS モジュールは LOCOSYS Technology Inc. 製の LS20031[3]を使用した．このモジュールから得られた GPS 情報から，緯度経度，時刻を抽出する．

4.2.4 マイコンボード

マイコンボードとして，Arduino Pro Mini[4]を用いた．回路の大型化を抑えるため，小型のマイコンボードを利用した．

4.3 照度の変化に環境が与える影響に関する予備実験

今回実装した機構は照度を計測するため，紙幣の状態や計測する環境によって照度の値に変動があると考えられる．そこで，実装した紙幣認識機構において計測される照度が，どのような要因にどの程度影響を受けるかを検証することとした．具体的には，紙幣の新旧の違い，券種の違い，照光条件の違いによる照度への影響を，実際に紙幣を挿入して照度を計測することによって調査した．

4.3.1 紙幣の新旧による照度への影響の調査

調査目的

紙幣の新旧が照度にどの様な影響を与えるかを調査する．

[3]http://www.locosystech.com/product.php?zln=en&id=20
[4]http://arduino.cc/it/Main/ArduinoBoardProMini

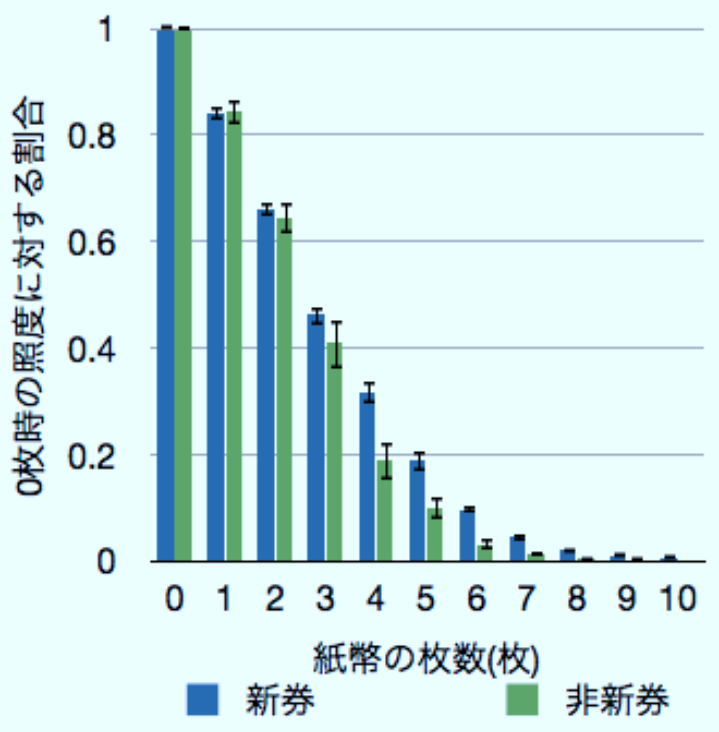


図 4.9: 紙幣の新旧を変えての照度の計測結果

調査方法

紙幣には新券と非新券の 1000 円紙幣それぞれ 10 枚ずつを用い，以下の手順に沿って照度を計測した．

1. 財布に紙幣を挿入する．この際，向きと順番をランダムにする
2. 財布を閉じてから 2 秒間待ち，その後 1 秒おきに 5 回照度を計測する．なお，5 回計測する理由としては，財布を閉じた後の時間経過によって照度に大きな変化があるか否かを調査するためである．
3. 財布から紙幣を取り出す

以上の手順を 1 試行とし，各枚数毎に 10 試行ずつ行った．なお，新券のみの場合（新券条件）と非新券のみの場合（非新券条件）の 2 パターンに分けて実験を行った．

結果と考察

計測結果のグラフを図 4.9 に示す．このグラフは，新券条件と非新券条件をそれぞれ青と緑で表している．紙幣 0 枚の平均照度を 1 とし，各枚数 5×10 回ずつ計測した際の，それぞ

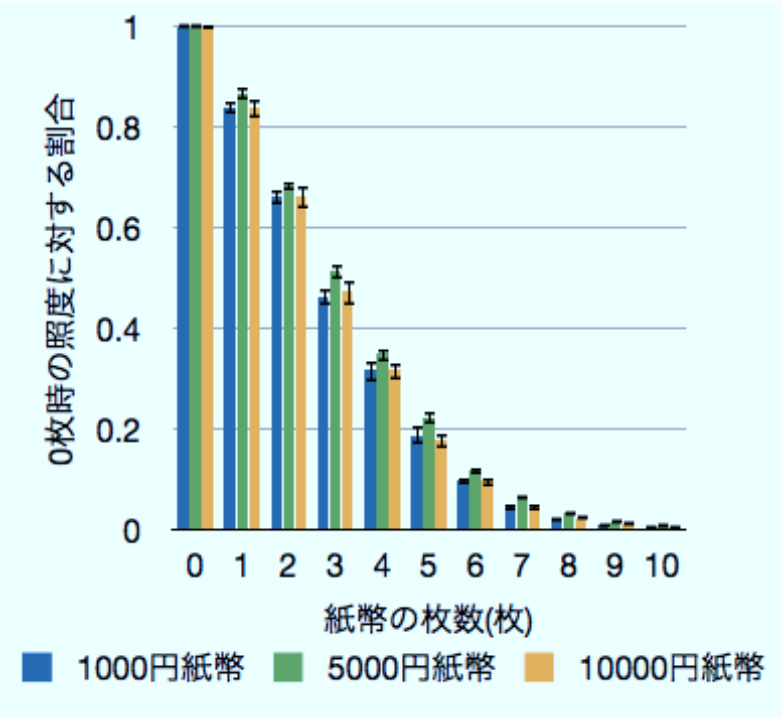


図 4.10: 紙幣の種類を変えての照度の計測結果

れの枚数における平均照度の割合を示している．エラーバーは標準偏差を示す．1 秒おきに 5 回計測したことによる照度の変化は微小なものであった．

この結果から，新券条件及び非新券条件の両者において，枚数が増加するにつれて照度が減少することがわかる．また，非新券条件の標準偏差が，新券条件よりも大きい．ただし，財布の中の紙幣が全て新券もしくは非新券に統一されていると仮定した場合，充分に大きな照度が得られている 0 から 6 枚目までは標準偏差を鑑みても他の枚数の場合と平均値が重なることは無い．

しかし, 非新券 4 枚と新券 5 枚の場合の照度の平均値がほぼ同一になっている．この事例は 6 枚目以上においても見られ，照度は紙幣の新旧によって影響を受けると考えられる．ただ，日常生活において，財布の中の紙幣が全て新券であることは少ない．少ない枚数ならば全て新券になることはあり得るが，3 枚までは新券の値と非新券の照度に大きな差異はなく，新券のみの場合も正しく認識できると考えられる． また，新券と非新券を様々な混ぜ方にて混ぜた状態において事前に照度を計測しておくことにより認識可能性は向上するとも考えられる．

4.3.2　券種による照度への影響調査

調査目的

紙幣の券種（1000 円紙幣，5000 円紙幣，10000 円紙幣）が照度にどの様な影響を与えるかを調査する．

調査方法

4.3.1 節に示した手順に従って照度を計測した．今回は，1000 円紙幣，5000 円紙幣，10000 円紙幣の新券をそれぞれ 10 枚用いて実験を行った．

結果と考察

計測結果のグラフを図 4.10 に示す．このグラフは，1000 円紙幣，5000 円紙幣，10000 円紙幣を用いた場合の照度をそれぞれ青，緑，黄で表している． 紙幣 0 枚のときの平均照度を 1 し，各枚数 5×10 回ずつ計測した際の，それぞれの枚数における平均照度の割合を示している．エラーバーは標準偏差を示す．

この結果から，どの紙幣においても，枚数による照度値の減少の傾向に差異はないことがわかる．この結果と考察より，以降の枚数認識実験においては全て 1000 円紙幣のみを用いる．

4.3.3　日照条件による照度への影響調査

調査目的

日照条件が照度にどの様な影響を与えるかを調査する．

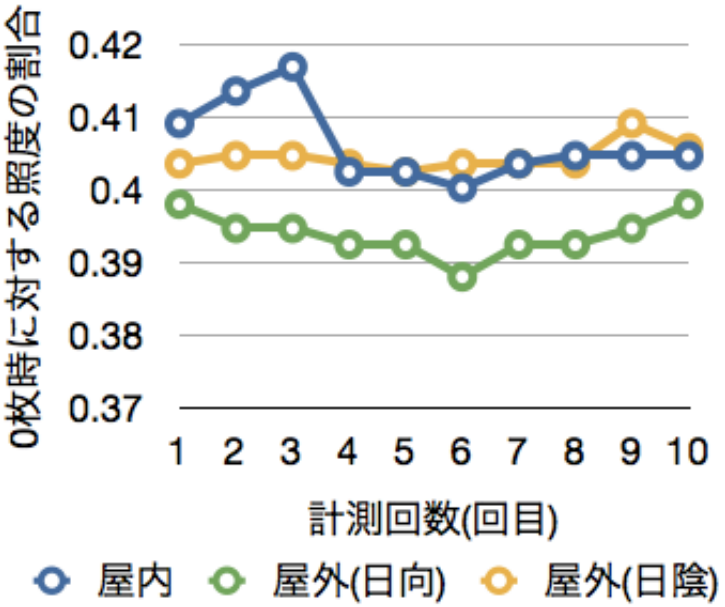


図 4.11: 照光条件の違いに関する調査の結果

調査方法

晴れた日に，プロトタイプを屋内（屋内条件），屋外の日陰（日陰条件），屋外の日向（日向条件）に置き，各場所毎に照度を 1 秒に 1 回，計 10 回得た．なお，本実験においては，4.3.1 節の予備実験において標準偏差が最も高くなった，非新券の 1000 円紙幣 3 枚をプロトタイプに入れた状態で照度の計測を行った．

結果と考察

計測結果のグラフを図 4.11 に示す．横軸は計測回数を，縦軸は屋内条件における紙幣 0 枚のときの平均照度を 1 としたときの照度の割合を示している．

グラフを見ると日向条件での照度が他の条件と比較して小さい．しかし，4.3.1 節における非新券の 1000 円紙幣 3 枚の場合，50 回計測した照度の割合の最大値と最小値の差は 0.0289 であり，今回得られた差は全てこの中に収まっている．つまり，照光条件による照度値への影響は，紙幣の新旧による影響よりも小さいと考えられ，本手法を用いた紙幣の枚数認識が屋内において可能ならば，照光条件の異なる場所においても同じく可能であると考えられる．以降，枚数認識実験を全て屋内において行うこととする．

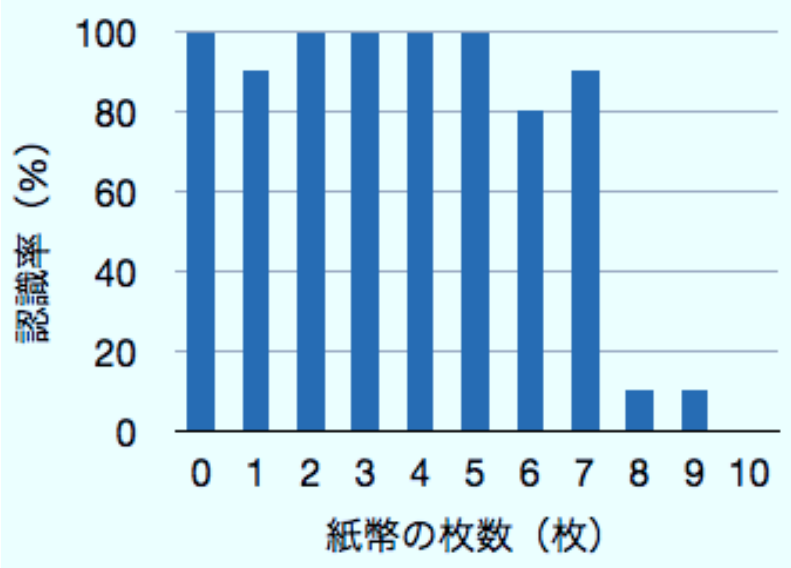


図 4.12: 枚数認識実験の認識率

4.4　紙幣の枚数認識実験

どの程度の枚数認識率が得られるかを確かめて本機構の可用性を調査するため，値の近似を取る単純なアルゴリズムを用いて枚数認識実験を行った．

4.4.1　枚数認識アルゴリズム

まず事前準備として，予備実験の結果を基に，紙幣 0 枚の平均照度に対する各枚数の平均照度の割合 $R_n = \frac{B_n}{B_0}$ を計算しておく．ここで，B_0 は紙幣が 0 枚の場合の平均照度，B_n は紙幣が n 枚の場合の平均照度である．例えば，紙幣が 1 枚の場合は $R_1 = \frac{B_1}{B_0}$ となる．枚数認識時には，得られた照度を B_0 で割り，最も近い R_n を算出して枚数を決定する．

今回の実験では，4.3.1 節における実験にて得られた中でも標準偏差の大きい非新券の照度を用いて R_n を算出した．非新券条件の値を用いた理由は，値の変動が最も大きい非新券条件にて認識が可能であれば，実用可能性が高いと判断できるためである．

4.4.2　実験方法

実験を以下の手順に沿って行った．

1. 紙幣の向きと順番をランダムにし，財布に挿入する
2. 財布を閉じてから 2 秒後に，照度を 1 回取得し，枚数を認識させる

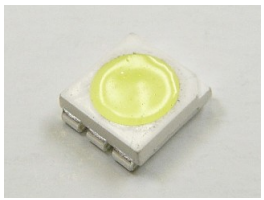


図 4.13: 白色チップ LED

3. 財布から紙幣を取り出す

以上の手順を 1 試行とし，各枚数毎に 10 試行ずつ行った．紙幣には，非新券の 1000 円紙幣 10 枚を用いた．

4.4.3 結果と考察

認識率のグラフを図 4.12 に示す．このグラフを見ると，7 枚目までは全て比較的高い認識率（80%以上）が得られており，0 枚目から 7 枚目までの合計の認識率は 95%であった．一方，8 枚以上では，大幅に認識率が低くなる（0〜10%）．なお，8 枚以上の場合，正しく認識した試行を除くと全てが 7 枚もしくは 8 枚と認識されていることがわかった．また，今回の実験において行った全 100 試行の合計の認識率は 70.9%であった．

家計簿に記録するデータは金銭のデータであり，家計の分析を行うにあたってはより正確なデータであることが求められる．家計簿に記録するデータとしては， 70%の認識率では充分に正確であるとは言えない．また，8 枚以上の紙幣を認識することは困難であったが，日常生活において，購買の際の釣り等で財布内の 1000 円紙幣の数が 8 枚以上になることがあり得る．我々は今回の実験から，認識率を向上させるための手段を以下の様に考察した．

1. LED の輝度の変更
2. 認識アルゴリズムの改良
3. LED と照度センサの増設

1. について，8 枚以上の場合は認識精度が著しく低くなった．しかし予備実験から，8 枚以上でも枚数の増加につれて照度が少しずつではあるが小さくなることがわかっている．より輝度の高い LED を用いる，または LED を複数個用いる等の手段を用いて紙幣を照射する光の明度を高くすることにより，8 枚以上でも枚数間の照度の差が大きくなり，認識が可能になると考えられる．

2. について，今回用いた認識アルゴリズムは，計測した照度と事前に計測した照度の近似を計算して枚数を計測しているだけである．このアルゴリズムでは，ある枚数と他の枚数の照度の境界，例えば 2 枚と 3 枚の場合の照度の境界の値を計測した場合に，正しい認識結果

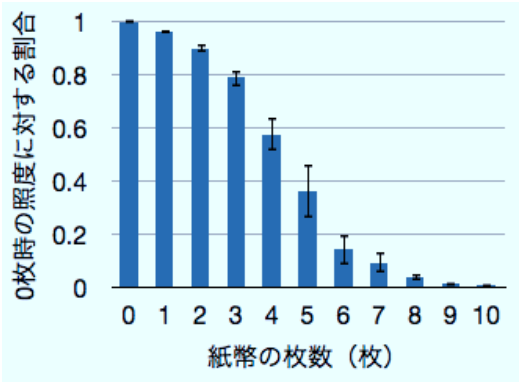


図 4.14: チップ LED1 枚点灯時の照度

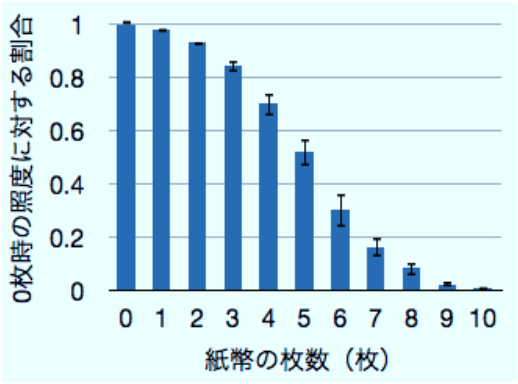


図 4.15: チップ LED3 枚点灯時の照度

が得られない場合がある．そのため，得られる照度の分散を考慮に入れ，さらに条件を変えて複数回計測した結果を用いて認識を行うことが有効であると考えられる．

3. について，今回の実験で 6 枚以降の認識率が低下している原因として，紙幣の枚数が増加する際，紙幣の皺や汚れ，透かしの模様が重なることによる照度の低下が考えられる．これは透かし部分を照らす LED と照度センサを増設し，複数位置での値を取得した上で枚数認識を行うことによって解決可能であると考えられる．この際，設置する複数の照度センサを上下や左右に距離をおいて設置し，片方の照度センサと皺や汚れが重なっても，他の照度センサによって正しく認識が行える様にする．

4.5　プロトタイプ 1 の改良

4.4.3 節の考察を受けて，LED の輝度の変更，認識アルゴリズムの改良，LED とセンサの増設を行い，それぞれについて枚数の認識実験を行った．

4.5.1　LED の変更

8 枚以上の紙幣を正しく認識するために，LED をより高輝度なものに変更した．使用した LED（S3C5050WH[5]）を図 4.13 に示す．この LED はチップ LED3 枚から構成されており，1 枚ずつ点灯 / 消灯を制御することが可能である．4.4 節の実験の際に用いた LED の輝度が 4000mcd であるのに対し，今回利用した LED の輝度は全てのチップを点灯させた状態で 5400mcd である．更に，点灯している面を照度センサに向けて設置するため，照度センサから得られる値が大きくなり紙幣の枚数が多くても正しく認識できると考えた．

このことを確認するために，高輝度の LED を財布に取り付け，照度を取得した．今回は，チップ LED を 1 枚点灯させた場合と 3 枚点灯させた場合の照度を計測した．

[5]http://www.sousin.net/shopdetail/012005000001/

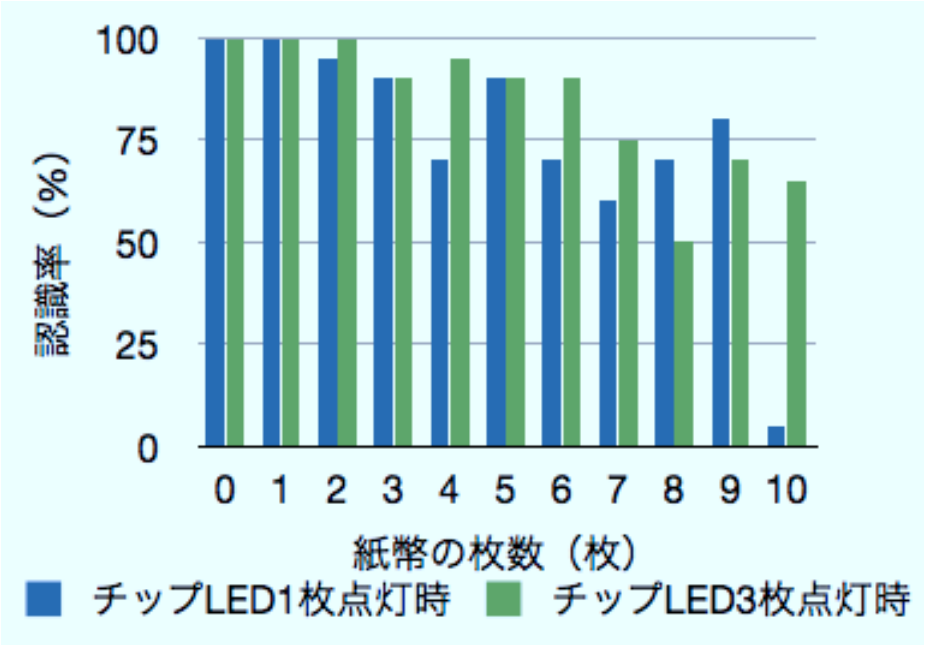


図 4.16: チップ LED1 枚点灯時と 3 枚点灯時における認識率

調査方法 チップ LED を 1 枚点灯させた場合と 3 枚点灯させた場合の照度を計測する．照度の計測方法は 4.3.1 節にて述べた方法と同一である．なお，今回は各枚数毎に 20 回ずつ照度の計測を行い，新券と非新券紙幣を 5 枚ずつランダムに混ぜている．

調査結果 図 4.14 と図 4.15 に，紙幣 0 枚の場合の平均照度を 1 としたときの，それぞれの枚数における平均照度の割合のグラフを示す．図 4.9 のグラフと比較すると，少ない枚数における枚数毎の差分が小さくなっており，枚数が多い場合の枚数毎の差分は大きくなっている．これにより，4.4 節にて用いた LED よりも紙幣の枚数が多い場合の認識精度の向上が見込めると考えられる． また，少ない枚数では標準偏差がごく小さな値であるため，照度の差が小さくても認識は可能であると考えられる． この結果を踏まえ，再び紙幣の枚数認識実験を行った．

なお，本節における実験においては，より日常生活に近い状況を再現するため，新券と非新券の 1000 円紙幣をそれぞれ 5 枚ずつをランダムに混ぜて用いている．

チップ LED の点灯を変化させた紙幣の枚数認識実験

チップ LED を 1 枚点灯させた場合と 3 枚点灯させた場合，それぞれについて紙幣の枚数認識実験を行った．

実験方法　実験方法は 4.4 節と，認識アルゴリズムは 4.4.1 節と同一である．また，今回は各枚数毎に 20 回ずつ認識を行った．

結果と考察　チップ LED1 枚点灯時と 3 枚点灯時の認識率のグラフを，図 4.17 に示す．

予想に反して，紙幣が 8 枚と 9 枚のときの認識結果が，チップ LED を 1 枚点灯させた場合の方が 3 枚点灯させた場合より高かった．しかし，チップ LED1 枚点灯時は，紙幣が 2，4，6，7，10 枚の認識率が低い．また，チップ LED3 枚点灯時は，紙幣が 6 枚以下の場合は比較的認識率が高いが，7 枚以上は認識率が低下する．なお，チップ LED1 枚点灯時の全 220 試行における認識率は 75.46%，3 枚点灯時の全 220 試行における認識率は約 84.1%であり，どちらも 4.4 節の実験よりも認識率が向上していることがわかる．

結果より，LED の輝度を上げることによって紙幣の枚数認識率は向上したが，特に 7 枚以上の枚数の認識率は依然低いままであった．

4.5.2　枚数認識アルゴリズムの変更

LED を高輝度にすることによって認識率は向上したが，さらに認識率を向上させるため，4.4.3 節の 2. にて述べた認識アルゴリズムの改良を行った．

認識アルゴリズムに尤度を用いることとした．まず，照度は正規分布に従うと仮定し，事前準備として，照度を測定し，正規分布の確率密度関数を作る．平均を μ，分散を σ としたときの正規分布の確率密度関数 $f(x|\theta)$ は

$$f(x|\theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}) \tag{4.1}$$

と表される．ただし，$\theta = (\mu, \sigma^2)$ とする．枚数認識時には，チップ LED を 1 枚点灯させた場合と 3 枚点灯させた場合のそれぞれの $f(x|\theta)$ を計算し，尤度関数に代入する．尤度関数 $L(\theta)$ は，

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^{n} f(x_i|\theta) \tag{4.2}$$

と表される．今回，チップ LED を 1 枚点灯させた場合と 3 枚点灯させた場合の，紙幣 0 枚時の照度に対する照度の割合をそれぞれ x_1, x_2 とした．

尤度関数を用い，点灯パターンを変更することにより，4.4.3 節にて述べた，ある枚数と他の枚数との照度の境界の照度を取得した場合も正しく枚数の認識が可能になると期待される．

尤度関数を用いた紙幣の枚数認識実験

実験方法　実験手順は以下の通りである．

1. 向きや順番をランダムにした紙幣を財布に挿入する

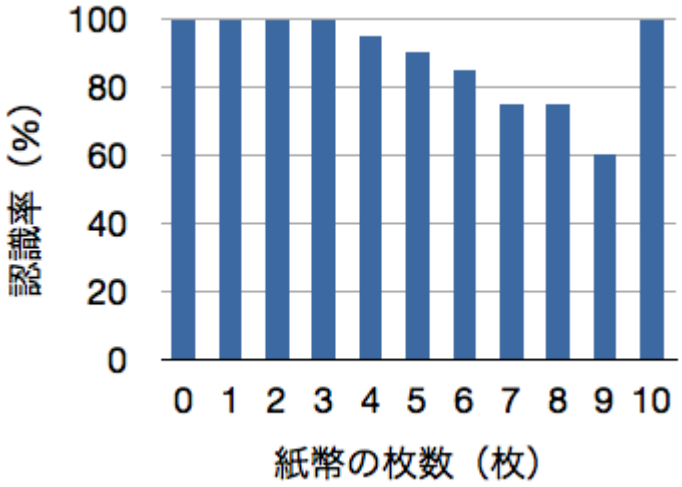


図 4.17: 尤度を用いた際の認識結果

2. 財布を閉じてから 1 秒間待ち，その後 0.1 秒おきに LED3 枚点灯時のセンサの値と 1 枚点灯時の照度をそれぞれ 3 回ずつ計測し，尤度を計算して枚数を認識させる

3. 財布から紙幣を取り出す

以上の手順を 1 試行とし，紙幣 0 枚から 10 枚まで，それぞれ 20 試行ずつ行った．なお，本アルゴリズムは 2 パターンの点灯について照度を計測するため，4.4 節と同じ条件で行うと，認識に多くの時間を要する．従って今回は，照度の計測間隔を，照度センサの応答速度によって照度に影響が出ない程度の 0.1 秒に短くした．

結果と考察　認識結果のグラフを図 4.17 に示す．図 4.17 より，枚数が増えるにつれて認識率が下がっていることがわかる．また，誤認識となった試行を分析すると，実際に挿入した枚数よりも多くの枚数として認識される，つまり，照度が小さくなるという結果が得られた．なお，今回の実験にて行った全 220 試行における認識率は約 89.1%であり，4.4 節における実験よりも認識率が向上している．

尤度を用いた認識を用いることによって認識率は向上したが，7 枚以上の場合の認識率はほとんど向上していない．この原因として，以下の点が挙げられる．

- 皺や汚れによる照度の低下
- LED の指向性と透かし部分の模様による照度の低下

前者は，4.4.3 節にて述べた通り，紙幣の皺や汚れが透かし部分を透過する光を遮ることによる照度の低下である．後者について， 今回の実装では，LED の点灯する面と照度センサが向かい合わせであるために指向性が強くなっている．そのため，LED が透かし部分（図 4.18）

図 4.18: 1000 円紙幣の透かし部分

図 4.19: LED と照度センサの位置

のヒゲや眉毛などの黒い部分を照らした状態で紙幣が複数枚重なった場合，計測される照度が低くなると考えられる．

これらの問題は，LED と照度センサを複数設置し，それらから得られる照度のうち最も高い値を紙幣の枚数認識に利用することによって解決できると考えられる．

4.5.3　LED と照度センサの複数設置

考察を踏まえて，LED と照度センサの設置箇所を増やすこととした．これまでは図 4.19 の下部の円の部分にのみ照射する様に LED とセンサを設置していたが，新たに図 4.19 の上部の円の部分にも LED とセンサを設置した．新たに LED とセンサを設置した位置は，紙幣を正体して挿入した場合は模様が少ない部分であり，光が透かし部分の模様によって減衰しづらい部分である．そのため，模様による照度の低下を原因とした誤認識の発生を防ぐことができる．

LED と照度センサを複数用いた紙幣の枚数認識実験

これまで利用してきた LED と照度センサに加えて，4.20 節にて新たに設置した LED とセンサも利用して紙幣の枚数認識実験を行った．

実験方法　この実験は，4.5.2 節と同一の手順にて行った．また，紙幣の認識に用いる照度として，4.5.2 節を踏まえ，2 つの照度センサから得られる値を比較して，より大きい方の値を

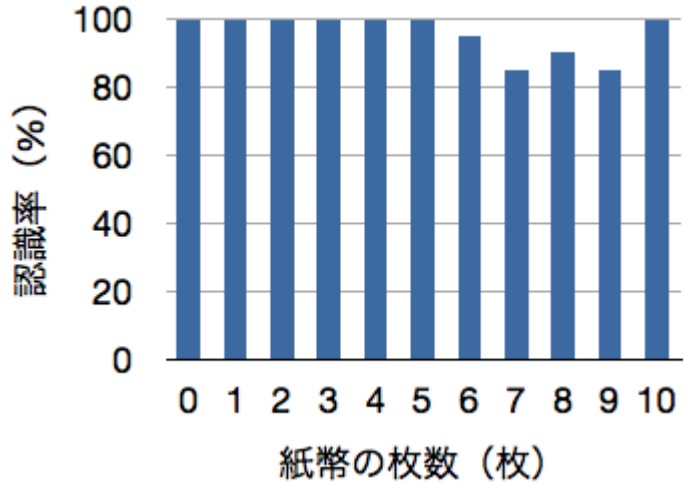


図 4.20: LED を 2 つ用いた際の認識結果

用いた.

結果と考察 認識率のグラフを図 4.20 に示す．グラフより，6 枚から 9 枚は正しく認識できないケースが見られるが，4.4 節における実験結果と比較すると認識率が向上していることが見て取れる．なお，全 220 試行における認識率は約 95.9%を示した.

従って，LED とセンサを複数用いる手法は枚数認識に有効であると考えられる．計測時に利用した紙幣を観察したところ，透かしの中央部に皺が多く，透かしの上部には皺が少ないものがあった．このような紙幣は，LED と照度センサが 1 つずつの場合は正しい認識の妨げとなるが，皺が少ない部分を照らす LED と照度センサが有れば正しく認識することが可能である． 更に LED とセンサを増やすことにより，6 枚〜9 枚の認識率の更なる向上が見込める.

4.6 改良後のプロトタイプ 1 を用いた使用金額認識実験

これまでに示した 3 点について改良を行ったプロトタイプ 1 を用いて，使用金額の認識実験を行った.

4.6.1 実験方法

0 から 10 までの乱数を 30 個用意し，財布の中の紙幣の枚数が用意した乱数と一致する様に紙幣の挿入，抜去を 30 回繰り返した．例えば乱数が 2，4，9，3 であった場合は，財布に 2 枚紙幣を挿入し，次に 2 枚挿入，次に 5 枚挿入し，6 枚抜去する，という手順になる．挿入，抜去を行って財布を閉めた際に，4.20 節と同様に紙幣の枚数を認識する．これを 1 試行とし，

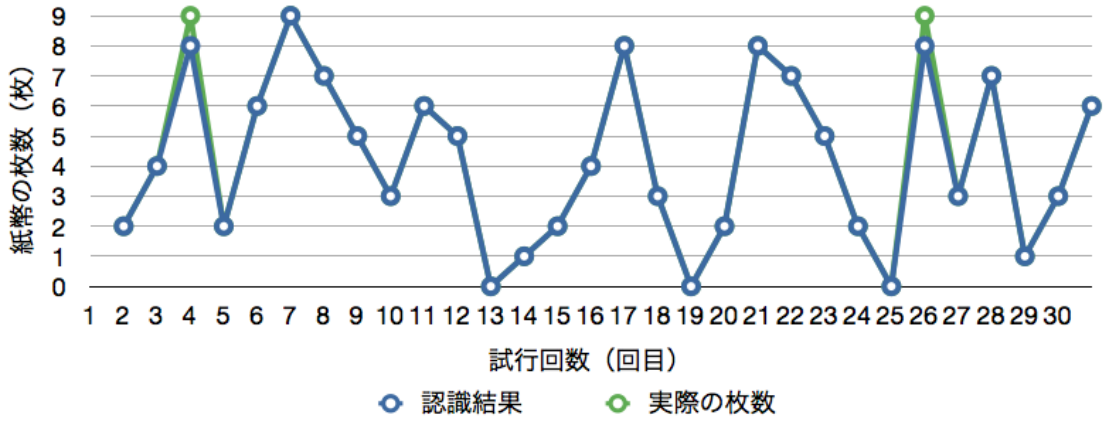


図 4.21: 改良後のプロトタイプ 1 を用いた認識実験における紙幣の推移

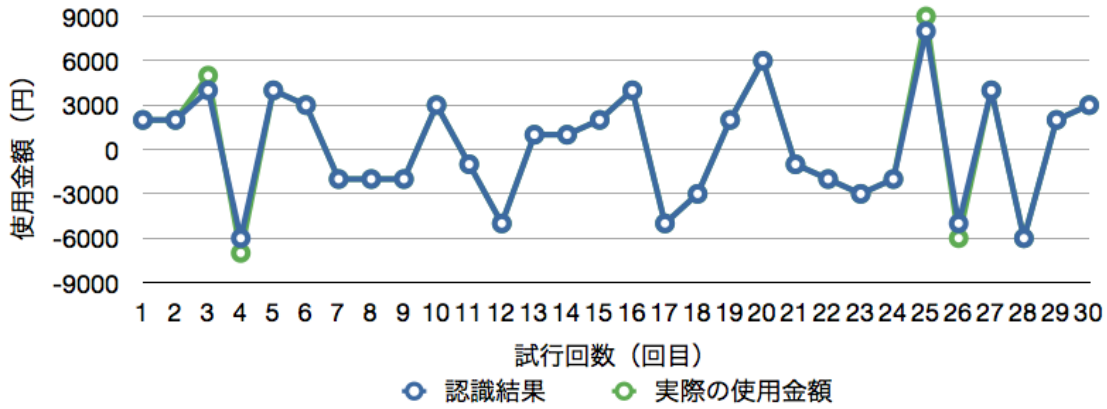


図 4.22: 改良後のプロトタイプ 1 を用いた認識実験における使用金額の推移

直前の試行によって認識された枚数と現在の試行によって認識された枚数の差分を取ることにより，使用金額を認識した．なお，紙幣には非新券 1000 円紙幣を 10 枚用いた．

4.6.2　結果と考察

実験結果のグラフを図 4.21 と図 4.22 に示す．図 4.21 は紙幣の推移をグラフにしたものであり，図 4.22 は使用金額の推移をグラフにしたものである．青色のグラフが認識結果を表しており，緑色のグラフが実際の値を示している．30 回の試行における認識率は 86.7%であった．誤認識となった 4 試行を分析すると，財布に 9 枚紙幣が入っているときに 8 枚と認識された試行が 2 回観察され，そのため使用金額の認識が 4 回失敗している．

しかし，誤認識が確認されたのはいずれも 8 枚以上という多数の紙幣の場合であり，それ以外の認識率は 100%を示している．また，実験中に財布に 8 枚以上紙幣が存在する場合が 5

図 4.23: ER-Wallet のプロトタイプ 2（前面）

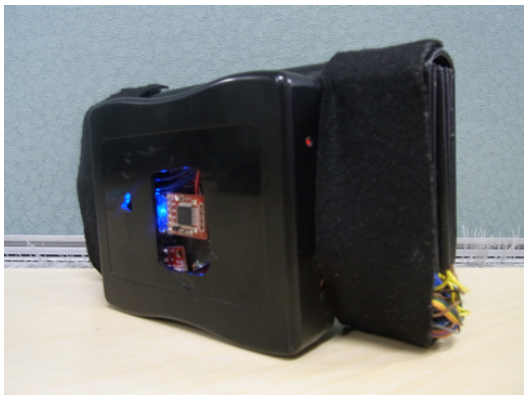


図 4.24: ER-Wallet のプロトタイプ 2（背面）

回あったが，そのうち 3 回は認識に成功しており，改良前のプロトタイプ 1 を用いた 4.4 節における実験と比較して認識率が上昇していることがわかる．

4.7 プロトタイプ 2 の実装

これまで述べた紙幣認識機構を用い，ER-Wallet のプロトタイプ 2 を作成した．作成したプロトタイプ 2 の外観を図 4.23 及び図 4.24 に示し，回路図を図 4.25 に示す。プロトタイプ 1 では認識率は 100%に届いていないが，財布に組み込んで実際に使用することを考慮し，これ以上センサを増設せず，第 5 章に示すソフトウェア上において金額の修正を行うこととする．

プロトタイプ 1 では 1 つの紙幣ポケットにのみ LED とセンサを設置したが，プロトタイプ 2 では各紙幣ポケット全てに設置し，1000 円，5000 円，10000 円の各紙幣の枚数をそれぞれ計数できる様にした．

4.7.1 プロトタイプ 2 の構成要素

本プロトタイプは，市販の長財布に以下に挙げる機構，モジュール類を組み込むことにより実装した．

- 財布の開閉検知機構
- 使用紙幣認識機構
- GPS モジュール
- RTC モジュール
- microSD カードリーダライタ
- マイコンボード

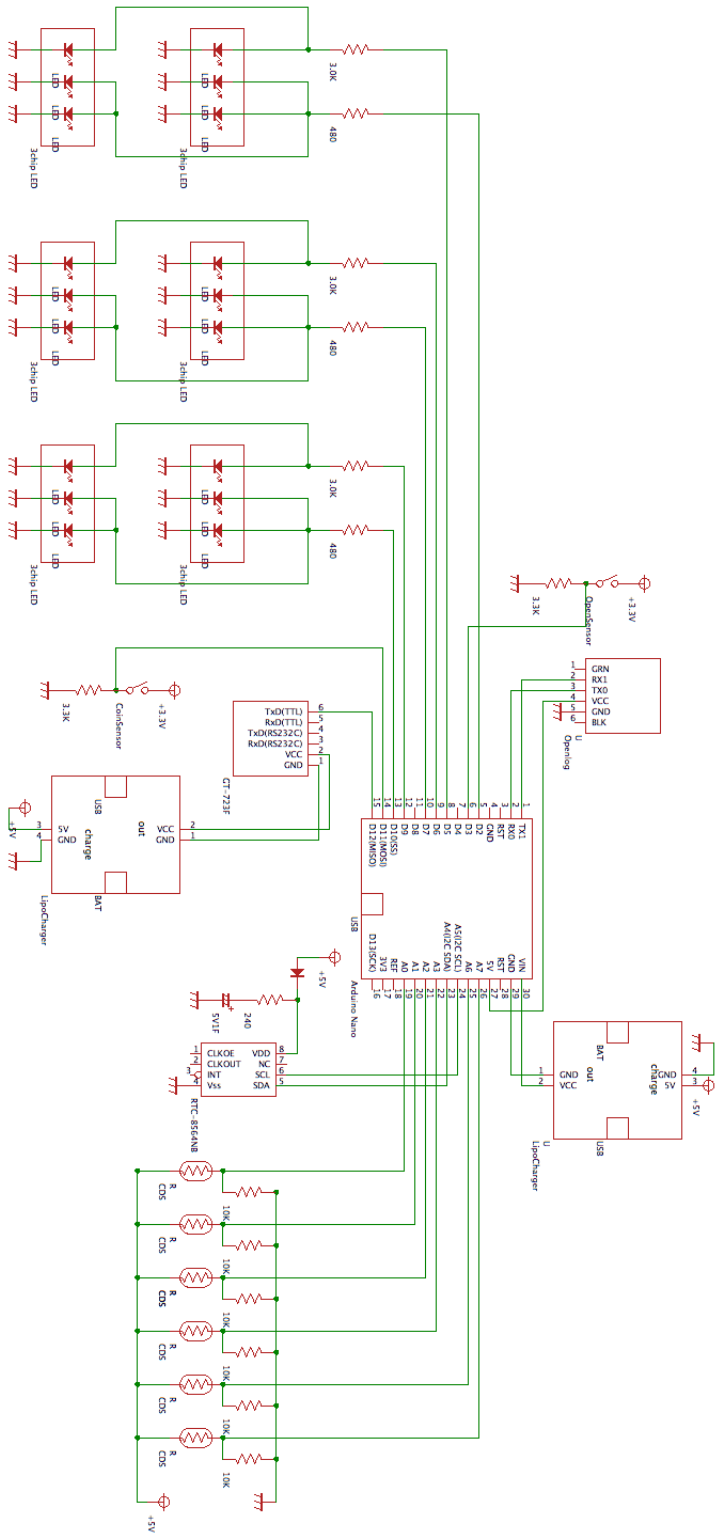


図 4.25: ER-Wallet プロトタイプ 2 の回路図

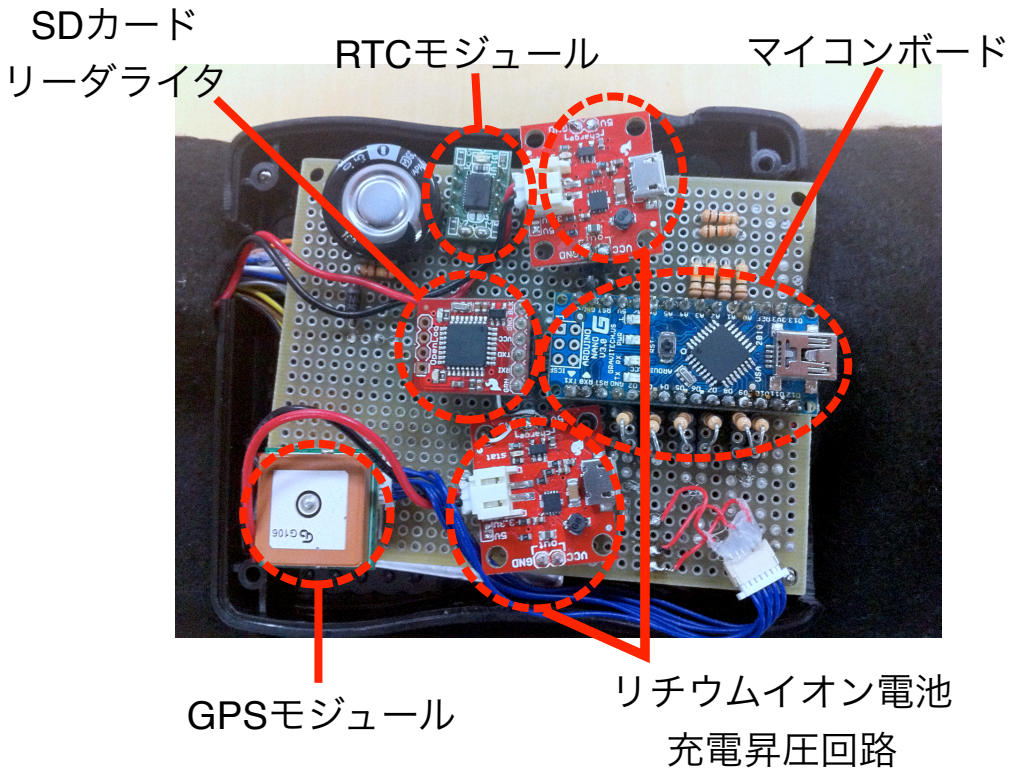


図 4.26: ER-Wallet プロトタイプ 2 の回路部分

プロトタイプ 2 は，プロトタイプ 1 と同様にリチウムイオンポリマー電池を電源として動作する．照度センサにはプロトタイプ 1 と同じく CdS セルを用い，LED には 4.5.1 節にて用いたチップ LED を用いた．なお，プロトタイプ 2 では，財布の開閉検知機構としてプロトタイプ 1 と同様の機構を用い，紙幣認識機構として 4.5 節にて改良を行った後の紙幣認識機構を用いた．図 4.26 に，マイコンとモジュール類を実装した回路部分を示す．構成要素それぞれについて以下に述べる．

GPS モジュール

回路の小型化のため，GPS モジュールを横 20mm，縦 20mm，高さ 8mm の CANMORE ELECTRONICS 社製 GT-723F に変更した．このモジュールは TTL レベルのシリアル通信が可能であり，NMEA フォーマットにて GPS 情報を出力する．

RTC モジュール

時刻の取得には，リアルタイムクロックモジュール RTC-8564NB を用いた．RTC-8564NB は I2C インタフェースを用いて現在時刻を送信する．現在時刻は GPS モジュールから取得することが可能であるが，屋内においては GPS 情報が正しく取得できず，正確な時刻を取得できない．そのため，RTC モジュールを用いて正確な時刻を取得可能にした．

microSD カードライタ

SD カードライタには SparkFun 社の OpenLog を用いた．OpenLog は microSD カードのスロットを搭載しており，シリアル通信によって受信したデータを microSD カードに記録することが可能である．これを用いて，財布開閉時の各紙幣の枚数と GPS 座標，時刻を microSD カードに記録する．

マイコンボード

マイコンボードには Arduino Nano を用いた．プロトタイプ 2 では，GPS モジュールや RTC モジュール，さらに 1000 円，5000 円，10000 円紙幣の各ポケットに CdS セルを設置するため，アナログピンが Arduino Pro Mini の 6 ピンでは不足する．そのため，マイコンボードをアナログピンを 8 個有する Arduino Nano に変更した．

4.7.2　プロトタイプ 2 における出納データの記録

システムが出納データを記録するまでの流れを図 4.27 に示す．以下，システムが出納データを記録するまでの流れについて順に説明する．

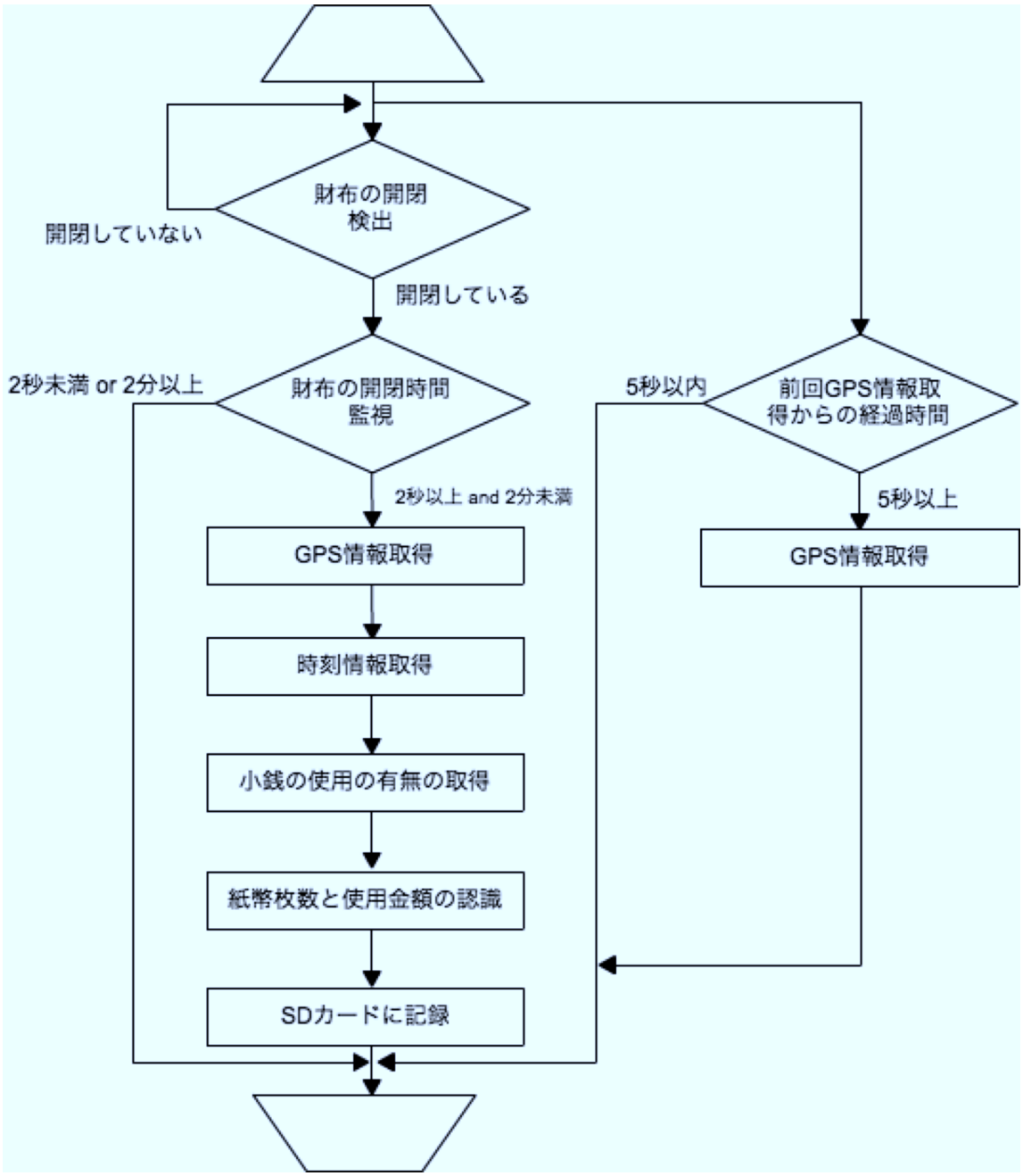


図 4.27: プロトタイプ 2 の処理フロー

財布の開閉検出

ER-Wallet は，4.2.1 節にて述べた開閉検出機構を用いて常に財布の開閉状態を検出する．なお，図 4.27 中の「開閉している」は，財布が開いた状態から閉じた状態へと開閉状態が遷移したことを示す．開閉が検出された場合，ER-Wallet は財布の開閉時間チェックを行う．財布が開いていた時間が 2 秒未満，または 2 分以上であった場合，出納データの記録は行わない．財布が開いていた時間が短すぎる場合や長すぎる場合は，チャタリングが発生した，ユーザが意図せずにカバンの中において財布が開いたままになった，等の事例が考えられる．そのため，あまりにも短い時間の開閉やあまりにも長い時間の開閉を検出した場合に記録を行なってしまうと，ユーザが意図して財布を開いていない場合にも記録が行われてしまう．これを防ぐために，2 秒以上 2 分以内の開閉のみを記録することとした．

GPS 情報取得

GPS 情報の取得を，GPS モジュール GT-723F と Arduino Nano を用いて行った．GPS モジュールの接続と Arduino Nano の接続とＧＰＳ情報取得について以下に述べる．

GPS モジュールと Arduino Nano の接続 GT-723F はシリアル通信によって GPS 情報を出力するため，Arduino Nano とシリアル接続を行う必要がある．しかし Arduino Nano は基本的に単一のシリアルポートしか制御が出来ないが，ER-Wallet ではマイクロ SD カードへのデータの記録を行うため，2 つのシリアルポートを制御する必要がある．そのため，Arduiniana[6]にて公開されているライブラリである NewSoftSerial[7]を用いることによってソフトウェアシリアルを実現し，複数のシリアルポートを制御可能にした．

GPS 情報取得 GPS 情報は NMEA フォーマットにて出力されるため，このままでは緯度，経度を得ることができない．NMEA フォーマットから緯度，経度を抽出するために，Arduiniana にて公開されている NMEA パーサライブラリである TinyGPS[8]を利用した．

2 秒以上 2 分以内の開閉が検出されたら，0.5 秒後に ER-Wallet は GPS モジュールから現在の緯度，経度を取得する．0.5 秒の間隔を空けるのは，財布を閉じたときに財布に力がかかったままだと財布が潰れ，照度の計測が正しく行えない可能性があるためである．出納データの多くは店舗の中，つまり屋内にて行われるため，正確に GPS 情報を取得できるとは限らない．そこで，我々は，財布の開閉が行われていない状態でも定期的に GPS 情報を取得することとした．具体的には，ER-Wallet は 5 秒に 1 回 GPS 情報を取得する．取得に失敗した場合は，前回成功した値を保持し続ける．財布の開閉が検出された際の GPS 情報の取得に失敗した場合は，この保持された値を現在地の緯度，経度とする．

[6] http://arduiniana.org/
[7] http://arduiniana.org/libraries/newsoftserial/
[8] http://arduiniana.org/libraries/tinygps/

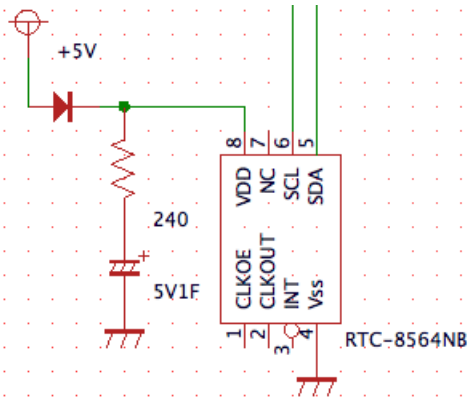


図 4.28: バックアップ回路の回路図

時刻情報取得

時刻情報の取得を，RTC モジュール RTC8564NB と Arduino Nano を用いて行った．以下に，RTC モジュール RTC8564NB と Arduino Nano との接続，RTC バックアップ回路，時刻情報取得について以下に述べる．

RTC モジュールと Arduino Nano の接続 RTC モジュールと RTC モジュールは I2C インタフェースを利用するため，Arduino Nano が持つ I2C ピン（アナログ 4，5 ピン）と RTC-8564NB の SDA，SCL をそれぞれ接続する．

RTC バックアップ回路 今回の実装では，RTC-8564NB はリチウムイオンバッテリーを電源として動作する Arduino Nano から出力される電圧を用いて動作している．そのため，万が一バッテリーが切れた場合には RTC-8564NB の動作が停止する．一度停止してしまった場合，バッテリーを充電して再度 Arduino Nano を動作させても，RTC-8564NB 内の時刻は停止した時点からカウントされるため，正しい時刻を出力しない．これを防ぐため，図 4.28 に示すバックアップ回路を実装した．バックアップ回路を用いることにより，バッテリーが切れた場合にも RTC-8564NB の動作が止まることはなく，バッテリーを充電して再度 Arduino Nano を動作させた際にも，正しい時刻を取得できる．

時刻情報の取得 RTC8564NB から時刻情報を取得するため，I2C ライブラリである Wire ライブラリ[9]と，「なんでも作っちゃう、かも[10]」にて公開されているライブラリである RTC8564[11]を用いた．

図 4.29: 小銭使用チェック機構

小銭の使用の有無の取得

今回の実装では，小銭の使用金額は認識できない．しかし，紙幣の枚数を確認するために財布を開閉した場合と小銭を使用するために財布を開閉した場合とでは財布の開閉の意味が異なる．そこで，この 2 つを判別できるよう，小銭入れに図 4.29 に示す機構を設置した．小銭入れの中にアルミ箔を小銭入れが閉じているときは互いに接触し，小銭入れが開いているときは互いに離れるように向かい合わせに設置した．これにより，通電しているか否かで小銭入れの開閉の有無を取得できる．小銭を使用する際には小銭入れが数秒間開いた状態になるため，今回の実装では 2 秒間以上小銭入れが開いたままの状態になった場合に小銭が使用されたと認識する．

紙幣枚数と使用金額の認識

プロトタイプ 2 では，紙幣枚数認識のアルゴリズムとして 4.5.2 節にて述べたアルゴリズムを採用する．なお，4.5.2 節にて行った実験と同様に， 0.1 秒おきに LED3 枚点灯時のセンサの値と 1 枚点灯時の照度をそれぞれ 3 回ずつ計測した．

使用金額は，前回計測時との紙幣枚数の差によって計算する．

4.7.3　SD カードへの記録

ここまでに取得した緯度経度，時刻，各紙幣の枚数の尤度（0〜10 枚について）， 各紙幣の枚数，使用金額，小銭の使用の有無をマイクロ SD カードへ保存する．これらのデータは，

[9] http://arduino.cc/it/Reference/Wire
[10] http://arms22.blog91.fc2.com/
[11] http://code.google.com/p/arms22/downloads/detail?name=RTC8564-001.zip

csv 形式にて保存される．ここで，ユーザ ID とは，評価実験の際にユーザを特定するために使用するユニークな番号のことである．OpenLog は，シリアル出力されたデータをマイクロ SD に記録するモジュールである．これを Arduino Nano のハードウェアシリアル部に接続し，出納データの記録を行うこととした．

第5章　マネーログ閲覧・分析アプリケーション MoneyLog Viewer

本章では，マネーログ閲覧・分析アプリケーションである MoneyLog Viewer について述べる．MoneyLog Viewer は，ER-Wallet にて得られたマネーログの閲覧・分析を行うための Web アプリケーションである．開発言語には PHP，JavaScript，HTML を使用し，マネーログを記録するためのデータベースサーバとして MySQL を使用した．MoneyLog Viewer の持つ機能について，以下に述べる．

5.1　MoneyLog Viewer の概説

MoneyLog Viewer の外観を図 5.1 に示す．MoneyLog Viewer のメイン画面は，図 5.1 に示す様に，以下に挙げる要素から成る．

- 表示データ指定カレンダー
- 出納データリスト
- プレイスグラフ，プレイスタイプグラフ
- タイムグラフ
- 出納データマップ

メイン画面の出納データリスト，各種グラフ，出納データマップには，それぞれ一ヶ月間の出納データが表示される．図 5.1 には，筆者の 12 月の出納データが表示されている．表示データ指定カレンダーにて月を選択することによって，選択された月の出納データがメイン画面の出納データリスト，各種グラフ，出納データマップに表示される．また，表示データ指定カレンダーにて特定の日付を選択することにより，選択された日付のみの出納データを表示させることも可能である．ユーザはメイン画面一つを眺めるだけで，特定の月，日のお金の使い方の概略を知ることができる．

5.2　マネーログのデータベースへの保存

ユーザはマネーログのデータベースへの保存を，ER-Wallet によって microSD カードに記録された CSV ファイルをアップロードすることによって行う．図 5.1 中の左上のファイル選

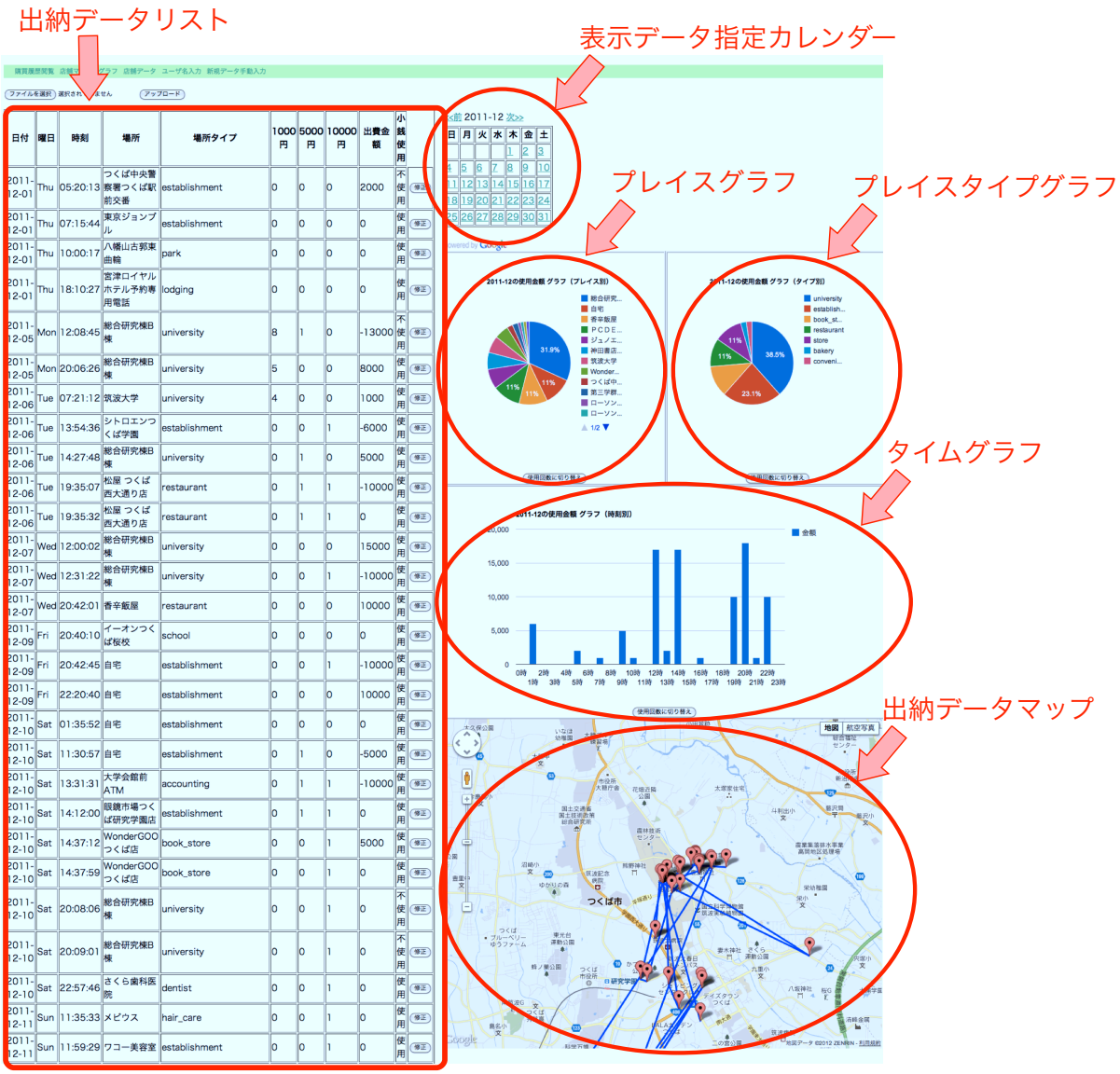


図 5.1: MoneyLog Viewer の外観

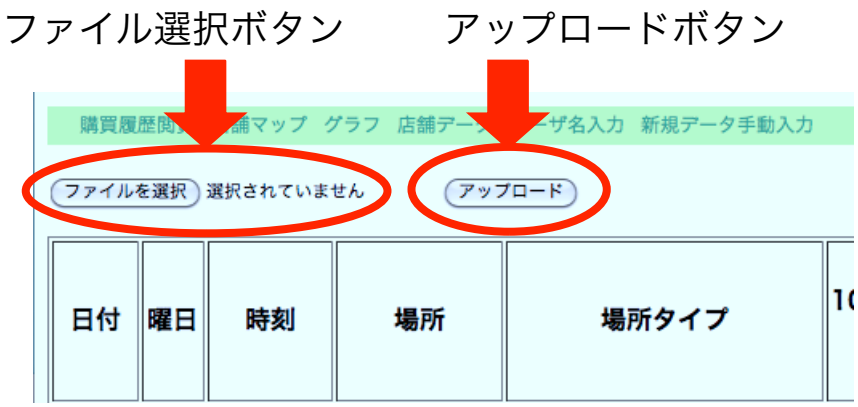


図 5.2: ファイル選択ボタンとアップロードボタン

択ボタン（図 5.2 に拡大図を示す）をクリックしてファイルを選択し，その右のアップロードボタンをクリックすると次に述べるプレイス情報の特定処理が行われ，データベースへの登録が完了する．

5.2.1 プレイス情報の特定

3.2.1 節にて述べた様に，本研究では GPS モジュールより得られた緯度，経度から，出金を行った店舗を特定する．店舗の特定には，Google が公開している Web API である Google Places API[1] を使用した．なお，Google Places API は，店舗以外の場所（駅や学校等の公共施設，市町村の名前等）も検索可能であるため，Google Places API を用いて検索された場所をプレイスと呼び，出納データに含まれる場所情報もプレイスと呼ぶこととする．検索可能な Google Places API は，緯度，経度，範囲（メートル単位）を HTTP リクエストを用いて送信することにより，送信された緯度，経度から指定した範囲内に存在するプレイス情報を XML もしくは JSON 形式にて返す Web API である．プレイス情報とは，該当するプレイスの緯度経度，Google Maps 上にて表示する際のアイコン，ユニーク ID，プレイスの名前，プレイスの種類（以後プレイスタイプ），Google のプレイスページの URL，Google のプレイスページにおけるユーザからのレーティングからなる各プレイスの情報である．今回はプレイスの名前，緯度，経度，プレイスの種類を利用する．

プレイス情報の特定には，Google Places API と本研究にて定義するプレイス DB の 2 つから得られるプレイスを用いる．プレイス DB とは，過去の出納データが行われたプレイスを保存するデータベースであり，プレイス名とプレイスタイプ，プレイスの緯度，経度が登録されている．

出納データの緯度経度からプレイス情報を特定するまでの流れを図 5.3 に示す．まず出納データの緯度経度と任意の範囲（今回は 60m）を Google Places API にリクエストとして送信

[1] http://code.google.com/intl/en/apis/maps/documentation/places/

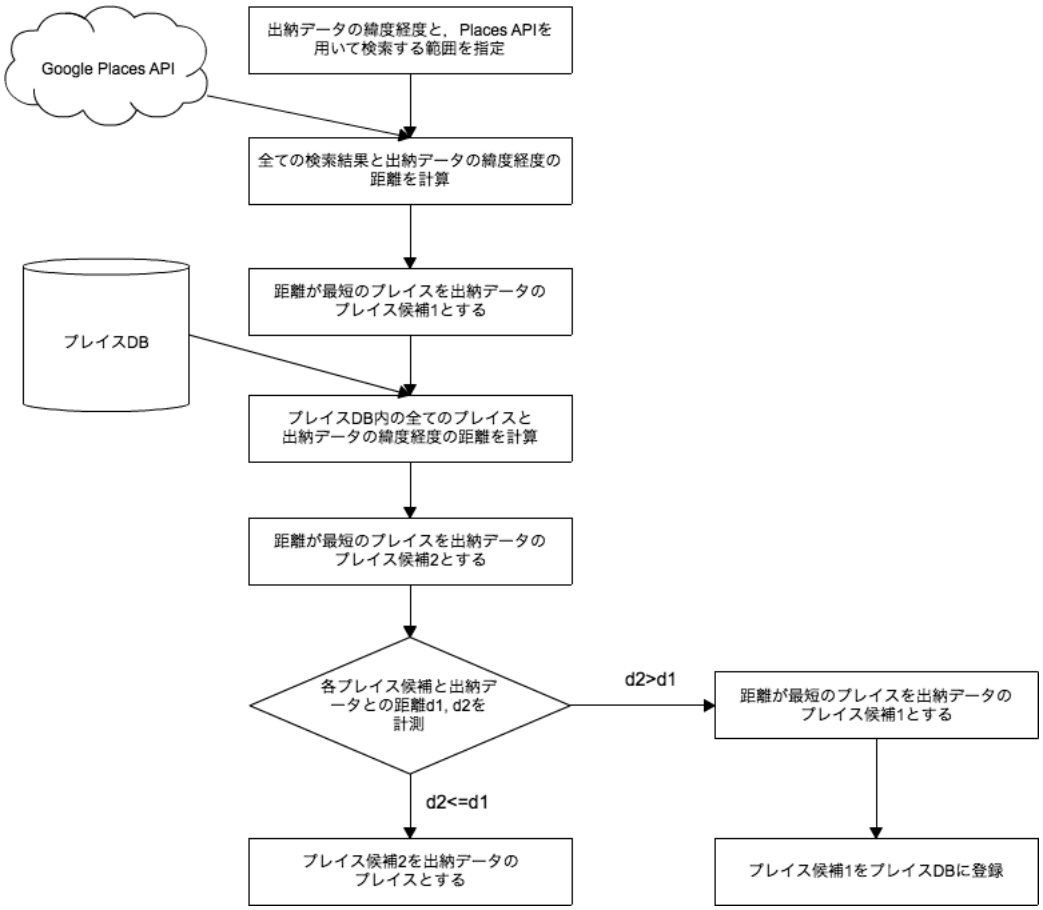


図 5.3: プレイス特定までの流れ

図 5.4: プレイス登録インタフェースのスクリーンショット

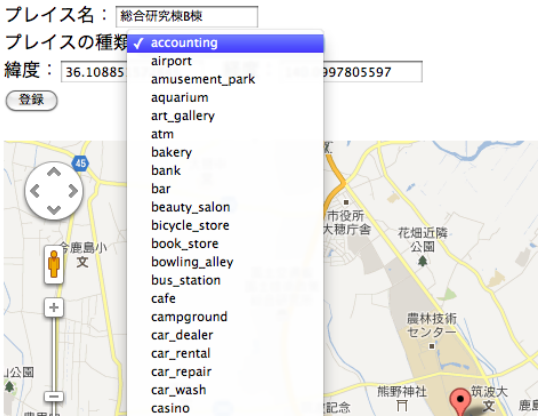


図 5.5: プレイスの種類選択インタフェース

し，出納データの緯度経度から任意の範囲内にあるプレイスを取得する．次に，取得した全プレイスと出納データの緯度経度との実世界上における距離を計算し，距離が最短のプレイスをプレイス候補 1 とする．続いて，プレイス DB に登録された全データと出納データとの距離を計算し，同じく距離が最短のプレイスをプレイス候補 2 とする．プレイス候補 2 つが算出されたら，プレイス候補 1 とプレイス候補 2，それぞれと出納データの距離（d1，d2）を計算する．プレイス候補 1 の方が距離が短い場合は，プレイス候補 1 を出納データのプレイスとし，プレイス DB に登録する．プレイス候補 2 の方が距離が短い場合は，プレイス候補 2 を出納データのプレイスとする．

プレイス DB への手動プレイス登録

プレイス DB に登録されるプレイスは，原則として Google Places API にて検索が可能なプレイスのみである．しかし，Google Places API を用いて検索ができないプレイスも多数存在する．例えば，筆者は研究室がある筑波大学の総合研究棟 B 棟において頻繁に飲み物を購入するが，総合研究棟 B 棟は Google Places API を利用しても検索ができない．そこで，手動にてプレイスを登録するインタフェースを実装した．スクリーンショットを図 5.4 に示す．プレイス名，プレイスタイプ，緯度，経度を指定し，登録ボタンをクリックすることによりプレイス DB にプレイスの登録が行える．プレイスタイプは，予め Google Places API に用意された種類の中から選択する．プレイスタイプを入力するフォームをクリックすると表示される種類一覧から選択する（図 5.5）．緯度経度の指定には，フォームの下に表示されている地図を用いる．地図上をクリックするとクリックした点の緯度と経度がフォームに反映され，プレイスの緯度，経度として登録できる．

表 5.1: 出納データを登録するデータベースのフィールド

フィールド名	説明
id	各出納データを表すユニークな ID
date	日付
time	時刻
latitude	緯度
longitude	経度
placeID	プレイスを表すユニークな ID
thousand	1000 円紙幣の枚数
fivethousands	5000 円紙幣の枚数
tenthousands	10000 円紙幣の枚数
usedmoney	使用金額
coinused	小銭を使用したか否か
userID	ユーザを表すユニークな ID

5.2.2　出納データのデータベースへの登録

プレイスを特定したら，出納データをデータベースに登録する．出納データを登録するデータベースの持つフィールドを表 5.1 に示す．なお，placeID フィールドはプレイス DB の ID と一致する．

5.3　マネーログの閲覧・分析インタフェース

本節では，マネーログの閲覧・分析インタフェースについて述べる．5.1 節にて図 5.1 に示す様に，MoneyLog Viewer の外観は以下の構成要素から成る．以降，それぞれについて述べる．

5.3.1　表示データ指定カレンダー

表示データ指定カレンダーは，表示対象の出納データを指定するための GUI である．表示データ指定カレンダーの外観を図 5.6 に示す．表示データ指定カレンダーの実装には，PEAR ライブラリ[2]の Calendar クラスを用いた．図 5.6 は 2011 年 12 月のカレンダーであり，この場合は 2011 年 12 月の出納データのみが画面に出力される．また，カレンダー内の各日付をクリックすることにより，クリックされた日付の出納データのみを画面に出力することも可能である．

[2]http://pear.php.net/

図 5.6: 表示データ指定カレンダーの外観

5.3.2 出納データリスト

リスト表示インタフェースは，図 3.9 に示す様に，マネーログデータベースの内容をリストにして 1 つずつ表示するインタフェースである．なお，各行の右端に設置されている修正ボタンをクリックすると，図 5.7 に示す出納データの修正画面へと遷移し，手動にて出納データの修正が行える．修正画面では，日付，時刻，1000 円，5000 円，10000 円の各紙幣の枚数，出金額，小銭を使用したか否かを，図 5.7 上部の入力フォームに手動にて入力できる．また，緯度，経度の修正には図 5.7 の下部に表示されている位置修正用地図を用いる．地図上をクリックすることにより，クリックした点の緯度，経度が図 5.7 の上部に表示されているフォームに入力される．入力フォームが埋まった状態にて図 5.7 中の更新ボタンを押すと，出納データの修正が行われる．

5.3.3 グラフ表示インタフェース

グラフ表示インターフェスは，マネーログを集計したものを円グラフ，棒グラフにて表示し，ユーザが家計の問題点を探すための手がかりとなるインタフェースである．本研究では，プレイスとプレイスタイプを基にしたグラフ表示（以後プレイスグラフ，プレイスタイプグラフ）と，時刻を基にしたグラフ表示（以後，タイムグラフ）を実装したので，それぞれについて述べる．なお，グラフ表示を実現するために，Google Chart Tools[3]を利用した．

プレイスグラフ，プレイスタイプグラフ

プレイスグラフ，プレイスタイプグラフの表示は，円グラフを用いて行う．グラフを図 5.8(a)，図 5.9(a) に示す．図 5.8(a)，図 5.9(a) はそれぞれ，各プレイスや各プレイスタイプにて，表示データ指定カレンダーを用いて選択した月日に何円出金したかを基にしたグラフである．しかし，本研究は小銭の使用金額の認識は行なっていないため，小銭だけを使い続けた場合に，

[3]http://code.google.com/intl/ja/apis/chart/

図 5.7: 出納データ修正インタフェース

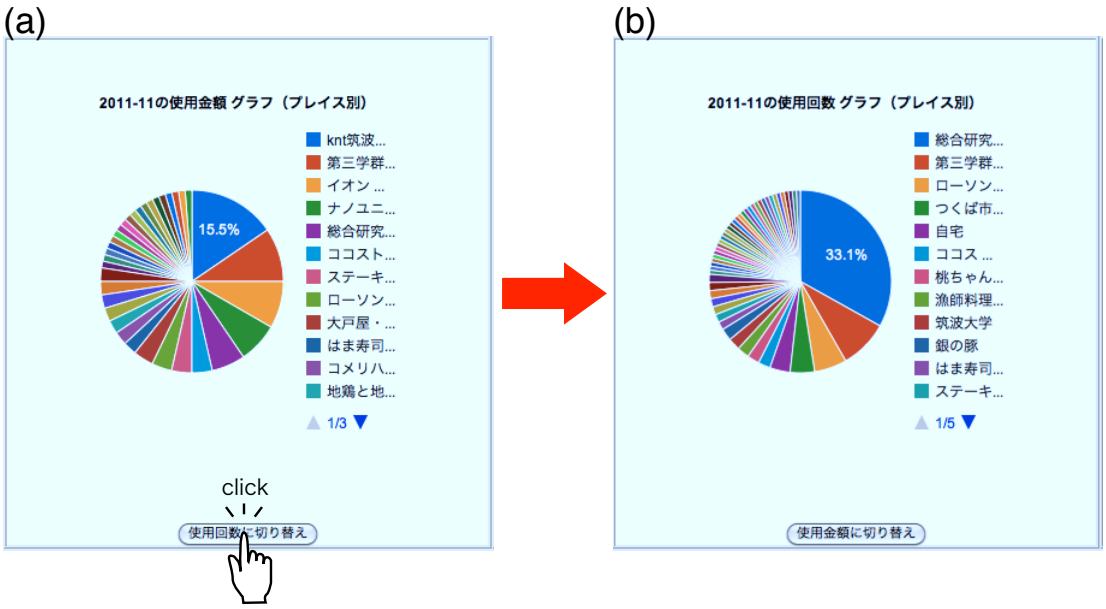


図 5.8: プレイスグラフ：(a) 各プレイスにおける出納額のグラフ (b) 各プレイスにおける出納回数のグラフ

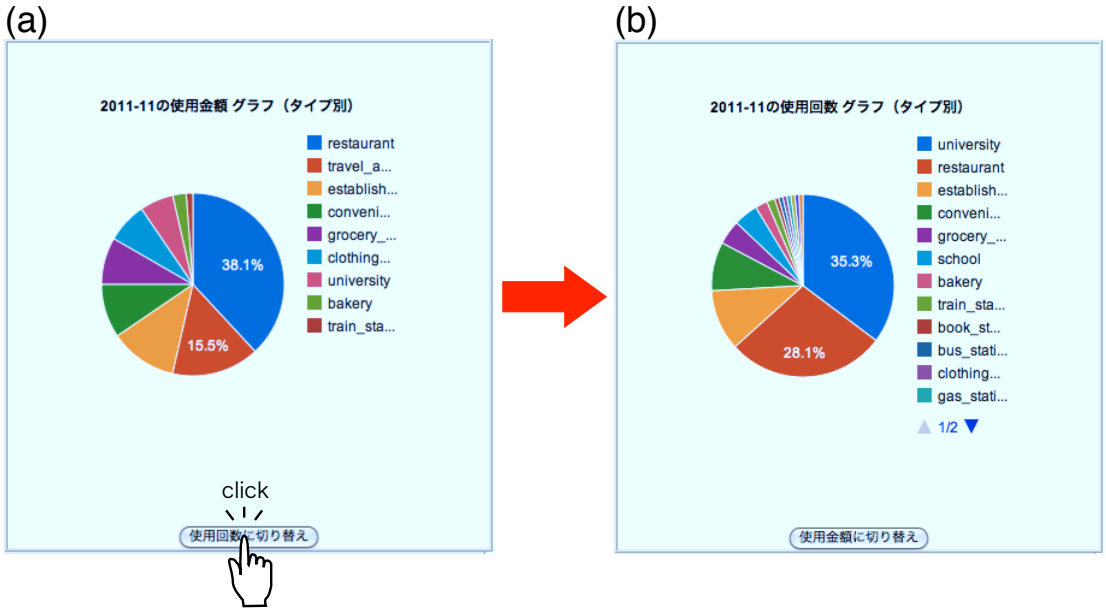


図 5.9: プレイスタイプグラフ：(a) 各プレイスタイプにおける出納額のグラフ (b) 各プレイスタイプにおける出納回数のグラフ

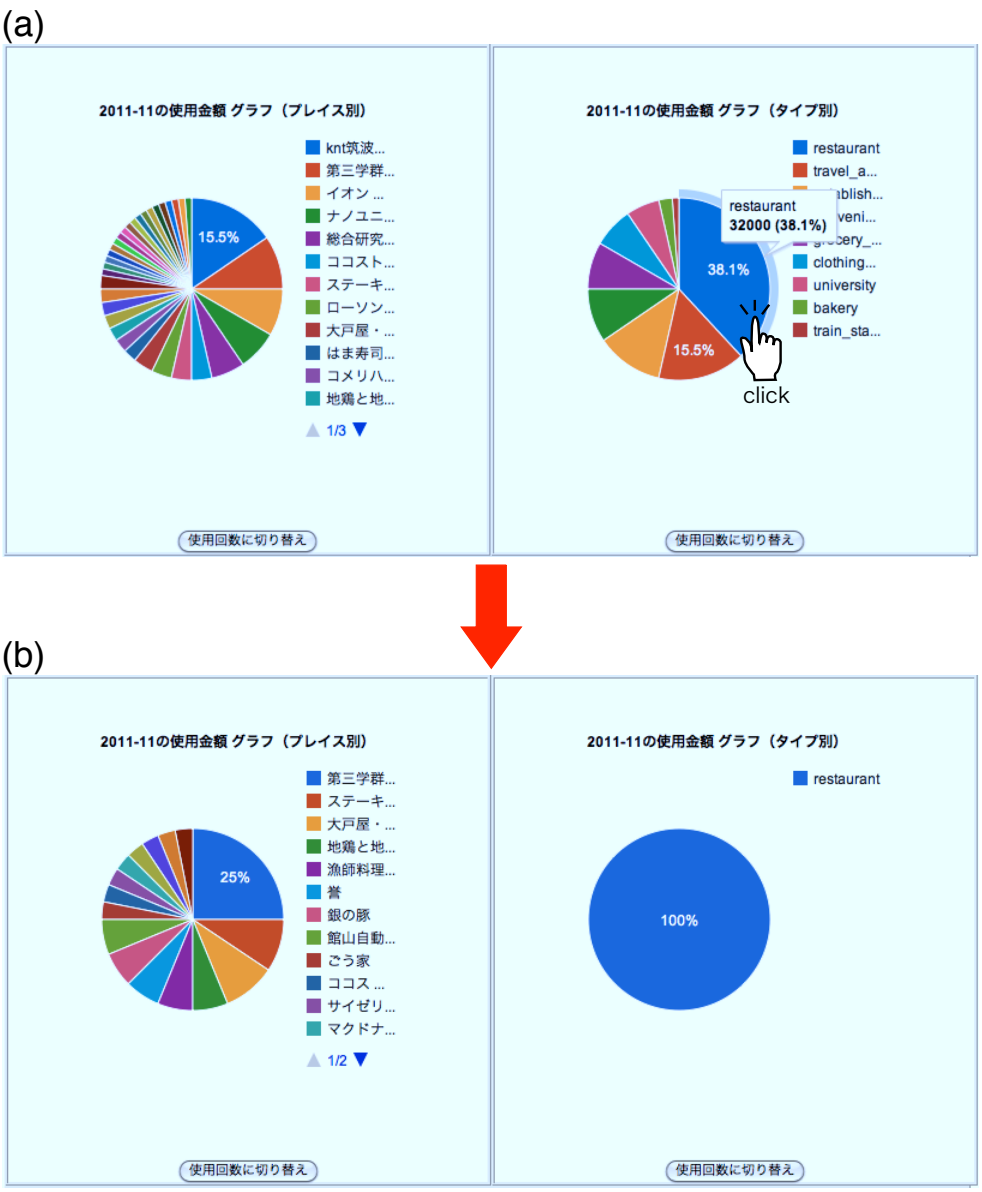


図 5.10: (a) プレイスタイプグラフの restaurant の項目にマウスオーバーしたところ (b)restaurant をクリックすると，restaurant における出納のみが表示される

グラフ上の金額が 0 になることもあり得る．そこで本研究では，出納データの回数に着目した分析も行う．図 5.8(a)，図 5.9(a) のそれぞれ下部にあるボタンをクリックすると，図 5.8(b)，図 5.9(b) に示す様に，それぞれのプレイス，プレイスタイプにおける出納回数のグラフが表示される．

また，特定のプレイスやプレイスタイプについて詳細にデータを閲覧したい場合，グラフ上の閲覧したいプレイスやプレイスタイプの部分をクリックすることによってそれらの出納データのみを閲覧することも可能である．図 5.10(a) のプレイスタイプグラフの特定の項目にマウスオーバーすると，図 5.10(a) の様にそのプレイスタイプにおける使用金額（回数）と，全体に占める割合が表示される．この状態にてクリックを行うと，図 5.10(b) に示す様に,「restaurant」のプレイスタイプおける出納データのみがグラフとして表示される．なお，出納データリストやタイムグラフ，出納データマップにも,「restaurant」における出納のみが表示される．

タイムグラフ

本研究では，時刻を基にした出納データのグラフ表示を実現する．先に述べたプレイスやプレイスタイプと異なり，時刻は連続的な情報であるため，図 5.11(a) に示す様に，棒グラフを用いて表現した（図 5.1 内のタイムグラフ）．なお，図 5.11(a) に示したグラフは出金額を示すグラフであるが，プレイスやプレイスタイプのグラフと同様に，下部のボタンをクリックすることによって図 5.11(b) の様に出金回数のグラフを表示することも可能である．

5.3.4 マップ表示インタフェース

マネーログを地図上にて閲覧するためのインタフェースを実装した（図 5.12）．マップ表示を行うにあたり，Google が公開している Web API である Google Maps API[4] を利用した．図 5.12 のマップ上に表示されている 1 つのアイコンにつき，1 つの出納データを表している．アイコンをクリックすると，図 5.13 に示す吹き出しが表示され，プレイス名，使用金額，日付，時刻を確認することができる．なお，このウィンドウの日付をクリックすることにより，その日付における全出納データが図 5.1 に示す画面にて閲覧可能である．

マップ上における出納データの修正

GPS 情報のずれを修正するために，マップ上において位置情報を修正可能にした．位置情報修正の流れを図 5.14 に示す．位置情報の修正は，マップ上のアイコンをドラッグ＆ドロップすることによって行う．修正の流れを図 5.14 に沿って説明する．まず (a) の時点では，ウィンドウが表示されている出納データのプレイスが，出納の際に得られた GPS 情報を基に算出されたプレイスとなっている（実際にはさくら歯科では無くローソンにて出納を行った）．この出納データを修正するためにユーザは (b) において，該当する出納データのアイコンに対し

[4] http://code.google.com/intl/en/apis/maps/

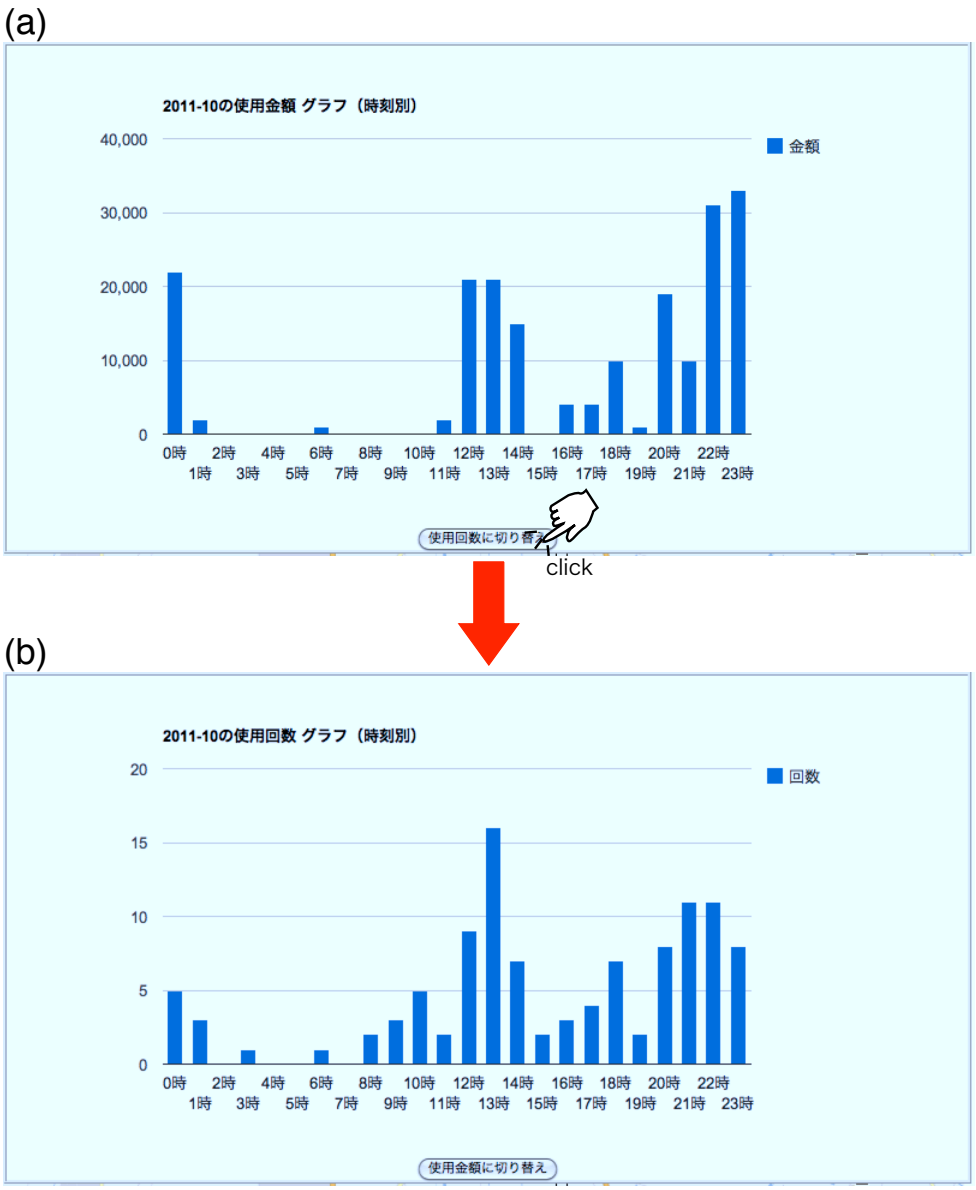


図 5.11: タイムグラフ：(a) 時刻毎の出納額のグラフ (b) 時刻毎の出納回数のグラフ

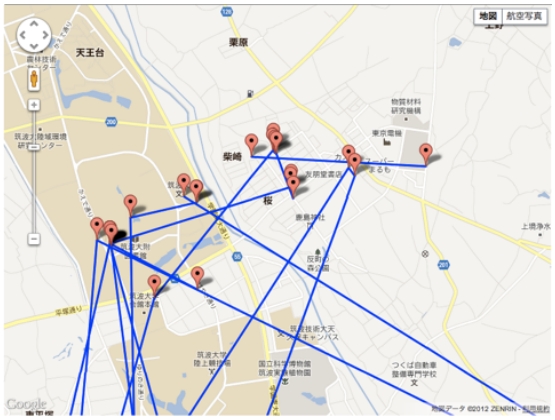


図 5.12: 出納データのマップ

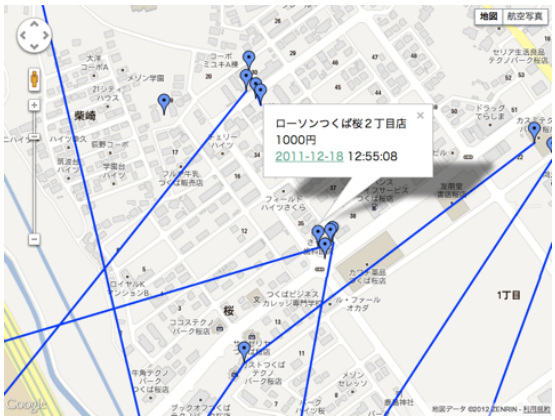


図 5.13: 出納データの詳細表示

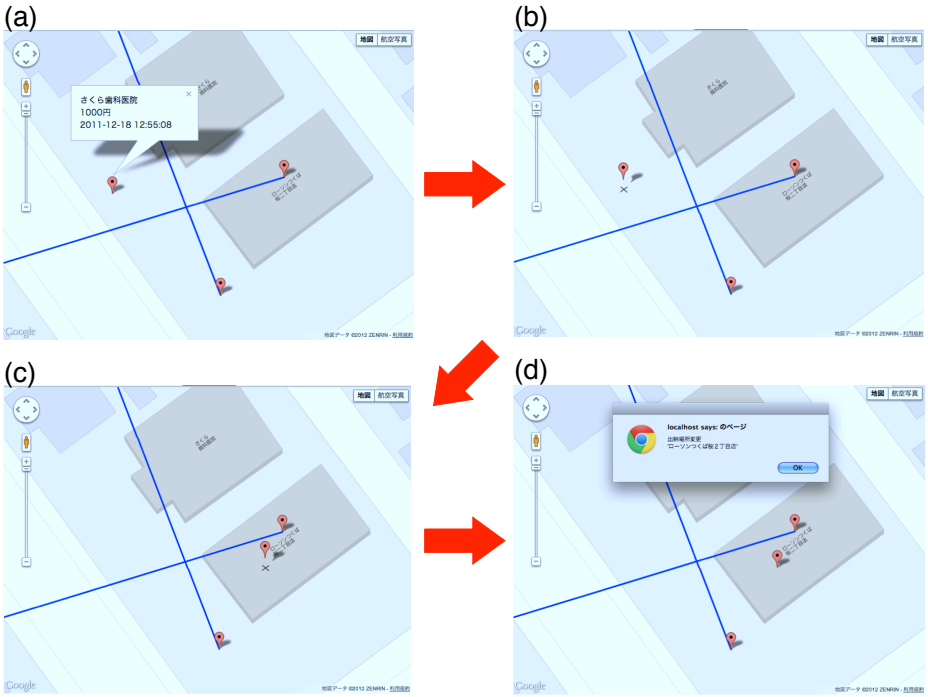


図 5.14: 位置情報の修正．(a) 本来のプレイスと異なるプレイスに出納データが登録されている (b) アイコンをドラッグすることによってアイコンの移動を開始する (c) 本来のプレイスにアイコンを移動させる (d) ドロップすると店舗が更新され，更新ダイアログが表示される

図 5.15: エリア分析インタフェースの外観

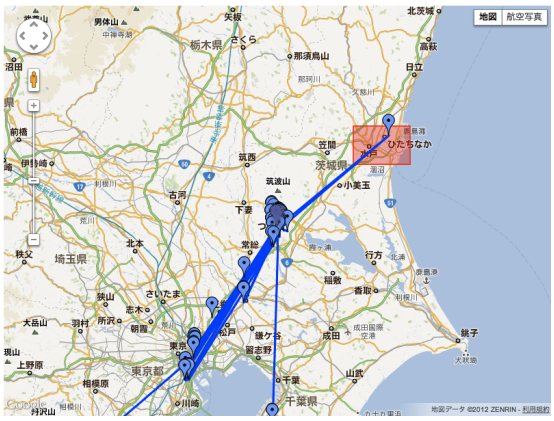


図 5.16: エリアの指定

てドラッグ操作を開始する．その後 (c) に示すように，アイコンを実際に出納を行ったプレイス上までドラッグし，最後に (d) のようにアイコンをドロップする．ドロップ後，図 5.3 に示す処理が実行され，出納データのプレイスが更新される．更新されたプレイスは (d) に示す様にダイアログとして画面上に出力される．

出納経路の表示とエリア分析インタフェース

本研究では出納経路に着目し，出納経路を基にした出納データの振り返りを可能にした．ユーザが閲覧したい地域を指定し，その地域において出納を行った日の出納データを閲覧するためのインタフェースを，エリア分析インタフェースと呼ぶこととする．エリア分析インタフェースの外観を図 5.15 に示す．エリア分析インタフェースでは，閲覧エリアの指定と使用金額閾値の設定が行える．以下，それぞれについて述べる．

閲覧エリア指定　閲覧エリアの指定は，マップ上をクリックすることによって行う．ユーザがマップ上の 2 点をクリックすると，最初にクリックされた点を左上の角，2 番目にクリックされた点を右下の角とする矩形が表示される（図 5.16 内，右部分の赤い矩形）．矩形が表示されている状態のときに図 5.15 内の「送信」ボタンをクリックすることにより，図 5.17 に示す様に指定したエリア内における出納データが存在する日のみの出納経路が表示される．

使用金額閾値の設定　図 5.15 に示す閾値設定フォームに金額を入力して「送信」ボタンをクリックすることにより，設定した閾値以上の金額の出納がある日の経路が赤く表示される（図 5.18）．

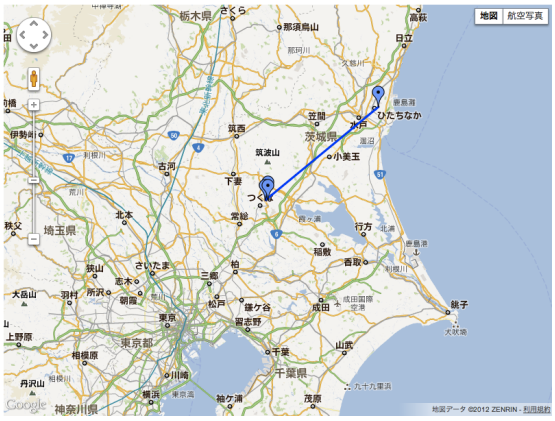


図 5.17: 指定されたエリアにて出納を行った日の出納経路表示

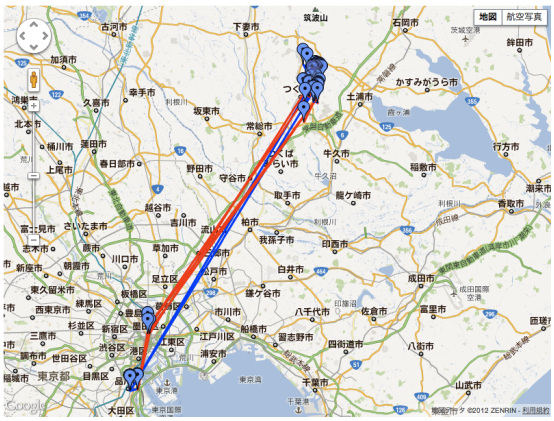


図 5.18: 使用金額閾値を設定した後の経路表示

第6章　評価実験

本章では，本研究にて開発したER-WalletとMoneyLog Viewerの評価実験について述べる．ER-Walletについては，金額の認識精度と使用感についての評価実験を行い，MoneyLog Viewerについてはマネーログを閲覧中にどのような発見が得られたかの調査と，実装した各機能についての評価実験を行った．以下，それぞれについて述べる．

6.1　ER-Walletの実生活における使用とマネーログ記録実験

ER-Walletの評価実験として，実際に被験者に使用してもらい，アンケートを実施した．

6.1.1　実験目的

これまでの実験は，照光条件による照度への影響調査以外は全て同一の居室において行った．しかし実生活においてはユーザは財布を日常的に携帯し，様々な場所において出納が行われる．そこで，実生活の中においてER-Walletを用いた場合にもこれまでの実験と同程度の認識精度が得られるか調査するために本実験を行う．本実験は，以下の3項目を目的とする．

- ER-Walletを実生活において使用した場合の使用金額の認識精度の調査
- ER-Walletを実生活において使用した場合に，手動入力の家計簿と比較してどの様な利点があるかの調査
- ER-Walletにどの様な改良が必要であるかの調査

6.1.2　実験内容

各被験者に1つずつER-Walletを渡し，被験者には日常的にER-Walletを使用してもらった．なお，今回の実験は筆者も実施した．1日に1回，その日に記録されたログをMoneyLog Viewerにアップロードするよう依頼し，必要に応じてデータの修正を行うよう依頼した．データの修正とは，金額の修正だけでなく，プレイスの修正，登録も含める．また，データの正確性を検証するために，被験者には手動にて家計の記録も行うよう依頼した．手動での記録内容は，実験期間中に継続的に記帳できれば良いとし，どの程度詳細に記録するかは特に指定は行わなかった．手動での家計の記録のために用いるツールの指定も行わず，各被験者に

自由に選んでもらった．その結果，筆者以外の被験者は，それぞれ 1 名は携帯家計簿アプリであるかんたん家計簿[1]を，もう 1 名は自作したメモアプリを用いた．筆者は携帯家計簿アプリであるアクティブマネー Pro を用いた．また，後に行う実験にて利用するために，記録しておいたデータを後ほど Web 家計簿若しくは家計簿ソフトへ入力するよう依頼した．使用する家計簿に関しては特に指定しなかったが，2 名ともは散財.com[2]を使用した．

実験期間終了後，被験者には付録 A に示す，使用感についてのアンケートに回答してもらった．アンケートの設問を以下に示す．

1. ER-Wallet を用いての家計簿入力は簡単だったか
2. ER-Wallet を用いて家計簿入力の簡単さに対する回答の理由
3. 手動入力の家計簿の入力は簡単だったか
4. 手動入力の家計簿入力の簡単さに対する回答の理由
5. ER-Wallet のデータを MoneyLog Viewer に入力する際，自分の行動の振り返りが行えたか
6. 手動入力の家計簿に入力する際，自分の行動の振り返りが行えたか
7. ER-Wallet を使用していて便利だと感じた点，不便だと感じた点
8. 手動入力の家計簿を使用していて便利だと感じた点，不便だと感じた点
9. その他コメント等

設問 1，3，5，6 には，7 段階のリッカート尺度を用いて回答してもらった．1 が最も評価が低く，7 が最も高い．その他の設問には，記述式にて回答してもらった．

計測するデータ

本研究では，各出納時における紙幣枚数の差分から使用金額を認識するため，紙幣の枚数が正確に認識可能であれば，使用金額が正確な値となる．そのため本実験では，データの正確性を検証するために，各出納における紙幣の枚数認識の認識率を計測することとした．

被験者

本実験の被験者は 22〜24 歳の情報系の大学生 1 名，大学院生 1 名と筆者の計 3 名である．うち 1 名は日常的に家計簿を使用している．

[1] https://market.android.com/details?id=tools.finance.korsakov.quickcashflow
[2] http://www.3zai.com/

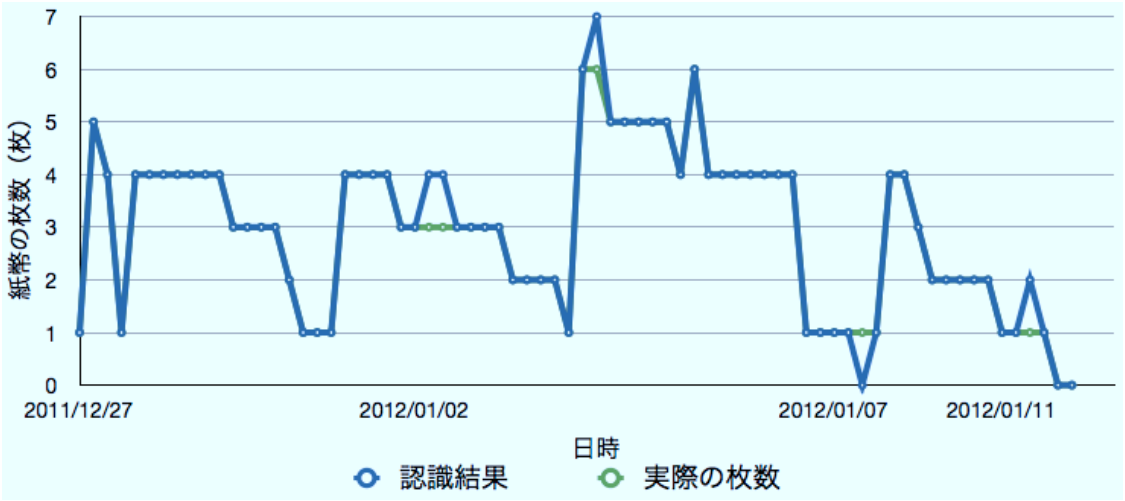


図 6.1: 被験者 1 の 1000 円紙幣の推移

実験期間

筆者以外の 2 名の被験者は，2011 年 12 月 27 日から 2012 年 1 月 12 日までの 17 日間，ER-Wallet を使用してマネーログの記録を行った．なお，筆者は 2011 年 10 月 12 日から 2012 年 1 月 6 日までの 87 日間，ER-Wallet を使用してマネーログの記録を行った．

6.1.3 実験結果

認識実験の結果を被験者毎に示す．なお，それぞれの被験者についてのグラフは，ER-Wallet にて各紙幣毎の認識された枚数と，被験者が手動にて記録した実際の枚数を示している．x 軸が時刻を，y 軸が紙幣の枚数をそれぞれ示す．

被験者 1 の紙幣枚数認識結果

被験者 1 の出納データは，期間中に 72 得られた．図 6.1，図 6.2，図 6.3 に，それぞれ被験者 1 についての 1000 円紙幣の推移，5000 円紙幣の推移，10000 円紙幣の推移のグラフを示す．

1000 円紙幣，5000 円紙幣，10000 円紙幣の認識率はそれぞれ 93.05%，87.5%，90.27%であった．また，72 の出納データのうち，全ての紙幣の枚数が正確に認識できた出納データは 56 であり，認識率は 77.78%であった．

被験者 2 の紙幣枚数認識結果

被験者 2 の出納データは，期間中に 65 得られた．そのうち 2 つは，ER-Wallet の充電が十分でなく，バッテリーが切れていたために手動にて MoneyLog Viewer に入力した出納データ

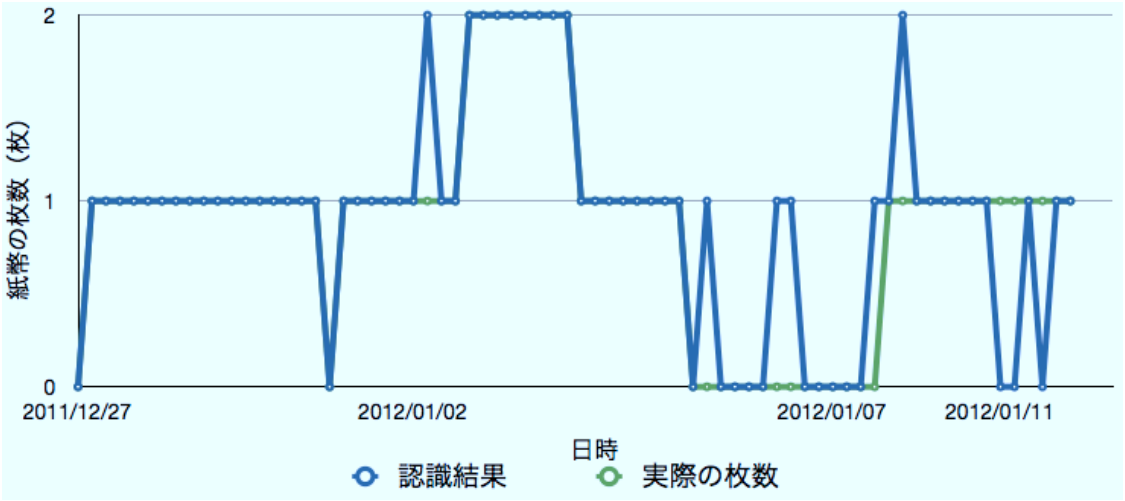


図 6.2: 被験者 1 の 5000 円紙幣の推移

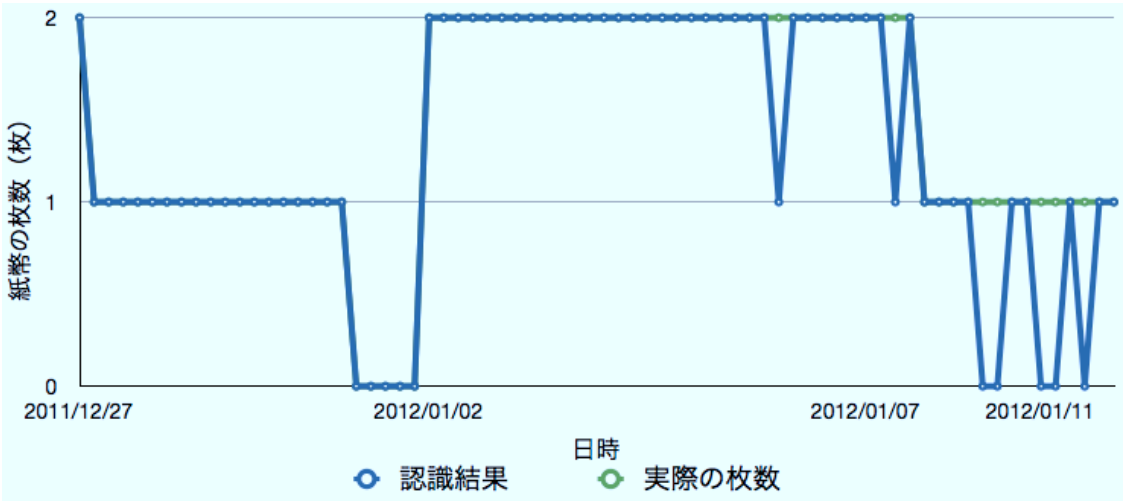


図 6.3: 被験者 1 の 10000 円紙幣の推移

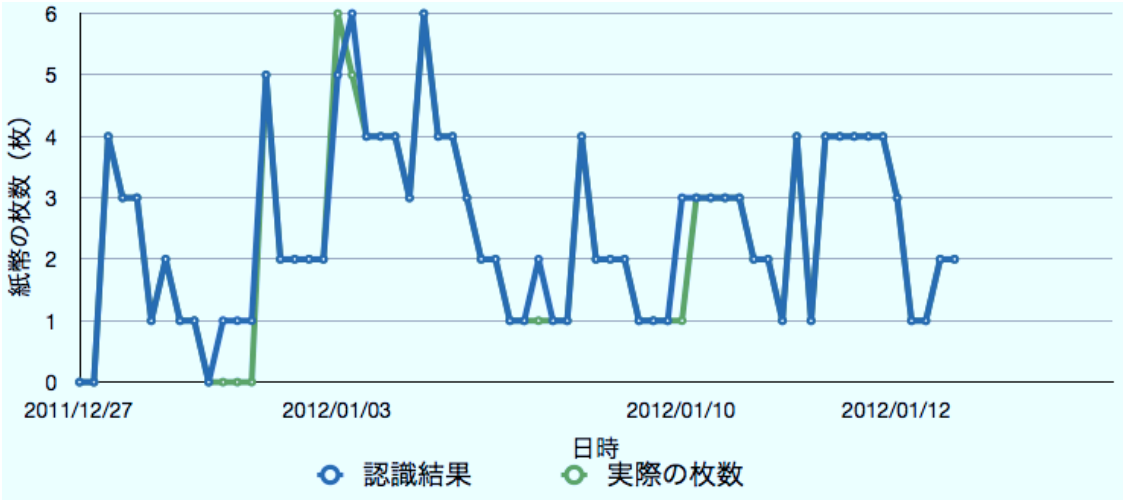


図 6.4: 被験者 2 の 1000 円紙幣の推移

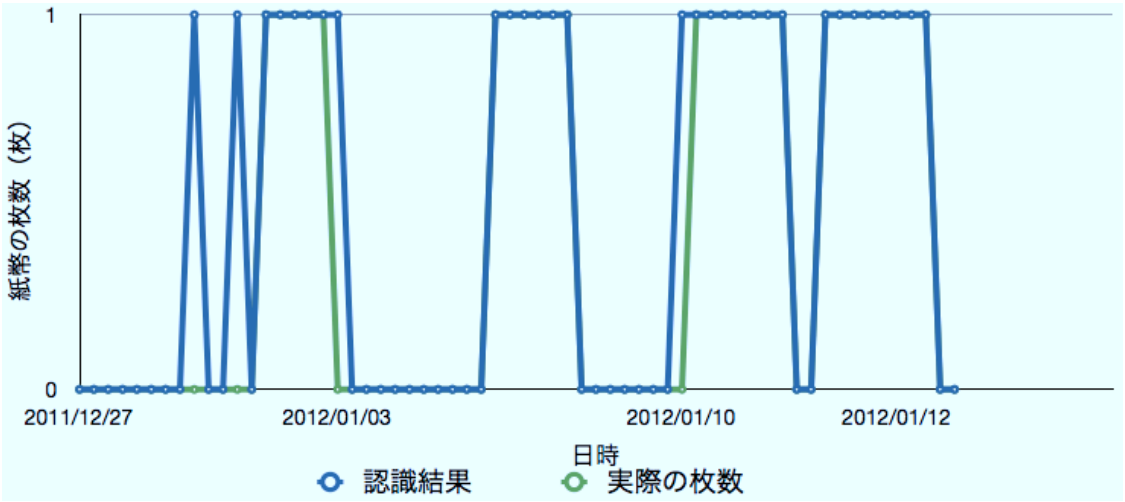


図 6.5: 被験者 2 の 5000 円紙幣の推移

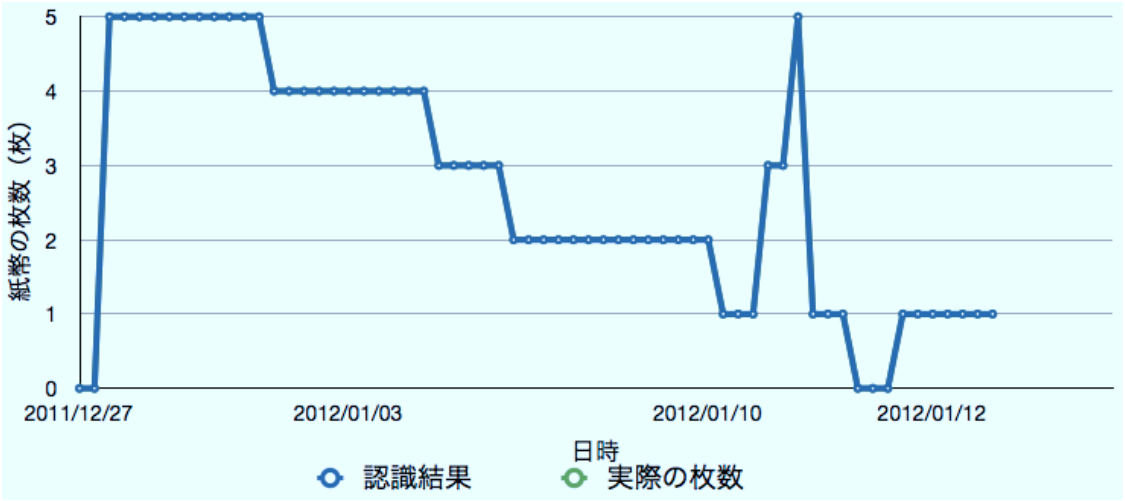


図 6.6: 被験者 2 の 10000 円紙幣の推移

である．また，被験者が使用した記憶の無い，振り返ることのできない出納データが 1 つあった．これら 3 つの出納データは分析の対象に含めず，計 62 の出納データについての精度を算出した．被験者 2 についての 1000 円紙幣の推移，5000 円紙幣の推移，10000 円紙幣の推移のグラフを図 6.4，図 6.5，図 6.6 に示す．

1000 円紙幣，5000 円紙幣，10000 円紙幣の認識率はそれぞれ 88.71%，93.55%，100%であった．また，62 の出納データのうち，全ての紙幣の枚数が正確に認識できた出納データは 54 であり，認識率は 87.10%であった．

被験者 3（筆者）の紙幣枚数認識結果

筆者の出納データは，期間中に 357 得られた．そのうち 3 つの出納データは手動にて入力を行ったため，分析対象に含めない．また，マイコンの不具合や LED の接触不良などによって LED が点灯しない等の不具合が生じた 30 個の出納データも今回は分析対象に含めない．これらを除いた 324 の出納データについて，紙幣の枚数認識率を算出した．筆者についての 1000 円紙幣の推移，5000 円紙幣の推移，10000 円紙幣の推移のグラフを図 6.7，図 6.8，図 6.9 に示す．

1000 円紙幣，5000 円紙幣，10000 円紙幣の認識率はそれぞれ 95.99%，98.77%，90.74%であった．また，324 の出納データのうち，全ての紙幣の枚数が正確に認識できた出納データは 280 であり，認識率は 86.42%であった．

なお，出納データに発生した 126 件の誤認識のうち，1 件は実際の枚数よりも 2 枚少なく認識されたものであり，他の 125 件は 1 枚多く，若しくは 1 枚少なく認識されたものである．

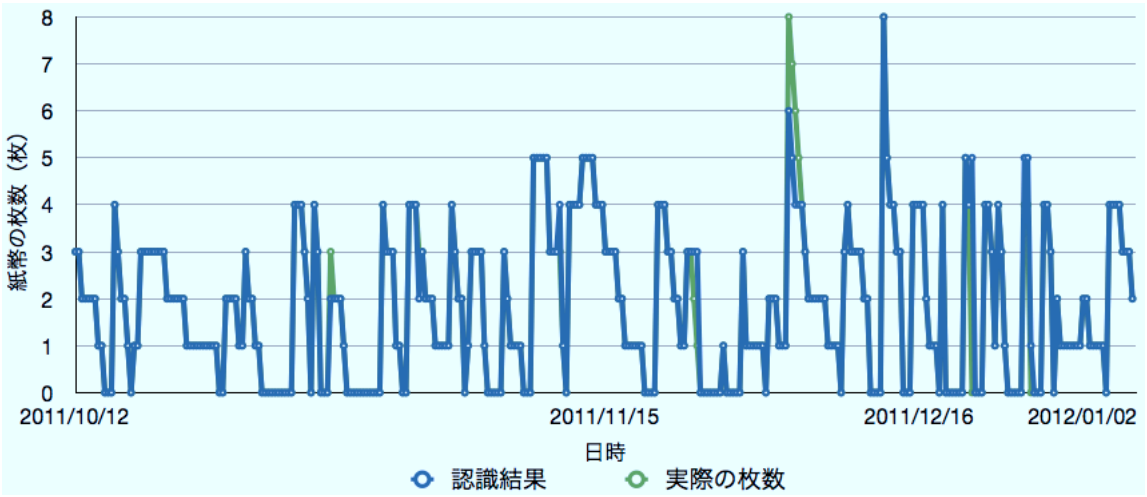


図 6.7: 筆者の 1000 円紙幣の推移

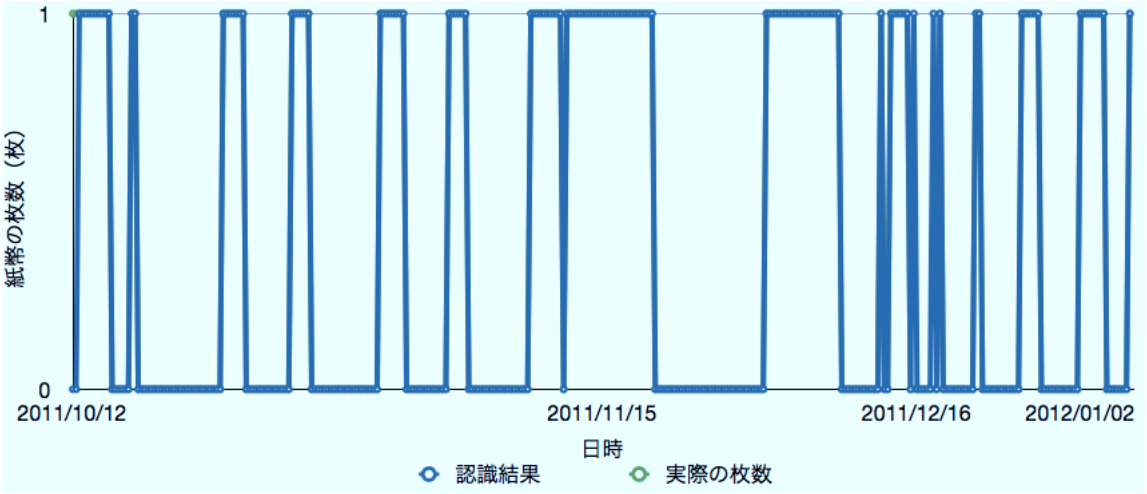


図 6.8: 筆者の 5000 円紙幣の推移

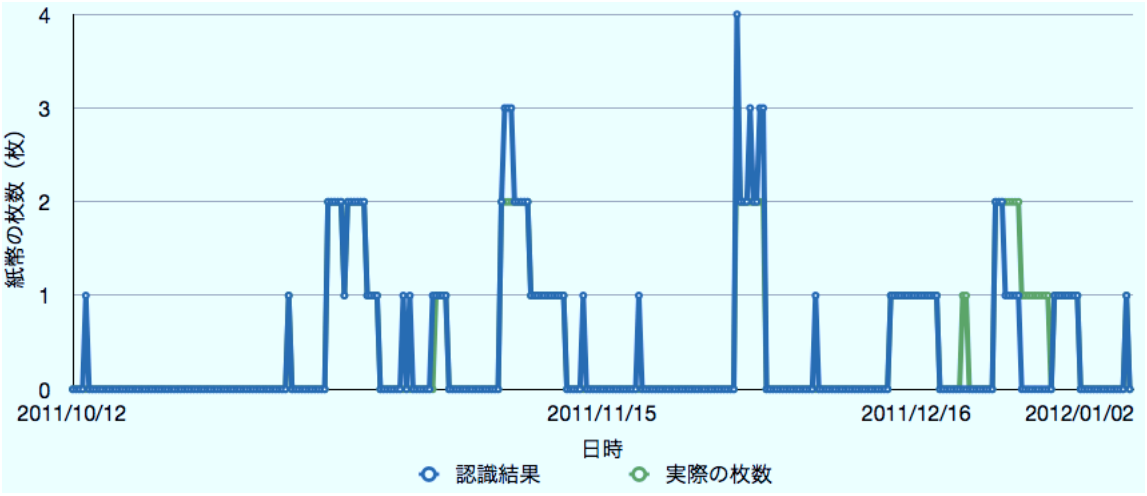


図 6.9: 筆者の 10000 円紙幣の推移

表 6.1: ER-Wallet 使用実験後のアンケート結果

被験者	1	2
設問 1	6	5
設問 3	4	3
設問 5	6	6
設問 6	5	2

アンケート結果

リッカート尺度によるアンケートの結果は表 6.1 の通りである．

表 6.1 によると，ER-Wallet を用いた際の家計簿の入力の簡単さに対する評価は 1 名は 5，1 名は 6 であった．簡単さの理由としては，以下の通りである．

- 使用金額を入力する必要が無い（2 名）
- 記入漏れが無い
- 使用していた ER-Wallet の GPS モジュールが正しく動作しないことが多く，位置情報の修正を行う機会が多かったことが簡単さを損ねてしまった
- LED が紙幣ポケットの中央部に設置されているため，紙幣を挿入する際に透かし部分が LED と重なるよう気を使うことがあった

手動入力の家計簿に関しての同設問に対する評価値はそれぞれ 4，3 であった．理由としては，以下に挙げる意見が得られた．

表 6.2: ER-Wallet と手動入力式の家計簿の便利な点，不便な点

	便利な点	不便な点
ER-Wallet	• 買い物の経路が把握でき，経路によってお金の使い方が変化することがわかった • 購買を行う時間帯がわかるのが良い • 自動で金額認識をしてくれる	• 財布が大きく，持ち歩くのが大変 • GPS を測位出来なかった場合に記録される位置が重なり，修正が大変 • 充電するのが手間である • 枚数の誤認識がある • 1000 円未満のログが取れない • お金を使っていないときでも財布を開けると記録される
手動入力	• 大まかなジャンル指定ができた • 費目ごとの出金が把握できる • 後で振り返って記録が見れる	• 手動によるテキスト入力が多い • 携帯端末でも記録しないと忘れてしまう • 記入忘れが発生する • レシートを取っておく必要がある

- 商品名を入力する必要があるが記憶しておらず煩わしい
- 漫画喫茶やコインランドリーにて出納を行った際に，商品名をどのように記録していいかがわからない

ER-Wallet を用いた際の振り返りに対する評価値はそれぞれ 6，5，手動入力の家計簿に関しての同設問に対する評価値はそれぞれ 5，2 であった．アンケートから得られた ER-Wallet と手動入力家計簿それぞれの便利な点と不便な点を表 6.2 に示す．

6.1.4 考察

紙幣枚数認識について

紙幣の枚数認識結果として，87%〜100%の認識率を示した．4.6 節における実験と比較すると認識率が低下していることがわかる．また，全券種が正しく認識された出納データは，約 78%〜87%程度であった．これは家計簿であることを前提とする場合は決して高くない数字である．そのため，認識率の改善が必要である．

実生活にて利用した場合，財布を把持するときに力が入る，財布を鞄に収納する際財布を大きく傾ける等の行動が起こり得る．これらは光の透過に影響を与える要因であり，今回の実験においても認識率低下の原因となった可能性がある．これまでの実験において，5 枚以下程度の紙幣認識は 100%の精度にて可能であったが，今回の実験では 5 枚以下の紙幣においても誤認識が見られた．紙幣の枚数が少ない場合，財布に少し押しつぶす力がかかるだけで透過光が強くなり，認識精度に影響を及ぼす可能性が高い．誤認識を防ぐために，圧力センサ等を用いて財布に加わる外的な力をセンシングして認識の際に圧力と光の透過度の関係を利用するという対処法が考えられる．

また，紙幣を使用する際にユーザは必ず，紙幣のポケットに手を入れ，紙幣に触れる．そのため，ポケット内にセンサを組み込み，手の挿入や近接を監視することによって認識率の向上が見込めるとも考えられる．手の近接や挿入が無いにも関わらず認識結果として紙幣の増減があるとされた場合にその結果を棄却することによって誤認識を防ぐことができる．

更に，認識率を高めるためにはソフトウェアについても改良の余地がある．筆者が ER-Wallet を利用している際，飲料を購入するために日常的に出納を行なっている研究室において，10000 円紙幣が 1 枚多く認識され，次に出納を行った際には正しい枚数が認識された事例が見られた．この事例においては，ユーザが頻繁に行う出納の特徴をシステムが算出し，算出された特徴を考慮して使用金額の補正を行うことによって誤認識を防げると考えられる．例えば，筆者が毎日 12 時頃に学生食堂にて昼食を食べ，毎回 1000 円紙幣を使用しているとする．システムが過去の出納からこの情報を算出することが出来れば，たとえセンサの値では 10000 円紙幣を使用していたとしても，日常的に使用する金額と大きく差があるため，システム側にて補正することが可能である．

誤認識された出納データは，1 つを除き全てが 1 枚多く，又は少なく認識された．2 枚少なく認識された出納データの際，財布の中には 1000 円紙幣の新券が 8 枚挿入されていた．多数の新券が重なった場合，重なった紙幣同士の隙間が少なくなり，非新券が挿入されている場合よりも光の透過率が高くなる．そのため，新券が多数挿入されている場合にはアルゴリズムを変更する等，誤認識を防止する工夫が必要である．

アンケート結果について

表 6.1 によると，家計簿の入力の簡単さについてはおおよそ好意的な結果であった．簡単さの理由としては，2 名とも使用金額を入力する必要がないことが簡単さの理由であると述べ，自動入力が有用であることがわかる．

また，ER-Wallet の利点としては，経路と時刻についての有用性を述べる好意的なコメントが見られた．また，ER-Wallet は，手動入力における不便な点として挙げられた全ての項目を解決しており，目的にて述べた「家計簿に記帳を行う際のユーザの手間を最小限に抑え，明確な目標設定を行なっていなくともユーザが家計簿の記帳を日常的に行うことを容易にすること」を満たすことができると考えられる．

一方，ER-Wallet には問題点も多く見られた．家計簿の記入に関する負担が減少した分，財布の大きさや充電の手間等，新たな負担が発生していることがわかる．日常的に持ち歩くデ

バイスであるため，持ち歩くこと自体がユーザの負担となることは好ましくない．今回の実装では大きさの問題が指摘されたが，この問題点は専用の基板やチップを作ることにより解決することができる．

バッテリーの持続について

インフォーマルな議論の場において，バッテリーの持続時間について被験者に聞いたところ，毎日忘れずに充電を行なっていれば，外出中にバッテリーが切れることは無かったとの意見が得られた．筆者が使用していた際にも，夜寝ている間に充電を行えば次の日 1 日はバッテリーが切れることは無かった．しかし 1 日充電を忘れてしまうと，次の日の間にバッテリーが切れてしまった．この問題は，外出先にて使用可能な充電用ハードウェアがあれば解決することができる．

6.2 MoneyLogViewer の評価実験

MoneyLog Viewer の評価実験として，ER-Wallet の評価実験に参加した被験者には自分のデータを，それ以外の被験者には筆者のデータを分析してもらい，各機能についての評価を行った．

6.2.1 実験目的

本実験の目的は以下の通りである．

- MoneyLog Viewer と既存の Web 家計簿から得られる発見にどの様な差が生じるかの調査
- MoneyLog Viewer の各機能から，金銭の使用の仕方について有益な情報が得られるかの調査

6.2.2 実験内容

本実験では，被験者に MoneyLog Viewer と既存の家計簿の両方を用いて家計のログを自由に見てもらい，金銭の使用の仕方についての発見を書きだしてもらった．実験の手順は以下の通りである．

1. 実験についての説明
2. それぞれの家計簿アプリケーションについての説明
3. タスク 1：1 つ目のアプリケーションを自由に使用し，家計に関する発見をその都度テキストエディタに記入する

4. タスク 2：2 つ目のアプリケーションについて，タスク 1 と同様の作業を行う
5. アンケート

実験の最後に回答を依頼したアンケートの項目は，以下の通りである．なお，項目中，簡略化のために MoneyLog Viewer を MLV と略記してある．

1. MLV のプレイスを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったか
2. MLV のプレイスを用いたデータ閲覧について，良かった点と改善すべき点の自由記述
3. MLV のタイプを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったか
4. MLV のタイプを用いたデータ閲覧について，良かった点と改善すべき点の自由記述
5. MLV の時刻を用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったか
6. MLV の時刻を用いたデータ閲覧について，良かった点と改善すべき点の自由記述
7. MLV のマップを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったか
8. MLV のマップを用いたデータ閲覧について，良かった点と改善すべき点の自由記述
9. MLV のエリア指定を用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったか
10. MLV のエリア指定を用いたデータ閲覧について，良かった点と改善すべき点の自由記述
11. MLV を利用して，お金の使い方に関する有益な発見があったか
12. MLV に対する意見，コメント
13. 既存の家計簿アプリを利用して，お金の使い方に関する有益な発見があったか
14. 既存の家計簿アプリに対する意見，コメント

設問 1，3，5，7，9，11，13 については 7 段階のリッカート尺度を設けた．1 が最も評価が低く，7 が最も評価が高い．それ以外の設問については記述式にて行った．

なお，各アプリケーションを用いたデータの閲覧時間は 10 分程度を目安に設定したが，被験者が納得するまで閲覧することを許した．

被験者

被験者は 22〜24 歳の情報系の大学生，大学院生計 8 名である．なお，8 名のうち 2 名は ER-Wallet の使用実験を行った被験者である．以降，この 2 名をグループ A，他の 6 名をグループ B とする．8 名のうち，日常的に家計簿を使用している被験者はグループ A の 1 名のみであった．

実験条件

既存の家計簿アプリケーションとして，エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社の OCN 家計簿[3]を用いた．OCN 家計簿は，分析機能として以下の機能を持つ．

- 一ヶ月毎のカレンダーを表示し，カレンダー上に毎日の合計使用金額を表示（マウスオーバーすると簡単な内訳が閲覧可能）
- 費目ごとに使用金額の円グラフ表示
- 費目ごと又は全出金の月毎の推移のグラフ表示
- クレジットカード等の明細の集計
- 目標達成への進捗状況チェック

実験では，これら 5 機能のうち，上の 3 機能を被験者に使用してもらった．なお，ER-Wallet の使用実験を行った被験者は，それぞれ先に述べた実験において利用した家計簿アプリ，散財.com を使用した．散財.com は，分析機能として以下の機能を持ち，被験者には以下に挙げる機能全てを使用してもらった．

- 過去数ヶ月分の各費目の出納額の表示
- 1ヶ月毎の費目毎の出納額表示（円グラフ）
- 1ヶ月毎の各費目の出納額比較（棒グラフ）
- 毎月の費目ごとの出納額の推移（棒グラフ）

アプリケーションを使用する順番が実験結果に与える影響を排除するため，カウンターバランス法を採用した．

被験者が閲覧した家計簿のデータは，ER-Wallet の使用実験を行った 2 名はそれぞれ自分のデータを，他の 6 名は筆者の 2011 年 10 月 18 日から 2011 年 1 月 7 日までのデータであった．

なお本実験では，被験者が家計簿の閲覧を行う際の操作の様子をデスクトップレコーダーにて録画した．

[3] http://kakeibo.ocn.ne.jp/

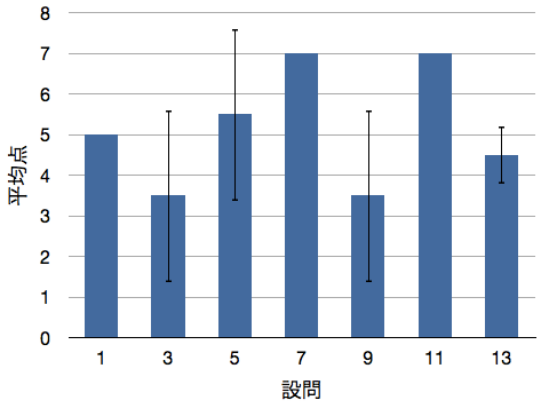


図 6.10: グループ A における各機能の評価

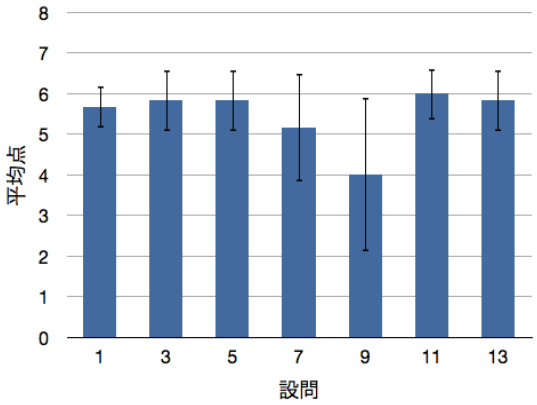


図 6.11: グループ B における各機能の評価

6.2.3　実験結果

以下に，得られた発見と，各機能の評価をそれぞれ述べる．

得られた発見

MLV についての発見はグループ A では 17 個，グループ B では 50 個得られた．また，既存の家計簿についてはグループ A では 11 個，グループ B では 31 個得られた．

それぞれの回答数と回答の一部を表 6.3，表 6.4 に示す．

各機能の評価

グループ A とグループ B における各機能の評価の結果を，図 6.10 と図 6.11 にそれぞれ示す．エラーバーは各設問毎の標準偏差を示す．

6.2.4　考察

MoneyLog Viewer から得られる発見

グループ A　MLV を用いて得られた 17 個の発見のうち，7 個は自分の行動の振り返りについての発見であった．例えば，自分の生活圏の中心がわかった，ある日の生活パターンが把握できた，等である．また，ある日の出納データから，先輩に食事を奢ってもらったという具体的な内容を思い出すことができたという意見も得られた．他にも，15 時台は大学でお金を使っている等，時間と場所を合わせた発見も見られた．それに対し，既存の家計簿からの発見は，雑費が多い，娯楽費の分類が多い，あるホームセンターで多くの金銭を使用している，研究室で数回ジュースを買っている等，単一的な視点での発

表 6.3: グループ A における発見数と発見の例

	発見数	発見の例
MLV	17	• あるホームセンターで一番使っている • 18 時台は微妙に散財している • 15 時台は大学周辺でお金を使っている • 東大通を中心に生活してる • 1/10 の生活パターンが把握できた • 1/4 には牛丼屋に行っただけ（この日は何も飯食べていなくて、先輩におごってもらった日だったと思い出せた） • 深夜帯の使用金額は 0 だが使用回数があり、気になったのでそこを見ることができたその内容も思い出すことができた • 自分の経路からどんなことをしたか振り返れた • 深夜 4 時に寝て，次の日の 12 時にバスに乗って学校に来ている
既存の家計簿	11	• その他雑費が多い • あるホームセンターで多額の出金をしている • 研究室にて数回ジュースを買っている • 「コンビニ」という分類を使ったら，どこのコンビニで何を買ったのかがわからない • 食費の目標金額までいいペースでいっているので、今までのペースでいけば目標金額以下を目指せることがわかった • 娯楽費は大きな金額を少しの間隔を開けて使っていたため，1 度の使用を我慢すれば節約につながりそうだと感じた • 支出内訳を見て，娯楽費の分類が多いことがわかった

表 6.4: グループ B における発見数と発見の例

	発見数	発見の例
MLV	50	• 10 月は実家に帰ってお金を使ったことと，東京でお金を使ったことがわかる • 11 月は旅費で多く出費している • 時刻別の金額と回数に差があまり無いので，15 時や 22 時に高い買い物をしたのだろう • 夜の restaurant に対する出費が 10 月は 20〜22 時、11 月は 18〜23 時まで広範囲、12 月は 19〜21 時 →時間帯が早くなっている？　生活習慣が変化したのかも • 書店にて財布は空けたが結局購入しなかったケースあり．金額不足だったのであろうか. • 遠出する際には (例えば都内)，電車代がかかるのはもちろんだが，同時にレストランで食事などを行なっており，出費がかさんでいるようだ • 10 時から 0 時にかけて出費することが多く、生活時間帯も同様なのではないか • レストランは行った回数に対して使用金額が多め • 昼食時，夕食時に食費が多いが，おやつ時が一番多い
既存の家計簿	31	• 11 月の飲食にかかっている金額が多い • 12 月は旅行で結構お金を使っているのに 11 月と出費がそれほど変わらない • 土日に出費が大きくなる傾向にある • 平日で大きな出費が出るのは特別なものを買ったり交通費、飲みにお金を使った場合 • 飲み会と服は高い金額がかかる • おやつ代を節約できる • 冬だからか、暖かい服でも買ったのか（1 月にファッションが伸びているため） • 支出がこの数ヶ月上がり傾向である

見が主となった．MLV の場合は「あるホームセンターでは閉店直前にお金を使っていた」という，より具体的な情報が明らかになっていたため，1 つの出納データをより掘り下げて分析することが可能であると言える．

MLV では発見出来なかったが既存の家計簿の利用中に得られた発見としては,「娯楽費は大きな金額を少し間隔を開けて使用していたので，一度の使用を我慢すれば節約に繋がりそう」という発見があった．この被験者は，一つの費目を掘り下げて節約計画を立てている．発見までの過程を観察したところ,「娯楽費」として登録されたデータのリスト表示を閲覧し，日付に着目することによってこれを導き出していた．MLV では費目を用いた分析ができないため，この発見が得られなかったと考えられる．より詳細な分析のために，プレイスとプレイスタイプだけでなく，費目を認識するための手法を考える必要がある．

グループ B MLV を用いた場合，特定の時間帯の出費回数が多い，夕食の時間帯の変化から生活習慣が変わったことが推測できる，10 時から 0 時の出費が多いため生活時間帯も同様なのではないか，等の生活習慣に着目した発見が 6 名中 4 名に見られた．また，ある被験者は，遠出をする際は電車代だけでなく食事や買い物をする等で出費がかさんでいるという発見を導いていた．この被験者はマップ表示から長距離移動している日を発見し，更にその日の出納を確認することによってこの発見を導いた．既存の家計簿から得られる発見にはこのような意見は見られなかったため，本研究ならではの発見と言える．

既存の家計簿を用いた場合は，ある月についての費目毎の出費の比較や，ある費目についての月毎の比較についての発見が多く見られた．11 月の飲食費が群を抜いて高い，11，12 月の交通費が多い，食費はどの月も高い等，1ヶ月単位での出費のおおまかな傾向についての発見は 6 人全員が行なっているが，それ以上詳細な分析は行えていない．

全体を通して MLV を利用して分析を行った場合，既存の家計簿を用いた際に発見できる情報が得られることに加え，1 つ 1 つの行動を振り返りながら出費の確認ができるという特徴があると言える．どの様な行動を行ったかを振り返ることが出来れば，毎月の費目ごとの出費を単純に比較するよりも具体的な節約目標を立てやすくなる．例えば筆者が自分のデータを閲覧した場合，食事後に研究室にて出納を行なっている場合が多く，間食のし過ぎを自覚し，あまり使わない様にする意識を持つことができた．

また，出納データの節約以外の目的への応用も考えられる．また，金銭の使用時間帯から生活習慣が変わったのでは，という発見が得られたが，これは節約だけでなく生活習慣改善にも役立つ情報であると考えられる．例えば筆者は，12 月と比較して 1 月の夕食の時間が遅くなっており，夜遅くまで作業を行なっていることを発見した．このような発見は，単に節約のみならず，自らの生活習慣を見直すための指標としても利用できると考えられる．

MoneyLog Viewer の各機能の評価

グループ A とグループ B を比較すると，グループ A の方が全体的に評価が低い傾向があった．しかし，設問 7 と 11 に関しては，2 名とも 7 点満点と評価した．

設問 7 については，2 名とも自分の行動パターンをイメージすることができたと回答している．また，金額とタイプだけでは思い出せない出納の内容を思い出せる点も評価された．グループ B に関しては，平均点は 5 点と，グループ A よりは低い評価となったが，良かった点についてはログとして価値がある，行動パターンがわかる，行動とお金の関係がわかる等，グループ A と同様に，ユーザの行動と出納を関連付けられる点に関する評価が多かった．グループ A は実際に自分のデータを閲覧しており，実際に自らの行動の振り返りを行うことができ，その分評価も高くなったと考えられる．

設問 11 について，グループ A は，既存の家計簿と比較して自分の行動を振り返っている感覚が強い，振り返りが楽しい，書き忘れが生じたり毎日記録しなければならない既存の家計簿よりも楽である，忘れていた出費を思い出せた等，実際に ER-Wallet と組み合わせて利用した経験から得られるコメントが多かった．グループ B に関しても，生活が明らかにできそう（2 名），場所に関連させて出納が把握できる（2 名），など，振り返りを意識した意見が多く見られた．

設問 1，3，5 に関しては，グループ A，B 共に金額と回数の切り替えが行える点が評価された．設問 1 と 3 に関して，タイプが自動で入力されるのは便利という意見があったが，プレイスの種類が多すぎてグラフにすると見づらい，色分けが統一されていないなど，問題点も多く挙げられた．設問 5 に関しては，グループ A，B 共に，プレイスやタイプと組み合わせて発見があった，生活リズムがわかる（5 名）等，設問 7 と同様に行動や生活習慣を振り返る観点からくる高評価が被験者から得られた．

設問 9 に関しては，比較的点数が低い結果となった．その理由として，遠方に出かけた際に多く使用するのは自明，効果的な利用方法がわからない，等の意見が挙げられた．また，マップをクリックした際に 1 クリック目か 2 クリック目かのフィードバックが無い，送信ボタンを押さずとも動的に結果を表示して欲しい等，インタフェースについてのコメントも幾つか見られた．また，データを収集した期間が短い場合，エリア指定を行なってわざわざ見るような特殊な場所における出納はその日 1 日若しくは数日にしか行われていないので，あまり意味を感じられない，というコメントも得られた．遠方で多くの出金をすることは自明であるため，交通費など，特定の要素を除けると良いというコメントが得られ，特定要素についてのみエリア毎に比較するなど，情報提示の工夫が必要である．

既存の家計簿アプリと比較すると，どちらのグループについても MLV の方が評価が高く，グループ A にその差が顕著に見られた．この結果が得られた理由として，自分のデータを閲覧したことによる行動の振り返りが，MLV を用いた場合の方が詳細に行えたからであると考えられる．また，入力の簡単さに関するコメントが得られたことから，入力の簡単さもこの結果の原因であると考えられる．グループ B は，MLV と既存の家計簿との間に大きな差は見られなかった．記録が完璧に行えていれば有益な情報が得られる，金額が細かくわかる等のコメントが得られ，毎回確実に記録を行なっていれば既存の家計簿においても有益な情報が

得られることがわかる．しかし，項目名以外に出費内容を思い出す手がかりが無く，必要，不必要の判断が大変そうというコメントが得られたことに加え，MLV に対する意見として，場所に関連させてお金の流れがわかる（2 名），振り返りがし易いというコメントが得られた．行動と関連付けた振り返りや生活パターンに着目した振り返りなど，1 つ 1 つの出納を振り返るための情報が多彩に揃っているため，MLV を用いれば「食費を減らす」「服を買わない」等の漠然とした目標だけではなく，より詳細な節約の計画を建てることができると考えられる．

第7章　今後の課題と発展

本章では，評価実験を通して明らかになった課題と，本研究の発展について述べる．

7.1　今後の課題

ER-Wallet の小型化

現在の ER-Wallet は，回路取り付け前の財布と比較して厚さが 2 倍程度となっている．これに関しては，実際に使用した被験者 1 名から「財布が大きく，持ち運びが大変」というコメントが得られたことから，ユーザによる日常的な使用に支障をきたすことがわかる．現在はマイコンや SD カードライタの固定のためにピンヘッダ，ピンソケットを用いており，厚さが増す原因となっている．ただし，回路規模が大きくないため，専用基板や専用チップを用いることによる小型化も期待される．

小銭の認識

既存の家計簿と比較して，詳細な金額を知ることができないことについての指摘があった．ER-Wallet における小銭認識が実現すれば，MoneyLog Viewer を用いたより詳細な分析が可能になる．財布を大型化すること無く実現する手法としては，小銭入れに圧力センサを組み込み，圧力値の増減による認識手法が考えられるが，正確な認識が出来るかどうかは不明である．今後，財布に組み込み可能な小銭認識の手法を検討する必要がある．

アップロードの自動化

現在の実装では，出納データの記録は SD カードに対して行い，MoneyLog Viewer へのアップロードは手動にて行う必要がある．ER-Wallet によって得られた記録をリアルタイムに Web サーバへアップロードすることにより，ユーザの負担を更に軽減させることが可能となるため，今後この課題に取り組む．

エリア指定インタフェースの改善

エリア指定インタフェースの利用シーンを再考し，機能の追加を行う必要がある．あるエリア特有の出納データを提示するなど，指定したエリアの特徴がわかりやすいインタフェー

スにする必要がある．また，交通費など，特定の要素を除く，特定要素についてのみエリア毎に比較する等他のエリアとの比較が行い易いインタフェース設計を行う必要がある．

7.2　発展

今後の発展として，財布からの情報提示の実現が挙げられる．インフォーマルな相談の場において，被験者から「今財布に何円入っているのか知りたい」との意見があり，また，対外発表を行った際のコメントとして「お金が無くなりそうなタイミングで財布から通知をして欲しい」という意見が得られた．リアルタイムにユーザが知りたい情報について財布側から提示が行える機構が求められていることがわかる．また，この機構を実現し，さらに，Web との連携によってアップロードの自動化が実現した場合，ユーザの習慣に応じて，適切な時刻や場所にて家計についての情報を，財布からプッシュ型提示することができる．ユーザが自らの習慣を把握しても，外出中にそれが意識できなければ節約には繋がらない．位置や時刻に応じてプッシュ型提示が行えれば，データの取得，データの分析，データの提示が全て自動的に行うことが可能となり，家計簿に関するユーザの負担は劇的に削減可能である．

また，消費行動の振り返りだけでなく，生活習慣の把握や生活パターンの振り返りが実現されたことにより，生活習慣の改善等，出納とは異なる用途も発展として考えられる．

今後は，ER-Wallet と MoneyLog Viewer によって実現した出納データ詳細な振り返りを，実際の節約行動にどの様に活かすかが課題となる．毎日の振り返りから明らかになった生活習慣や行動パターンから，必要な出納，不必要な出納の認識や節約行動へ繋げるための情報提示手法の調査等が，今後の展望として考えられる．

第8章　結論

本研究では，家計簿の記帳時におけるユーザの負担を最小限に抑えることと，費目，金額以外の観点からの家計分析を可能とすることを目的とした．前者の目的を達成するため，財布にセンサを組み込むことによって金額の自動認識，GPS 情報，時刻の記録を自動的に行う財布である ER-Wallet の開発，評価を行った．また，後者の目的を達成するために，ER-Wallet から取得した出納データを時刻，位置，そして一日の経路を基に分析できる Web アプリケーションである MoneyLog Viewer の開発，評価を行った．

ER-Wallet の評価実験を，実際に 3 名（著者 1 名を含む）に使用してもらうことにより行った．紙幣の認識精度が 85%を記録し，被験者から記入漏れが無い点や手動入力の必要が無い点が評価された一方，財布の大きさや使用した小銭のログが取得できない点が指摘された．

MoneyLog Viewer の評価実験として，被験者 8 名（ER-Wallet を利用した 2 名を含む）にデータ閲覧を行なってもらった．既存の家計簿と比較し，主に行動の振り返りが行える点，位置や時刻を関連付けて 1 つ 1 つの出納データの内容を思い出せる点が評価された．具体的には,「昼食時，夕食時に消費が見られるが，おやつ時が一番多く，間食が多いことがわかる」や「遠出する際には電車代だけでなくレストランに行くため出費がかさむ」等，具体的に出納を行う状況が明らかになったという意見が得られ，節約に直結する発見を行うことができたと言える．

入力忘れを防止し，使用金額の認識と出納データの記録を自動にて行うことを可能としたこと，そして位置情報や時刻情報，移動経路を用いることによって，出納の内容 1 つ 1 つの詳細な振り返りを実現し，節約に直結する発見を得られる家計簿アプリを実現したことが，これまでの家計簿には出来ない，本研究の貢献である．

謝辞

本研究を遂行するにあたり，本当にたくさんの皆様からご助力を頂きました．3 年間の私の研究生活は，先生方，先輩方，後輩，友人と，本当に多くの人から支えて頂いていたのだなと，こうして修士論文の謝辞の筆をとるにあたってひしひしと感じております．ご助力下さった皆様に感謝申し上げます．本当にありがとうございます．

研究を行うにあたっては，田中二郎先生には指導教員という立場から多くのご指導を頂きました．個人研究に関してだけでなく，博士前期課程の 2 年間参加した大規模情報コンテンツ時代の高度 ICT 専門職業人育成における研究に関しても，常に支えて頂きました．また，備品係のリーダーとしてもお世話になり，先生からは責任感や積極性の大切さを学びました．初めは自信がなかった個人研究と大規模情報コンテンツ時代の高度 ICT 専門職業人育成の掛け持ちも，決して腐らず積極的に活動した結果，これまで続けることができ，対外発表を行うことも出来ました．これもひとえに田中先生のご指導のおかげであると思います．

また，志築文太郎先生には，研究に関して常にきめ細かなご指導をして頂きました．修士論文のテーマに関しても，個人的には研究としては難しく，こうして修士論文を執筆できる程の形になるとは思ってもいませんでした．こうして修士論文としてこの研究を纏めることができたのも，良い研究にするために様々な助言を下さった志築先生のおかげです．本当にありがとうございます．また，三末和男先生，高橋伸先生にも，様々な視点から，特に研究発表について多くのご助言を頂くことが出来ました．ありがとうございました．

研究室のメンバー，とりわけ WAVE チームのメンバーには，日頃から研究に関する議論にお付き合い頂いただけでなく，研究以外でも大変お世話になりました．皆さんがいたおかげで，毎日充実した研究室生活が送れました．ありがとうございました．WAVE チームのメンバーの中でも大江龍人君には，特に電子工作について数多くの助言を頂きました．電子工作の初心者だった私がこうして日常的に動作するシステムを自分の手で作り上げることは，大江君の助言無しでは決して出来なかったと思います．また，評価実験用 ER-Wallet の開発の際に手を貸してくれたのも大江君でした．様々な手助けをして頂いて，本当にありがとうございました．

そして何よりも，精神面でも金銭面でもいつも支えてくれた両親の存在がなければ，私はこうして修士論文を執筆することはできませんでした．在学 6 年間常に支えて下さった両親に心から感謝致します，ありがとうございました．

最後に，大学生活にてお世話になった全ての人に感謝の意を表し，謝辞を括りたいと思います．ありがとうございました．

参考文献

[ban] 日本銀行. http://www.boj.or.jp/.

[BO08] Michael Blighe and Noel E. O'Connor. Myplaces: detecting important settings in a visual diary. In *Proceedings of the 2008 international conference on Content-based image and video retrieval*, CIVR '08, pp. 195–204, New York, NY, USA, 2008. ACM.

[cas] Cashflow. http://itunes.apple.com/app/cashflow/id290776107?mt=8.

[CCBZ10] Peng-Wen Cheng, Snehal Chennuru, Senaka Buthpitiya, and Ying Zhang. A language-based approach to indexing heterogeneous multimedia lifelog. In *International Conference on Multimodal Interfaces and the Workshop on Machine Learning for Multimodal Interaction*, ICMI-MLMI '10, pp. 26:1–26:8, New York, NY, USA, 2010. ACM.

[day] Daytum. http://daytum.com/.

[DSLE07] Aiden R. Doherty, Alan F. Smeaton, Keansub Lee, and Daniel P. W. Ellis. Multimodal segmentation of lifelog data. In *Large Scale Semantic Access to Content (Text, Image, Video, and Sound)*, RIAO '07, pp. 21–38, Paris, France, France, 2007.

[GBL+02] Jim Gemmell, Gordon Bell, Roger Lueder, Steven Drucker, and Curtis Wong. Mylifebits: fulfilling the memex vision. In *Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia*, MULTIMEDIA '02, pp. 235–238, New York, NY, USA, 2002. ACM.

[han11] 羽仁もと子案　家計簿 2012. 婦人之友社, 2011.

[Inta] Intuit, Inc. Mint. https://www.mint.com/.

[Intb] Intuit, Inc. Quicken. http://quicken.intuit.com/.

[KLJP09] John Kestner, Daniel Leithinger, Jaekyung Jung, and Michelle Petersen. Proverbial wallet: tangible interface for financial awareness. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, TEI '09, pp. 55–56, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[KYA09] Keigo Kitamura, Toshihiko Yamasaki, and Kiyoharu Aizawa. Foodlog: capture, analysis and retrieval of personal food images via web. In *Proceedings of the ACM multimedia 2009 workshop on Multimedia for cooking and eating activities*, CEA '09, pp. 23–30, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[las] Last.fm. http://www.lastfm.com/.

[let] Let's 家計簿. http://www.letsware.com/.

[LF94] Mik Lamming and Mike Flynn. "Forget-me-not" intimate computing in support of human memory. *Proc. International Symposium on Next Generation Human Interface '94*, pp. 150–158, 1994.

[nem] ねむログ. http://www.nemulog.jp/.

[NM11] Mieko Nakamura and Homei Miyashita. Catchy account: a system for acquiring a realistic sense of expenditures. In *Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference*, AH '11, pp. 29:1–29:2, New York, NY, USA, 2011. ACM.

[run] au smart sports run & walk. http://run.auone.jp/.

[SOF] EAST LIGHT SOFTWARE. アクティブマネー Pro. http://eastlightsoftware.com/jp/.

[TMN11] Seiki Tokunaga, Shinsuke Matsumoto, and Masahide Nakamura. Receiptlog: A consumer-oriented lifelog service for storing and reviewing daily receipts. In *IEICE Technical Report*, Vol. 111 of *SS2011-5*, pp. 23–28, Seoul, KOREA, 2011.

[TNN+10] Toshiki Takeuchi, Takuji Narumi, Kunihiro Nishimura, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose. Forecast and visualization of future expenditure with logging and analyzing receipts. In *ACM SIGGRAPH 2010 Posters*, SIGGRAPH '10, pp. 150:1–150:1, New York, NY, USA, 2010. ACM.

[TO95] Fumiaki Takeda and Sigeru Omatu. A neuro-money recognition using optimized masks by ga. In *Advances in Fuzzy Logic, Neural Networks and Genetic Algorithms*, Vol. 1011 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 190–201. Springer Berlin / Heidelberg, 1995.

[TYA05] Datchakorn Tancharoen, Toshihiko Yamasaki, and Kiyoharu Aizawa. Practical experience recording and indexing of life log video. In *Proceedings of the 2nd ACM workshop on Continuous archival and retrieval of personal experiences*, CARPE '05, pp. 61–66, New York, NY, USA, 2005. ACM.

[YMR09] Kyoko Yonezawa, Takashi Miyaki, and Jun Rekimoto. Cat@log: sensing device attachable to pet cats for supporting human-pet interaction. In *Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Enterntainment Technology*, ACE '09, pp. 149–156, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[zai] Zaim. http://zaim.net/.

[イー] イー・アドバイザー株式会社. Moneylook. https://www.moneylook.jp/.

[エヌ] エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社. OCN 家計簿. http://kakeibo.ocn.ne.jp/assetmanagement/.

[テク] テクニカルソフト株式会社. てきぱき家計簿マム. http://www.softnet.co.jp/index.html.

[メデ] メディアドライブ株式会社. やさしく家計簿. http://mediadrive.jp/products/ykakeibo/.

[株式] 株式会社イーズ. うきうき家計簿. http://eases.jp/product/ukiuki/ukiuki.htm.

[坂本 95] 坂本秀一, 一宮亮一, 太田雄三, 宮本賢一. 音響を利用したシートの枚数検出法 : 第 3 報, 伝達関数の位相による紙および布の検出. 日本機械学會論文集. C 編, Vol. 61, No. 584, pp. 1516–1521, 1995.

[相澤 09] 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, pp. 592–597, 2009.

[竹田 25] 竹田史章, 寺田兼吾, 大松繁. 遺伝的アルゴリズムと dsp による紙幣識別用ニューロシステム技術とその応用. 日本機械学會論文集. C 編, Vol. 63, No. 615, pp. 3933–3940, 1997-11-25.

[竹内 10] 竹内俊貴, 鳴海拓志, 西村邦裕, 谷川智洋, 廣瀬通孝. レシートログと消費行動に関する未来予測. 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 34, No. 25, pp. 99–104, 2010.

[中村 11a] 中村美惠子, 宮下芳明. Catchyaccount2: 金額の知覚的解釈による家計簿. 第 10 回 NICOGRAPH 春季大会 CD-ROM 予稿集, pp. 192–193, 2011.

[中村 11b] 中村美惠子, 宮下芳明. 金額の理解を促すインタラクションデザイン. Technical Report 5, 明治大学理工学研究科新領域創造専攻ディジタルコンテンツ系, 明治大学理工学研究科新領域創造専攻ディジタルコンテンツ系／独立行政法人科学技術振興機構, CREST, 2011.

[中村 11c] 中村美惠子, 宮下芳明. 金額を実感する入力手法の提案. WISS '11: 第 19 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, pp. 176–178, 2011.

[韮澤 10a] 韮澤賢三, 志築文太郎, 田中二郎. Account reporter: マネーフローコンテキストを用いた購買情報のプッシュ型提示システム. 第 72 回情報処理学会全国大会, 第 72 巻, pp. 329 – 330, 2010.

[韮澤 10b] 韮澤賢三, 志築文太郎, 田中二郎. マネーフローコンテキストを利用した携帯家計簿システム. マルチメディア、分散、協調とモバイル（DICOMO2010）シンポジウム論文集, pp. 1166 – 1174. 情報処理学会, 2010.

[韮澤 11] 韮澤賢三, 志築文太郎, 田中二郎. 家計簿の自動記録のための使用金額認識システム. 情報処理学会研究報告. 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, Vol. 2011, No. 23, pp. 1–8, 2011.

[畑田 10] 畑田晃希, 山崎俊彦, 相澤清晴. ユーザの閲覧履歴を利用したライフログデータの要約. 映像情報メディア学会誌, Vol. 64, No. 2, pp. 237–240, 2010.

付 録A　ER-Walletの評価実験の際に用いたアンケート用紙

次ページ以降は，6.1 節にて示した ER-Wallet の評価実験の際に被験者に回答を依頼したアンケート用紙である．評価実験期間の終了後，被験者にアンケートを提示し，内容を説明した後に回答を依頼した．

ER-Walletに関するアンケート

2012年1月12日

文責： 筑波大学大学院システム情報工学研究科 韮澤賢三
（nirasawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp）

この度はER-Walletの使用実験にご協力いただきありがとうございました．最後に，アンケートへの回答をお願い致します．

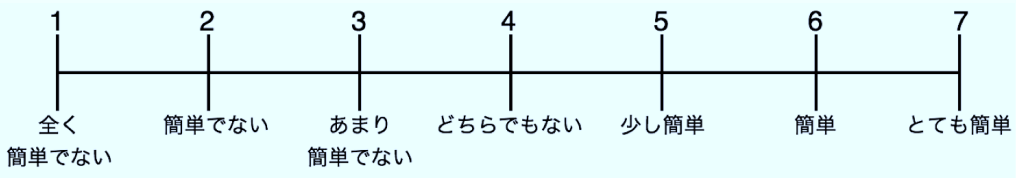
なお，アンケートの内容は実験結果の分析，論文，対外発表にて使用します．本アンケートは記名式ですが，論文，対外発表に使用する際には，個人が特定出来ない形にて使用致します．

アンケートについて不明な点があれば韮澤までご連絡下さい．

アンケートは次ページから始まります．

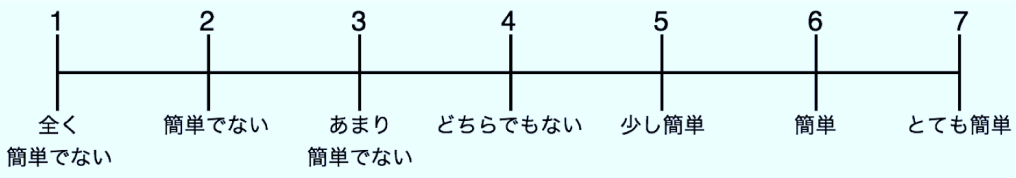
氏名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

1. ER-Walletを用いての家計簿の入力は簡単でしたか？



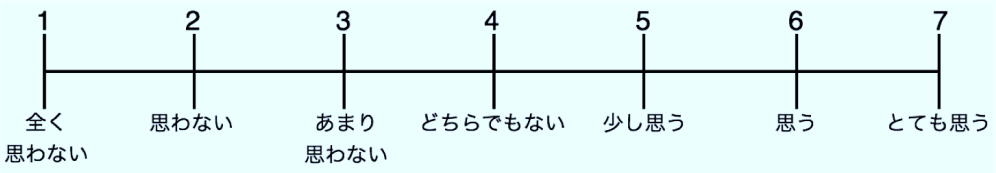
2. 1. の回答の理由をお書き下さい.

3. 手動入力の家計簿の入力は簡単でしたか？

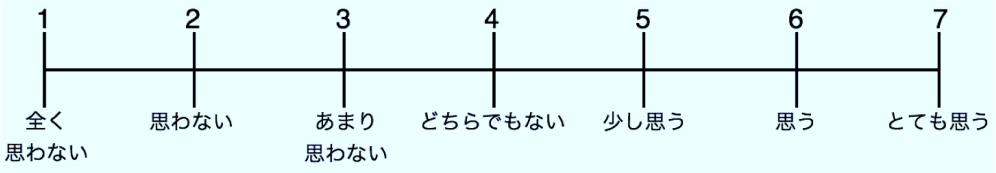


4. 3. の回答の理由をお書き下さい.

5. ER-WalletのデータをMoneyLog Viewerに入力する際，自分の行動の振り返りが行えましたか？



6. 手動入力の家計簿に入力を行う際，自分の行動の振り返りが行えましたか？



7. ER-Walletを使用していて便利だと感じた点，不便だと感じた点がありましたらお書き下さい.

便利だと感じた点   不便だと感じた点

8. 手動入力の家計簿を使用していて便利だと感じた点，不便だと感じた点がありましたらお書き下さい.

便利だと感じた点   不便だと感じた点

9. ER-Walletについて他に意見，コメント等がありましたらご自由にお書き下さい.

アンケートは以上です．ご協力ありがとうございました.

付 録B　MoneyLog Viewerの評価実験の際に用いた実験への協力依頼とアンケート用紙

次ページ以降は，6.2 節にて示した MoneyLog Viewer の評価実験の際に用いた実験協力依頼と，被験者に回答を依頼したアンケート用紙である．評価実験の説明を行った後に実験協力依頼に署名を依頼した．実験終了後に被験者にアンケートを提示し，内容を説明した後に回答を依頼した．なお，ER-Wallet を使用した被験者（グループ A）と使用していない被験者（グループ B）に見せた資料は文言に相違があるため，双方を付録として掲載する．なお，掲載する 2 種類のアンケートは，アンケート項目については同一のものである．

グループ A 用アンケート用紙

ER-Wallet の使用実験を行った 2 名の被験者に見せた評価実験への協力依頼とアンケート用紙を掲載する.

MoneyLog Viewerの評価実験への協力のお願い

実験者：筑波大学大学院システム情報工学研究科　韮澤賢三
(nirasawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp)

この度はお忙しい中評価実験にご協力頂きましてありがとうございます．本資料は，今回の実験の説明のための資料です．実験の前にこの資料をお読み下さい．

1. 実験の概要

本実験では，既存の家計簿アプリケーションと本研究にて開発した家計簿アプリケーション（以後，MoneyLog Viewer）を使用してもらいます．これまでに入力して頂いた家計簿のデータを閲覧し，家計に関する発見を記述して頂きます．実験終了後，MoneyLog Viewerの各機能に関してのアンケートにお応え頂きます．

2. 実験手順

1. 実験についての説明
2. それぞれのアプリケーションの説明
3. タスク1
   - ひとつめのアプリケーションを自由に使用し，家計に関して発見があったらその都度テキストエディタに発見内容を記述
4. タスク2
   - ふたつめのアプリケーションに対して，タスク1と同様の作業を行う
5. アンケート

3.データの取扱いについて

本実験では，操作の様子をデスクトップレコーダーにて録画します．録画された動画やその一部，スクリーンキャプチャは実験の分析，論文，対外発表にて使用します．その際には，個人が特定できない形にて使用致します．
また，記述して頂いたテキストデータの内容と回答して頂いたアンケート結果も同様の目的のために使用し，その際にも，個人が特定できない形にて使用致します．

本実験において，上記の目的に実験結果や実験映像を使用することについて，実験者の意思を確認した上で，これらの目的で使用することに同意します．

年　　月　　日

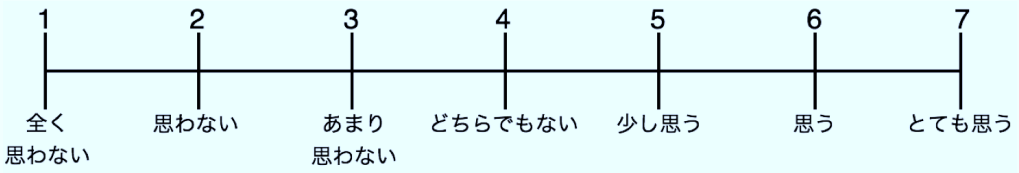
署名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

実験者＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

アンケート（家計簿記入者用）

回答者氏名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

1. MoneyLog Viewerのプレイスを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

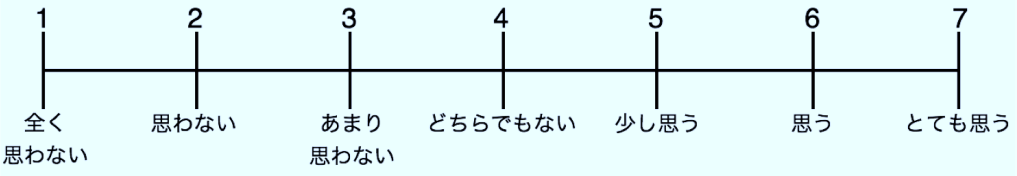


2. MoneyLog Viewerのプレイスを用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい．既存の家計簿アプリのグラフ表示と比較しての意見もあれば書いて下さい

良かった点

改善すべき点

3. MoneyLog Viewerのタイプを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

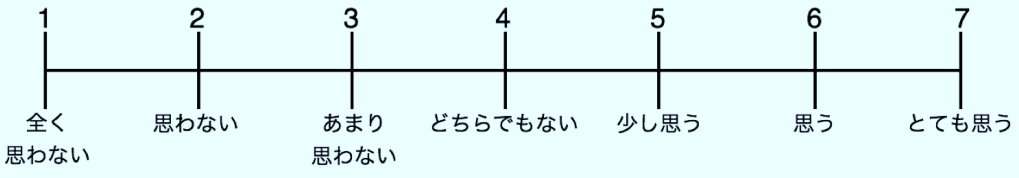


4. MoneyLog Viewerのタイプを用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい．既存の家計簿アプリのグラフ表示と比較しての意見もあれば書いて下さい．

良かった点

改善すべき点

5. MoneyLogViewerの時刻を用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

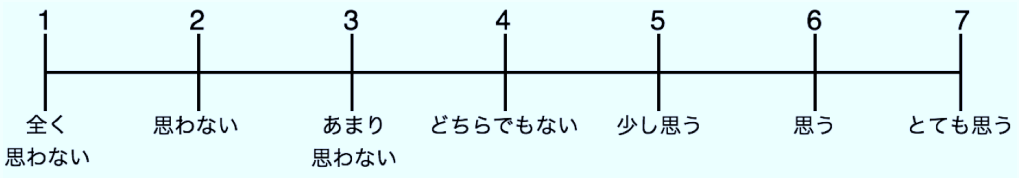


6. MoneyLog Viewerの時刻を用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい.

良かった点

改善すべき点

7. MoneyLogViewerのマップを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

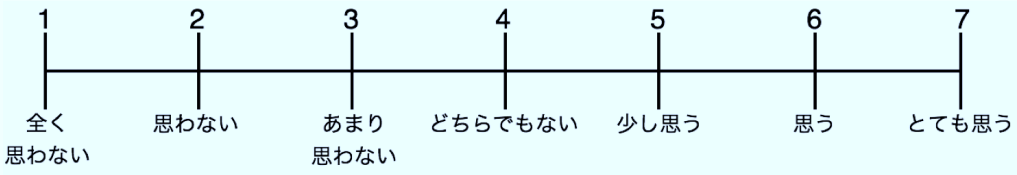


8. MoneyLog Viewerのマップを用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい.

良かった点

改善すべき点

9. MoneyLog Viewerのエリア指定を用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

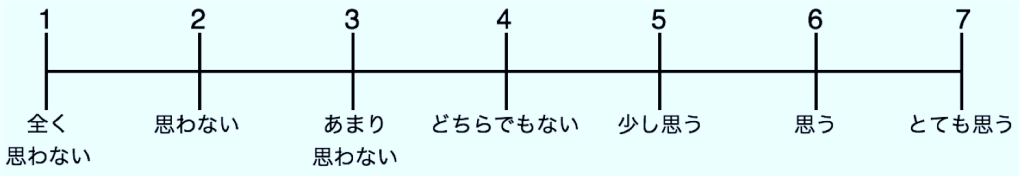


10. MoneyLog Viewerのエリア指定を用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい．

良かった点

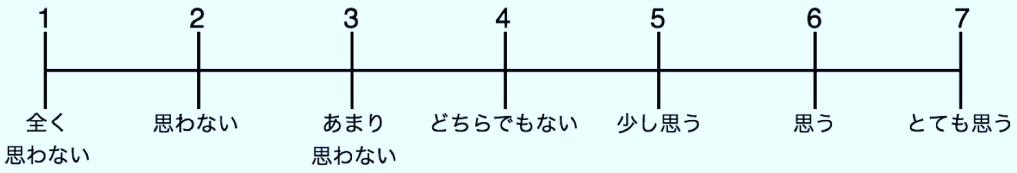
改善すべき点

11. MoneyLog Viewerを利用して，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？



12. MoneyLog Viewerに関して意見，コメント等がありましたら自由に記述して下さい.

13. 既存の家計簿アプリケーションを利用して，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？



14. 既存の家計簿アプリケーションに関して意見，コメント等がありましたら自由に記述して下さい.

アンケートは以上です．ご協力ありがとうございました.

グループB用アンケート用紙

ER-Wallet の使用実験を行わなかった 6 名の被験者に見せた評価実験への協力依頼とアンケート用紙を掲載する.

MoneyLog Viewerの評価実験への協力のお願い

実験者：筑波大学大学院システム情報工学研究科　韮澤賢三
(nirasawa@iplab.cs.tsukuba.ac.jp)

この度はお忙しい中評価実験にご協力頂きましてありがとうございます．本資料は，今回の実験の説明のための資料です．実験の前にこの資料をお読み下さい．

1. 実験の概要

本実験では，既存の家計簿アプリケーションと本研究にて開発した家計簿アプリケーション（以後，MoneyLog Viewer）を使用してもらいます．予め入力された家計簿のデータを閲覧し，家計に関する発見を記述して頂きます．実験終了後，MoneyLog Viewerの各機能に関してのアンケートにお応え頂きます．

2. 実験手順

1. 実験についての説明
2. それぞれのアプリケーションの説明
3. タスク1
   - ひとつめのアプリケーションを自由に使用し，家計に関して発見があったらその都度テキストエディタに発見内容を記述
4. タスク2
   - ふたつめのアプリケーションに対して，タスク1と同様の作業を行う
5. アンケート

3.データの取扱いについて

本実験では，操作の様子をデスクトップレコーダーにて録画します．録画された動画やその一部，スクリーンキャプチャは実験の分析，論文，対外発表にて使用します．その際には，個人が特定できない形にて使用致します．
また，記述して頂いたテキストデータの内容と回答して頂いたアンケート結果も同様の目的のために使用し，その際にも，個人が特定できない形にて使用致します．

本実験において，上記の目的に実験結果や実験映像を使用することについて，実験者の意思を確認した上で，これらの目的で使用することに同意します．

年　　月　　日

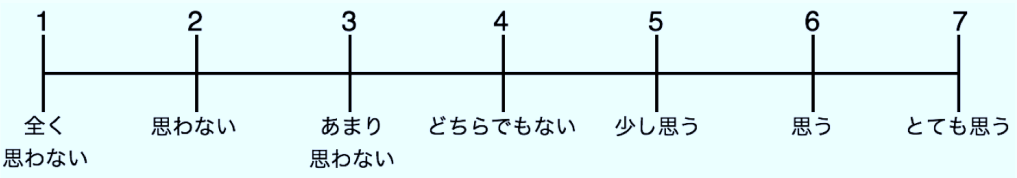
署名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

実験者＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

アンケート

回答者氏名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

1. MoneyLog Viewerのプレイスを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

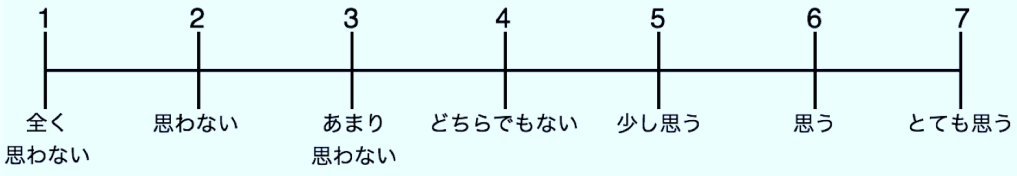


2. MoneyLog Viewerのプレイスを用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい．既存の家計簿アプリのグラフ表示と比較しての意見もあれば書いて下さい．

良かった点

改善すべき点

3. MoneyLog Viewerのタイプを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

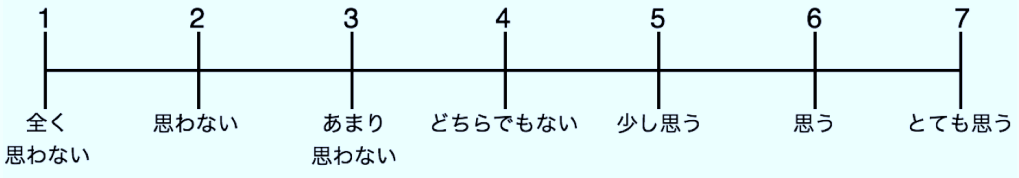


4. MoneyLog Viewerのタイプを用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい．既存の家計簿アプリのグラフ表示と比較しての意見もあれば書いて下さい．

良かった点

改善すべき点

5. MoneyLogViewerの時刻を用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

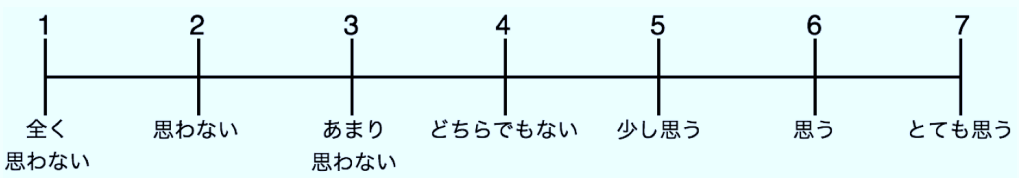


6. MoneyLog Viewerの時刻を用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい.

良かった点

改善すべき点

7. MoneyLogViewerのマップを用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

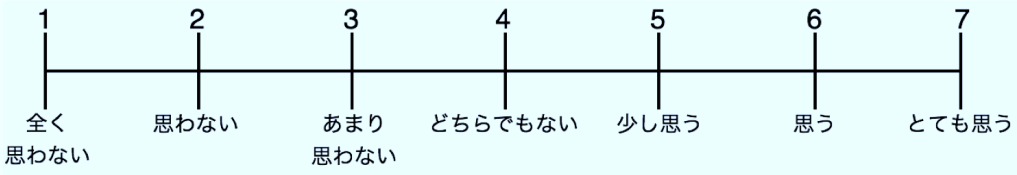


8. MoneyLog Viewerのマップを用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい.

良かった点

改善すべき点

9. MoneyLog Viewerのエリア指定を用いたデータ閲覧について，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？

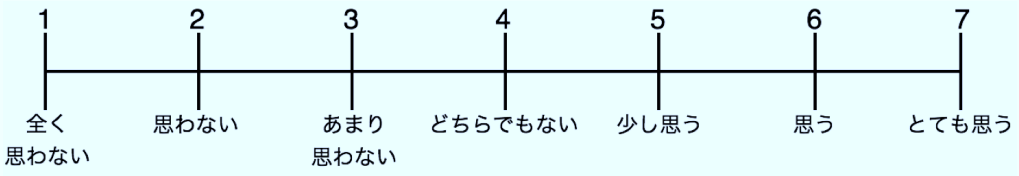


10. MoneyLog Viewerのエリア指定を用いたデータ閲覧について，良かった点，改善すべき点を自由に記述して下さい.

良かった点

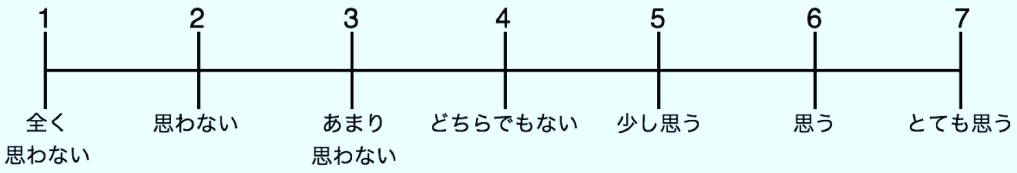
改善すべき点

11. MoneyLog Viewerを利用して，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？



12. MoneyLog Viewerに関して意見，コメント等がありましたら自由に記述して下さい.

13. 既存の家計簿アプリケーションを利用して，お金の使い方に関する有益な発見があったと思いましたか？



14. 既存の家計簿アプリケーションに関して意見，コメント等がありましたら自由に記述して下さい.

アンケートは以上です．ご協力ありがとうございました.