

インターネットニュースにおける情報過多の問題を  
解決する個人向け情報配信システムに関する研究

愛媛大学大学院 理工学研究科  
電子情報工学専攻 情報工学講座

令和2年度入学  
小川 拓也

指導教員  
小林 真也 教授

令和4年12月26日



# 目次

<b>第1章</b>	<b>緒論</b>	<b>1</b>
<b>第2章</b>	<b>研究背景</b>	<b>3</b>
2.1	緒言	3
2.2	インターネットの普及	4
2.3	個人向け情報配信システム PINOT	6
2.4	スマートフォンの普及	9
2.5	スマートフォン版 PINOT	10
2.6	スマートウォッチの普及	12
2.7	結言	13
<b>第3章</b>	<b>スマートウォッチ連携 PINOT</b>	<b>15</b>
3.1	緒言	15
3.2	スマートウォッチ連携 PINOT の概要	15
3.3	スマートウォッチ連携 PINOT の構成	16
3.4	Apple Watch でニュースを提供する際の動作の流れ	17
3.5	ニュースの閲覧を促す工夫	18
3.6	評価実験	18
3.7	実験結果と考察	19
3.8	スマートウォッチ連携 PINOT の問題点	20
3.9	結言	21
<b>第4章</b>	<b>NEAR</b>	<b>23</b>
4.1	緒言	23
4.2	音声による情報提供	23
4.3	構成	24
4.4	音声の操作・興味学習	24

---

4.5	評価実験 . . . . .	25
4.6	実験結果と考察 . . . . .	27
4.7	結言 . . . . .	28
<b>第 5 章</b>	<b>視線情報を考慮した学習アルゴリズムの提案</b>	<b>29</b>
5.1	緒言 . . . . .	29
5.2	これまでの取り組み . . . . .	29
5.3	視線を考慮した興味学習の提案 . . . . .	30
5.4	評価実験 . . . . .	30
5.5	結言 . . . . .	39
<b>第 6 章</b>	<b>結論</b>	<b>41</b>
	<b>参考文献</b>	<b>45</b>

# 目次

2.1	インターネット利用率(個人)の推移 . . . . .	4
2.2	インターネットの利用目的・用途 . . . . .	5
2.3	ニュース情報の取得方法(複数回答可) . . . . .	5
2.4	もっとも多く利用するニュース情報の取得方法 . . . . .	6
2.5	PINOT の構成図 . . . . .	7
2.6	モバイル端末の保有率(個人) . . . . .	10
2.7	インターネット利用時の使用端末の割合 . . . . .	10
2.8	スマートフォン版 PINOT の構成図 . . . . .	11
2.9	スマートフォン版 PINOT の画面イメージ . . . . .	11
2.10	スマートウォッチ利用者の割合の推移 . . . . .	13
3.1	スマートウォッチ連携 PINOT の構成図 . . . . .	16
3.2	iPhone 上での表示画面 . . . . .	17
3.3	Apple Watch 上での表示画面 . . . . .	17
4.1	NEAR の構成図 . . . . .	24
4.2	各端末での音声読み上げの操作画面 . . . . .	26
5.1	提案手法評価用システムの構成図 . . . . .	31
5.2	記事見出し文表示画面 . . . . .	31
5.3	記事詳細画面 . . . . .	32
5.4	すべての注視点 . . . . .	33
5.5	補正時の注視点 . . . . .	35
5.6	ユーザごとの単語視認時間のヒストグラム . . . . .	37



# 表目次

3.1	AppleWatch を用いたときの実験結果 . . . . .	19
3.2	Apple Watch を用いなかったときの実験結果 . . . . .	19
3.3	「後で読む記事」に関連する回数 . . . . .	20
4.1	NEAR とスマートウォッチ連携 PINOT の機能 . . . . .	26
4.2	音声情報による情報提供 . . . . .	27
4.3	文字情報による情報提供 . . . . .	27
5.1	提案手法における興味の学習 . . . . .	30
5.2	Beam の視線検出精度の評価結果 . . . . .	34
5.3	補正後の視線検出精度の評価結果 . . . . .	36
5.4	提案手法の評価結果 . . . . .	38
5.5	興味あり記事の件数と割合 . . . . .	39
5.6	興味あり記事に対する興味の度合いの比較 . . . . .	40
5.7	興味なし記事に対する興味の度合いの比較 . . . . .	40



# 第 1 章

## 緒論

近年ではインターネットが一般に広く普及し、多くの人々がインターネットを利用している。そして、インターネットの利用目的として、インターネットニュースの取得は上位にある。インターネット上では非常に多くのニュース記事が配信されている。これによってユーザが多くの情報を入手できるというメリットがあるが、その一方で、ユーザは配信されている情報の全てに興味があるわけではない。ユーザがインターネットニュースを読むためには、配信されている膨大な量のニュースの中から、興味のある情報を探し出す必要がある。情報量の増加に伴い、ユーザによる情報の選別が困難になることを情報過多という。

過去の研究ではインターネットニュースにおける情報過多の問題を解決することを目的とした個人向け情報配信システム PINOT（ピノ、Personalized INformation On Television screen）が提案された [1][2][3]。提案されたシステムは、配信されているニュース情報をテレビ画面に Ticker 形式で表示し、表示された情報に対するユーザの操作から、ユーザの興味を学習しており、学習されたユーザの興味を考慮した情報提供を行うことで、情報の選別を自動化し、情報過多の問題を解決していた。

また近年では、ユーザが利用する情報通信機器として、スマートフォンの利用率が高くなっている。そこで、スマートフォンの利用においても、情報過多による問題が発生することから、PINOT 同様のシステムがスマートフォンに求められていると考え、PINOT のシステムをスマートフォンでも利用可能なスマートフォン版 PINOT が提案された [4]。スマートフォン版 PINOT は、ユーザがアプリを立ち上げた時に、配信されているニュースの中からユーザの興味のあるニュースをユーザに提供するアプリであるとともに、ユーザが閲覧したニュースに基づいてユーザの興味を学習する。一方で、ユーザがアプリを立ち上げていない期間に配信されたニュースはユーザが興味を持っている内容であったとしてもユーザに提供されず、アプリ上でユーザの興味を学習する機会を失うことに繋がっていた。

この問題を解決するために、スマートフォン版 PINOT にスマートウォッチ上での記事見出し文の提供機能を追加した、スマートウォッチ連携 PINOT が提案された [5]. スマートウォッチを通してユーザに記事見出し文を提供することで、ユーザがアプリを起動するきっかけを与えるとともに、より正確なユーザの興味の学習につながると考えた。しかし、スマートウォッチ単体での、ユーザへの情報提供が不十分であったために、学習回数の増加には繋がらなかった。

そこで、ユーザがスマートフォンを使用できない状況での情報伝達的手段として、音声による情報提供を行うことができるスマートフォン向けアプリである NEAR (News EAR) を提案した [6]. 音声による情報提供を行うことによって、ユーザがディスプレイを注視することなく情報の取得が可能となるだけでなく、ディスプレイのサイズを考慮する必要がないため、提供する情報を限定する必要もなくなると考えた。評価実験の結果、従来の情報提供方法に比べ、アプリによる学習回数が増加しており、インターネットニュースの情報提供方法として、音声による情報提供が有用であることがわかった。

ここまでの研究のアプローチとしては、PINOT システムによるユーザの興味の学習回数を増加させることにより、フィルタリング性能を向上させ、ユーザが関心を持つニュース情報が提供されやすくなることを狙っていた。しかし、従来手法では、ユーザプロフィールの作成のために膨大な量の記事選別が必要となり、ユーザの負担となっていた。そこで、ユーザの視線情報を考慮して学習を行うことにより、より詳細な興味の度合いを学習する手法を提案する。

## 第 2 章

# 研究背景

### 2.1 緒言

インターネットが一般向けに広く普及し、多くの人がインターネットサービスを利用できる状況にある。また、インターネットを利用する目的として、インターネットニュースを取得を挙げる人の割合も多い。インターネット上では非常に多くのニュースが配信されており、ユーザが多くの情報を取得できるというメリットがある一方、それらのすべてにユーザが興味を持っているわけではないため、情報過多の問題が発生しており、この問題の解決が求められている。情報過多の解決を目的としたシステムに個人向け情報配信システム PINOT がある。PINOT では、ユーザの操作を基にニュース情報に対するユーザの興味を学習することで、興味を考慮したフィルタリングを可能にし、情報過多の問題を解決した。その後、スマートフォンが普及し、スマートフォンにおいてもインターネットにおける情報過多の問題が発生していることを受け、スマートフォン版 PINOT が開発された。しかし、スマートフォン版 PINOT は、ユーザがスマートフォンを操作できない期間に配信された記事に対する興味学習が出来ず、ユーザの興味の学習機会の損失が生じていた。そこで、スマートウォッチでの情報提供を行うことにより、スマートフォンが操作できない状況下での今日も学習を可能とし、学習機会の損失を防ぐことを考えた。

本章では、まず、インターネットの普及と、インターネットの利用目的について述べる。そして、情報過多の問題を解決するために提案された個人向け情報配信システム PINOT について述べる。また、スマートフォンが普及しており、スマートフォンを用いてインターネットが利用されていることを述べる。次に、情報過多の問題を解決することを目的とした情報配信システム PINOT を基に、スマートフォンのニュース配信アプリにおける情報過多の問題を解決する個人向けニュース配信アプリ PINOT が開発されたことを述べ、その問題点について述べる。次に、ウェアラブル端末の市場規模の推移について述べる。最後に、スマートフォン版 PINOT の問題点を解決するために、スマートフォン以外

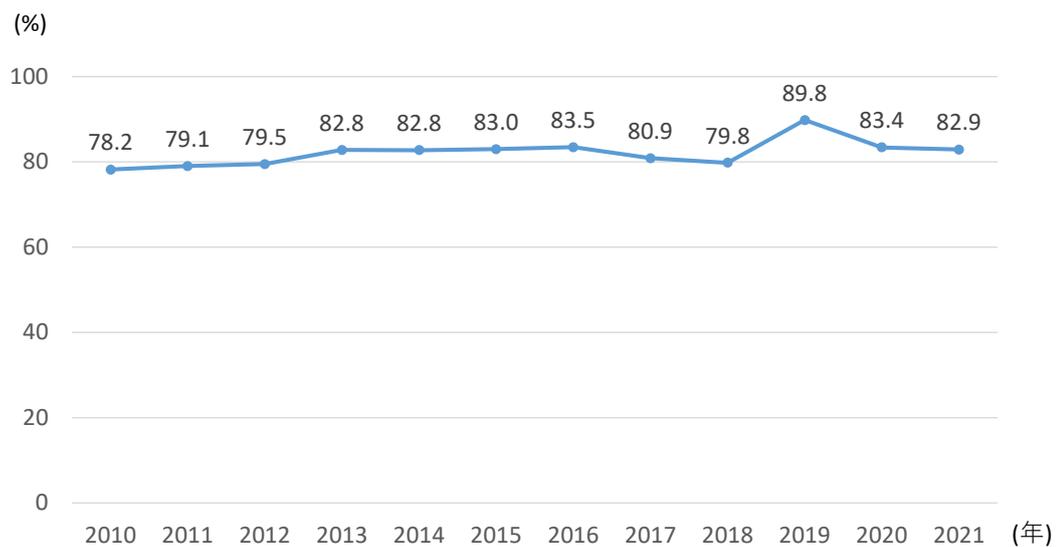


図 2.1 インターネット利用率(個人)の推移

の情報提供経路を確保することについて述べ、スマートウォッチの普及とその特性について述べる。

## 2.2 インターネットの普及

近年では、多くの人々がインターネットを利用している。日本国内において、インターネットを過去1年間のうちに一度以上利用した人の割合を、図 2.1 に示す [7]。この図から、2021 年には 82.9% の人が過去1年間に一度以上インターネットを利用していることがわかる。

次に、インターネットを利用する目的を調査した結果を、図 2.2 に示す [8]。この図は、解答結果のうち、割合が6割を超えているものを抜粋したものである。インターネットの利用目的として上位にニュース情報の取得があり、その割合は 62.2% に及ぶ。また、どのようにニュース情報を得ているかを調査した結果を、図 2.3 に示す [9]。こちらの図から、ニュースアプリやニュースサイトなど、インターネットを介した情報取得を行う人の割合は、年々増加している。また、もっとも多く利用する方法を、図 2.4 に示す。こちらの図から、もっとも多く利用するニュース情報の取得方法は、ニュースアプリやニュースサイトなど、インターネットを介したものである人の割合は、年々増加しており、多くの人々がインターネットを介してニュース情報を取得していることがわかる。

インターネット上には膨大な量のニュース情報が存在している。一例として、Yahoo! ニュースでは、一日当たり約 6000 件のニュースが配信されている [10]。これによりユー

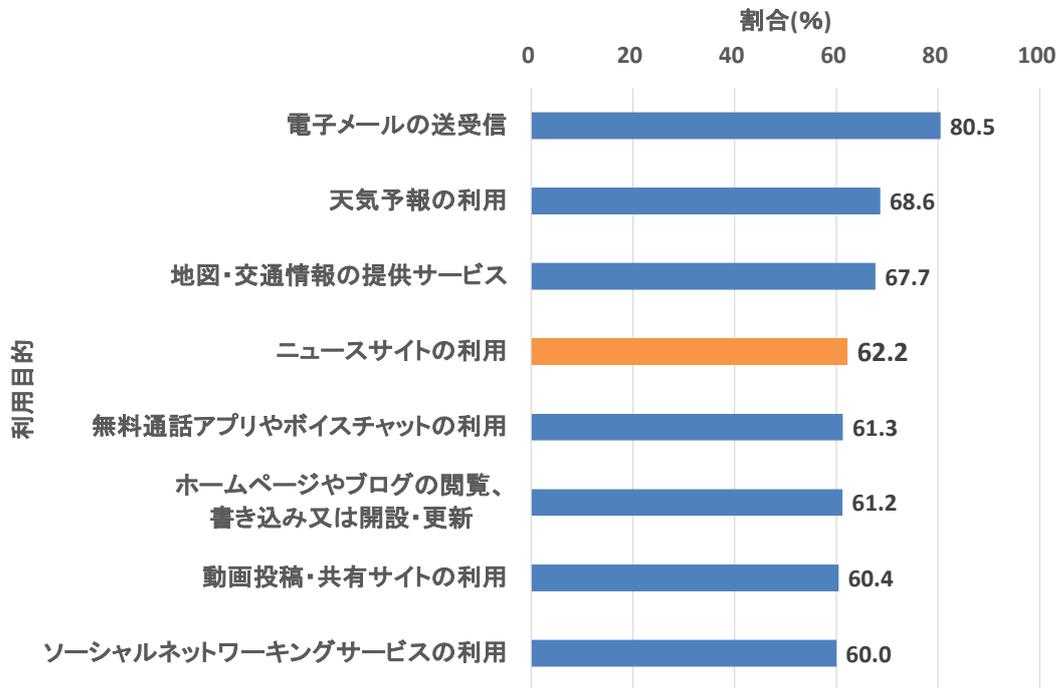


図 2.2 インターネットの利用目的・用途

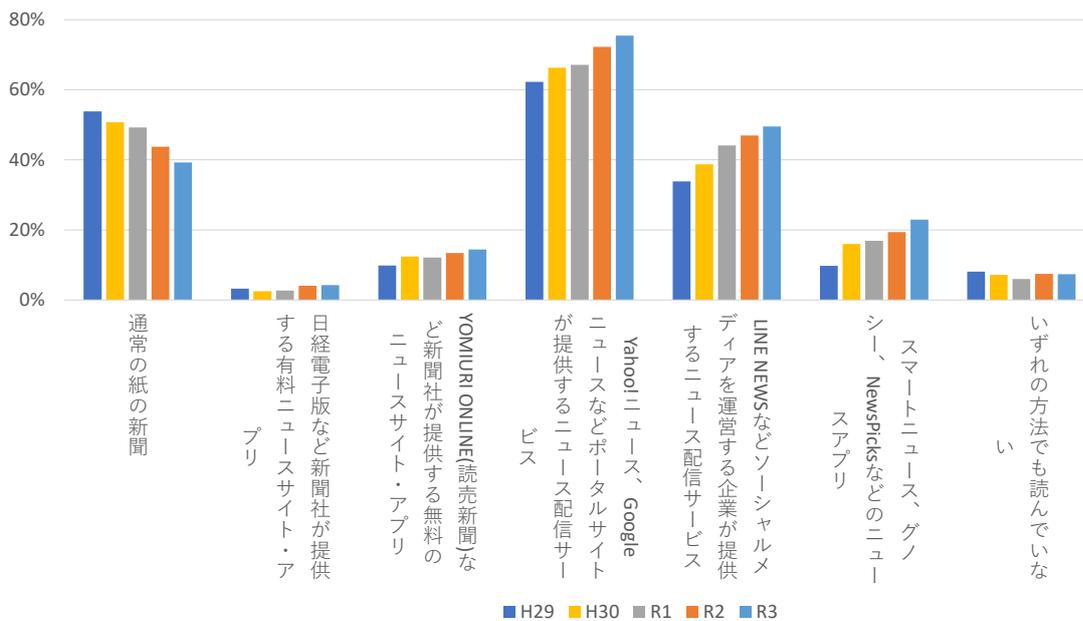


図 2.3 ニュース情報の取得方法 (複数回答可)

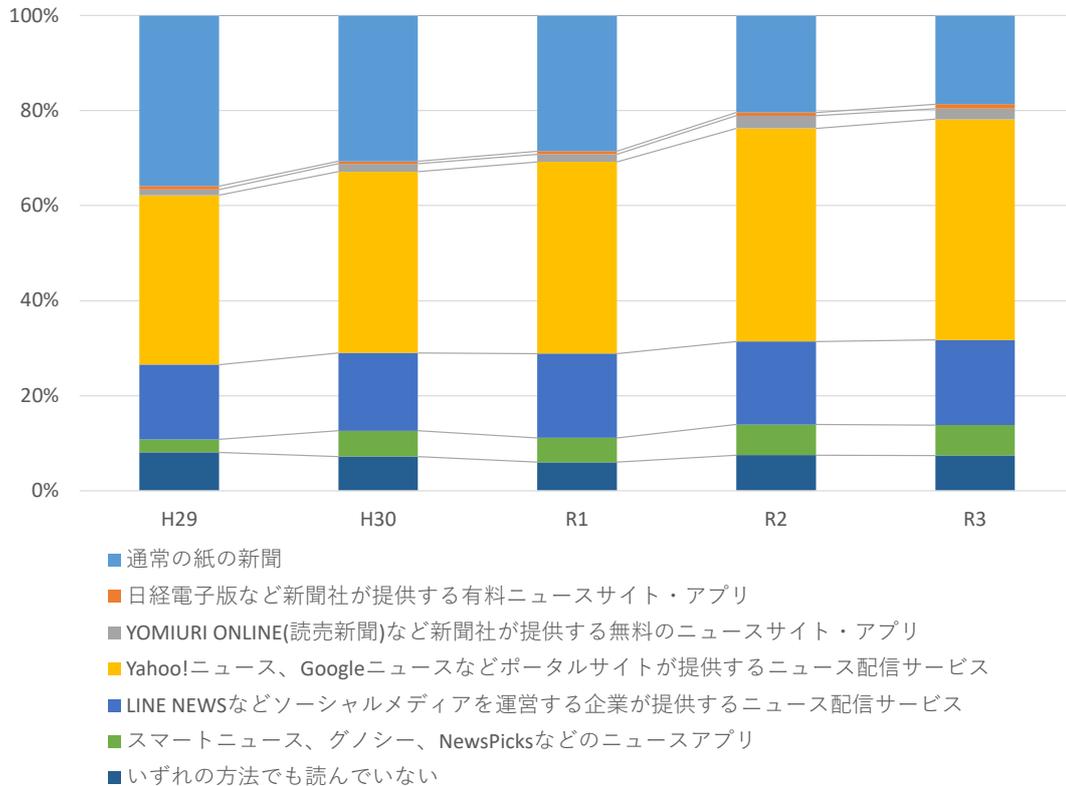


図 2.4 もっとも多く利用するニュース情報の取得方法

ザは多くの情報を入手できるというメリットが生まれる。しかし、ユーザは配信されているすべてのニュースに興味を持っているわけではない。よって、ユーザがインターネット上のニュースを読むとき、ユーザ自身で興味のある情報を選別する必要がある。インターネット上に存在する情報が多ければ多いほど、興味のある情報のみを選び取るのは困難になる。この問題を、情報過多という。

## 2.3 個人向け情報配信システム PINOT

インターネット上に存在する情報の増加に伴う、情報過多の問題を解決するために、個人向け情報配信システム PINOT（ピノ、Personalized INformation On Television screen）が提案された [1][2][3]。

### 2.3.1 PINOT の構成

PINOT の構成図を図 2.5 に示す。PINOT は、家庭外に配置する情報配信サーバ、家庭内に配置するセットトップボックス、テレビ、リモコンで構成されており、情報配信サー

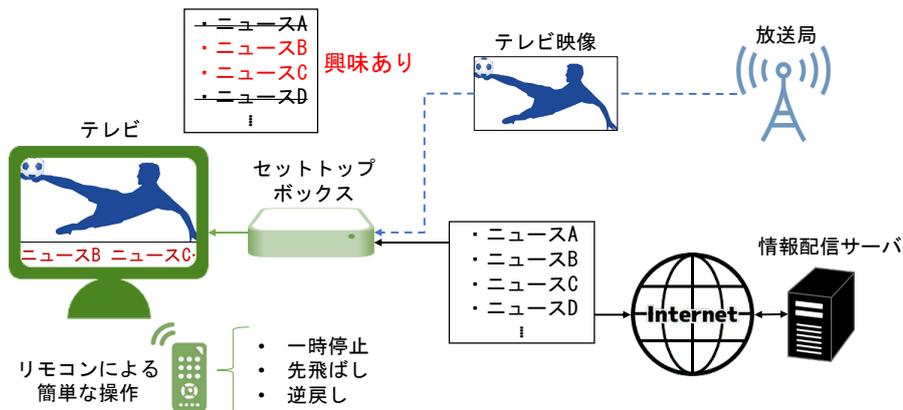


図 2.5 PINOT の構成図

バとセットトップボックスをインターネットにより接続する。

セットトップボックスは、情報配信サーバから配信された文字情報に対して、ユーザの興味に基づく情報フィルタリングを行い、テレビ画面の下隅に Ticker 形式で表示する。

### 2.3.2 PINOT システムの動作の流れ

PINOT システムの動作の流れを説明する。

#### Step 1 ニュースなどの文字情報の取得

情報配信サーバ配信するニュースなどの文字情報を、セットトップボックスで取得する。

#### Step 2 情報に対する興味の度合いの計算

セットトップボックスにおいて、取得した文字情報に対して、ユーザプロフィールを参照し、情報に対する興味の度合いを計算する。ユーザプロフィールには、PINOT が過去に学習したユーザの興味に関する情報が記録されている。

#### Step 3 テレビに情報を表示

Step 2 で計算された情報に対する興味の度合いの値が閾値以上であれば、文字情報はテレビの下隅に Ticker 形式で表示される。閾値未満であれば、文字情報はテレビ画面に表示されない。表示されなかった場合は、Step 1 に戻る。

#### Step 4 情報に対しリモコン操作

テレビに表示された情報に対して、ユーザはリモコンで操作できる。操作は「一時停止」、「先飛ばし」、「逆戻し」の3つである。

#### Step 5 情報に対する興味の有無の類推

ユーザのリモコン操作から、その情報に対するユーザの興味の有無を類推し、情報に対する実際のユーザの興味を獲得する。

### Step 6 ユーザプロファイルの更新

興味の有無の類推結果を基にユーザプロファイルを更新し、Step 1 に戻る。

以下に、システムの動作の流れの Step 2, Step 5, Step 6 について説明する。

- 情報に対する興味の度合いの計算

情報配信サーバから配信された文字情報  $W$  に対して、以下の手順で興味の度合いを計算する。

1. 文字情報を単語に分割

配信されてきた記事見出し文を単語に分割する。分割された単語の中から、名詞と動詞を抽出する。名詞と動詞に限定する理由は、名詞あるいは動詞が文を表す主要な単語になる場合が多いためである。

2. 各単語の興味の度合いを取得

抽出した各単語  $\omega_n (n = 1, 2, \dots, N)$  に対して、ユーザプロファイルを参照して各単語の興味の度合い  $i(\omega_n) (0 \leq i(\omega_n) \leq 1)$  を取得する。ここで、 $N$  は抽出された単語の総数である。なお、抽出した単語がユーザプロファイルに含まれていない新出単語であった場合は、 $i(\omega_n) = 1$  とする。

3. 文字情報に対する興味の度合いを計算

以下の式 2.1 を用いて、記事見出し文  $W$  に対する興味の度合い  $I(W)$  を計算する。この  $I(W)$  は、抽出した各単語の興味の度合い  $i(\omega_n)$  の平均値である。

$$I(W) = \frac{\sum_{n=1}^N i(\omega_n)}{N} \quad (2.1)$$

- 情報に対する興味の有無の類推

情報に対する興味の度合いの計算で算出された値が、ある閾値以上であれば、テレビ画面に Ticker 形式でその文字情報が表示される。表示された文字情報に対して、ユーザはリモコンを用いて「一時停止」、「先飛ばし」、「逆戻し」の3つの操作を行える。ユーザによるリモコンの操作履歴から、その情報に対する興味が類推される。以下に、具体的にどのようにして情報に対する興味が類推しているのか、各操作ごとに説明する。

- 一時停止 Ticker 形式で表示されている文字情報を停止させ、時間をかけ閲覧したいために行われたリモコン操作だと推測できる。そのため、一時停止が行われた文字情報は興味ありと判定する。
- 先飛ばし現在表示されている文字情報に興味がないために行われたリモコン操作だと推測できる。そのため、先飛ばしが行われた文字情報は興味なしと判定する。

– 逆もどし前に表示された文字情報をもう一度閲覧したために行われたリモコン操作だと推測できる。そのため、逆戻しが行われた文字情報は興味ありと判定する。

- ユーザプロファイルを更新

ユーザプロファイルの更新とは、記事見出し文  $W$  に対する興味の有無の類推結果をもとに、記事見出し文  $W$  から抽出した各単語  $\omega_n$  の新たな興味の度合い  $i(\omega_n)$  をそれぞれ計算し、新たなものに書き換えることである。興味の度合いは、各単語  $\omega_n (n = 1, 2, \dots, N)$  に対して、以下の式 2.2 を用いて計算する。

$$i(\omega_n) := \alpha \cdot i(\omega_n) + (1 - \alpha) \cdot J \quad (2.2)$$

ここで、 $J$  は記事見出し文に対する興味の有無の類推において、「興味あり」と判定されたなら 1 の値を、「興味なし」と判定されたなら 0 の値をとる。単語の興味の度合いをどの程度調整させるかは、閾値  $\alpha$  によって調節する。 $\alpha$  の値が小さければ、単語の興味の度合いを更新する際に、新しい興味の度合いの割合が大きくなり、逆に  $\alpha$  が大きければ、古い興味の度合いの割合が大きくなる。これまでの研究で、 $\alpha$  の値は 0.6 の時にフィルタリング性能が高いという結果が得られているため、本研究でも実験の際は  $\alpha$  の値として 0.6 を用いる。

ユーザプロファイルを繰り返し更新することで、興味を持った文字情報に頻繁に出現する単語の興味の度合いの数値は高くなり、興味を持たなかった文字情報に頻繁に出現する単語の興味の度合いの数値は低くなる。その結果、ユーザの興味に合ったユーザプロファイルが作成されていく。

## 2.4 スマートフォンの普及

近年では、スマートフォンが広く普及している。日本におけるスマートフォンの世帯保有率を図 2.6 に示す [7]。スマートフォンの世帯保有率は、2021 年時点で 88.6% であり、一般に広く普及していることがわかる。

また、インターネットを利用する際に使用する端末の割合を図 2.7 に示す [7]。インターネット利用時スマートフォンを使用する人の割合は 2021 年で 68.5% であり、もっとも高い割合であることがわかる。

これらの背景から、スマートフォン上で PINOT のシステムを利用できるように、スマートフォン版 PINOT が開発された。

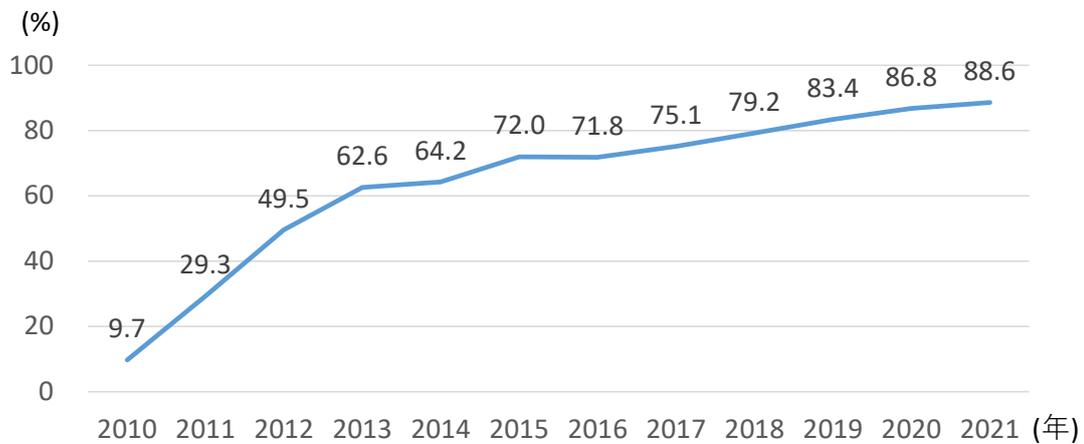


図 2.6 モバイル端末の保有率（個人）

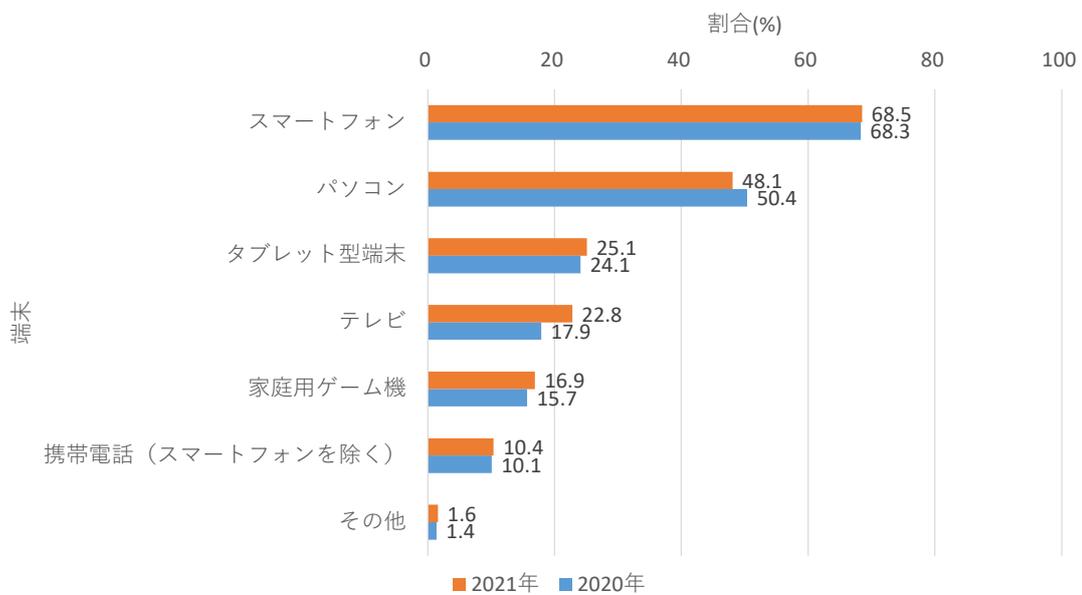


図 2.7 インターネット利用時の使用端末の割合

## 2.5 スマートフォン版 PINOT

スマートフォンの普及に伴い、スマートフォンのニュース配信アプリにおける情報過多を解決することが求められたことから、PINOT のシステムをスマートフォンでも利用できるように、スマートフォン版 PINOT アプリが開発された [4].

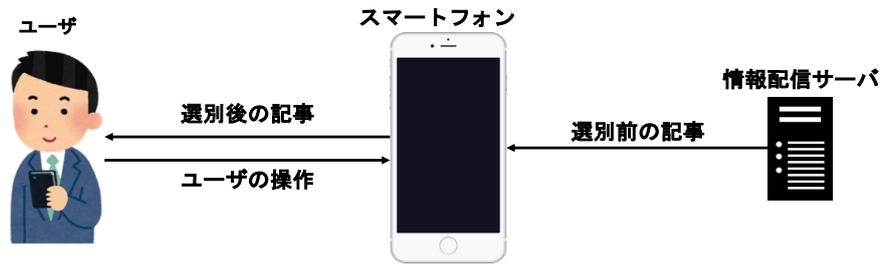


図 2.8 スマートフォン版 PINOT の構成図



図 2.9 スマートフォン版 PINOT の画面イメージ

### 2.5.1 スマートフォン版 PINOT の構成

スマートフォン版 PINOT のシステム構成図を図 2.8 に示す。スマートフォン版 PINOT はニュースを配信する情報配信サーバと、ユーザが使用するスマートフォンで構成される。ユーザがスマートフォン上の PINOT アプリを起動したときに、スマートフォンは情報配信サーバからニュース情報を取得する。取得したニュース情報に対して、ユーザの興味に基づく情報フィルタリングを行うことで、ユーザが興味を持っているニュースだけをユーザに提供する。

スマートフォン上でのニュースの表示形式は、多くのニュースアプリで採用されている、記事見出し文を一覧形式で表示し、ユーザが選択したニュースの詳細情報を表示する形式を用いる。図 2.9 に PINOT 上で記事情報を提供する 2 種類の表示画面を示す。

### 2.5.2 スマートフォン版 PINOT における興味の有無の類推

スマートフォン版 PINOT では、一覧表示された記事見出し文に対するタップ操作から、ユーザの興味の有無の類推を行っている。一覧表示された見出し文に対して、ユーザが見出し文をタップし、詳細情報の取得を行った場合、タップ操作を行う動機として、ユーザが詳細情報を知りたいと思ったことが考えられる。逆にタップ操作がされなかった記事については、ユーザが詳細情報を知りたいとは思わなかったと考えられる。よって、ユーザによる記事見出し文のタップ操作が行われた記事を、ユーザが興味を持っている記事として類推し、タップされなかった記事をユーザが興味を持っていない記事として類推する。

### 2.5.3 スマートフォン版 PINOT の問題点

スマートフォン版 PINOT において、ユーザの興味に合った記事を正確に提供するためには、ユーザにインターネット上で配信されているニュースの記事見出し文を読んでもらい、その中から興味のある記事を選別してもらうことでシステムがユーザの興味を学習する必要がある。しかし、アプリがユーザに提供する記事は、ユーザがアプリを起動した時点で配信されているものに限られているため、ユーザがアプリを使用しなかった期間に配信されていた記事については、ユーザの興味に応じた内容であったとしても、ユーザに提供されることはなく、アプリがユーザの興味を学習する機会が失われていることになる。学習機会が減少すると、ユーザに提供される記事が、正確にユーザの興味を考慮したものではなくなる可能性がある。すなわち、ユーザが情報の選別を行わなければ、興味のある情報を入手できないという状況が発生する。ユーザによる情報の選別の必要性を減らすためには、学習機会の損失を防ぐことが求められる。学習機会の損失を防ぐ方法として、スマートフォン以外のニュース情報の提供経路を確保することにより、スマートフォンが操作できない期間にもユーザがニュース情報を取得でき、取得したニュース情報に対して興味ที่反映された操作が行えるようにすることが挙げられる。

## 2.6 スマートウォッチの普及

スマートウォッチを利用している人の割合を、図 2.10 に示す [9]。この図から、スマートウォッチを利用している人は、令和 3 年度時点で 9.6% であることがわかり、割合としては多くはないものの、年々増加していることが見てとれる。また、利用していないが将来的にスマートウォッチを利用したいと考えている人の割合が年々増加していることから、スマートウォッチの普及は今後より進むと予想できる。

スマートウォッチの特徴の 1 つとして、ユーザが身に着けるデバイスであることが挙

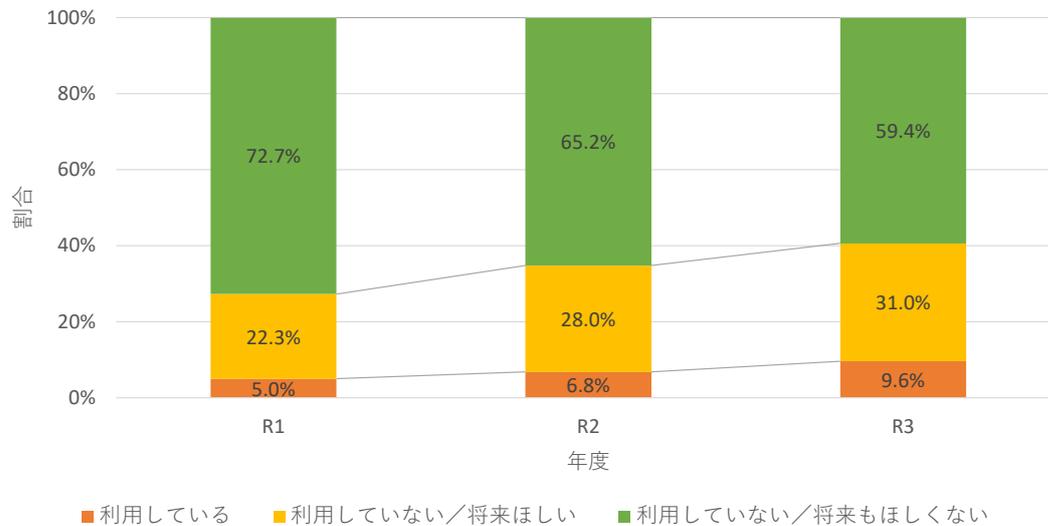


図 2.10 スマートウォッチ利用者の割合の推移

げられる。身に着けていることで、スマートフォンなどの端末に比べて、使用できる状況が多い。たとえば満員電車のような状態では、スマートフォンを操作するのは、普段と違う体勢を強いられているために、操作しづらい場合があり、端末が落下した場合は拾うことも困難となるため、スマートフォンを使用しやすい状況ではない。しかし、スマートウォッチの場合は、つけている腕の反対側の手のみで操作が完結するように設計されているため、比較的操作しやすく、身に着けているため落下の危険性はない。このように、特定の条件下では、スマートウォッチはスマートフォンよりも有用な端末となる。

そこで、スマートウォッチを用いることにより、ユーザによる情報の確認頻度が向上すると考え、スマートウォッチ上で情報を確認できるニュースアプリを提案することにより、従来のスマートフォン版 PINOT の問題点を解決できると考えた。

## 2.7 結言

インターネットニュースにおける情報過多の問題解決を目的とした個人向け情報配信システム PINOT が開発された。そして、スマートフォンにおいても同様の問題が発生していることを受け、スマートフォン版 PINOT が開発された。しかし、スマートフォン版 PINOT はユーザがアプリを起動した時点で配信されているニュースしか提供できないため、アプリが起動されなかった期間に配信されたニュースに対して学習機会の損失が生じていた。学習機会の損失を防ぐ方法として、スマートフォン以外のニュース情報の提供経路を確保することにより、スマートフォンの操作ができない状況でも情報の取得・操作を可能にすることを検討し、その方法としてスマートウォッチを活用した情報提供を行うこ

とを挙げた.

## 第 3 章

# スマートウォッチ連携 PINOT

### 3.1 緒言

スマートフォン版 PINOT では、アプリを起動した時点で配信されているニュース記事をユーザに提供し、提供したニュース記事に対するユーザの操作からユーザの興味を学習していた。しかし、アプリが起動されない期間に配信されたニュースに関してはユーザに提供されることはなく、学習機会の損失が生じていた。そこで、スマートフォン以外のニュース情報の提供経路を持つことで、アプリが起動されない状況を減らし、学習機会の増加を目指す、スマートウォッチ連携 PINOT を提案した。本章では、スマートウォッチ連携 PINOT の仕組みや動作の流れについて述べたのち、学習機会の増加を狙った工夫点について述べる。次に、スマートウォッチ連携 PINOT の性能評価を行い、その結果について考察する。

### 3.2 スマートウォッチ連携 PINOT の概要

スマートウォッチ連携 PINOT とは、スマートフォン版 PINOT にスマートウォッチでのニュース提供機能を追加したものである [5]。従来の PINOT と同様に、ユーザの興味を考慮したニュース提供が行えるほか、スマートウォッチを用いてニュースを提供することによって、ユーザがスマートフォンを操作することなく、ニュースを知ることができる。スマートフォンには、自動車の運転中や満員電車の中など、使用に適さない状況が存在し、そのような状況下では PINOT アプリも利用されないことが考えられる。しかし、スマートウォッチを補助的に活用することで、従来のスマートフォンのみを用いた場合よりも活用が増え、ユーザの振舞いを取得する機会が増加し、学習機会の増加が期待できる。

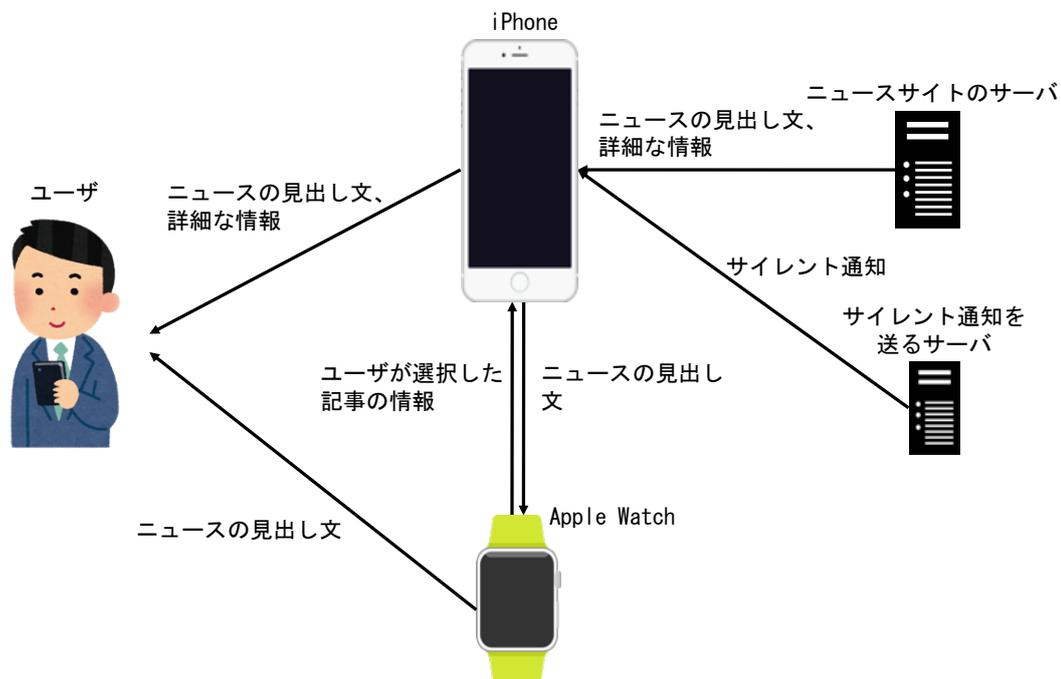


図 3.1 スマートウォッチ連携 PINOT の構成図

### 3.3 スマートウォッチ連携 PINOT の構成

スマートウォッチ連携 PINOT のシステム構成図を図 3.1 に示す。本論文では、構成要素であるスマートウォッチには、Apple Watch を用いる。Apple Watch は iPhone 専用のスマートデバイスであるので、使用するスマートフォンは iPhone であり、スマートウォッチ連携 PINOT は iOS アプリである。

本システムは、サイレント通知を送るサーバ、ニュースサイトのサーバ、ユーザーが使用する iPhone、Apple Watch から構成される。サイレント通知とは、PUSH 通知の一種である。しかし、メッセージを含まず、任意の処理を行うトリガーとして利用できる。ニュースサイトのサーバは、iPhone にニュース情報を提供する。

iPhone 上の表示画面を図 3.2 に示す。ユーザーが iPhone のアプリを起動すると、現在配信されているニュースの一覧が表示される。ユーザーがニュースの見出し文をタップすると、ニュース記事の詳細情報が記載されている Web ページが表示される。また、一覧画面右上のおすすめボタンをタップすると、現在配信されているニュースに、ユーザーの興味に基づく情報フィルタリングを行い、興味があるニュースと判定されたものだけが表示される。

Apple Watch 上の表示画面を図 3.3 に示す。Apple Watch には、iPhone から送信されて

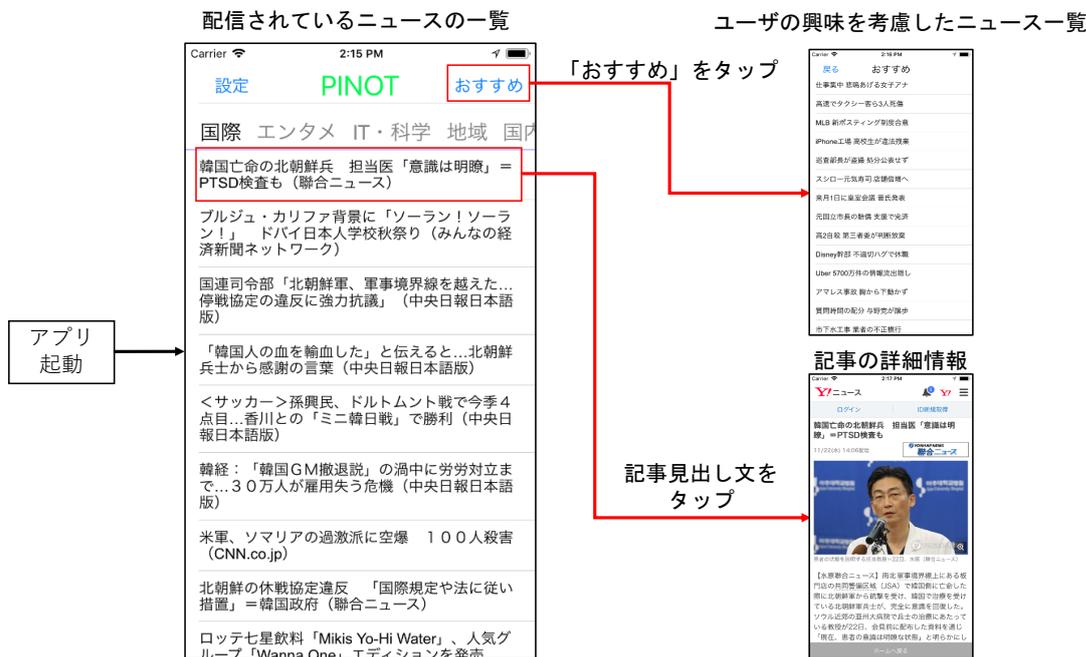


図 3.2 iPhone 上での表示画面

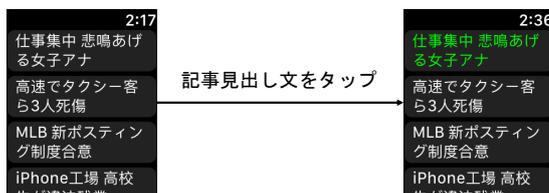


図 3.3 Apple Watch 上での表示画面

きた記事が表示され、それらのうちユーザーが読みたいと思ったものをタップすることで「後で読む記事」に指定することができる。

### 3.4 Apple Watch でニュースを提供する際の動作の流れ

ユーザーが興味を持っているニュースを、Apple Watch を介してユーザーに提供する流れは以下の通りである。

- Step 1 サイレント通知を送るサーバが、iPhone にサイレント通知を送信  
本研究では、1日4回サイレント通知を iPhone に送信することで、Step 2 の処理を iPhone に行わせている。自動的に Apple Watch 上で表示される記事を更新するために、サイレント通知を利用した情報の更新処理を行っている。
- Step 2 バックグラウンドでニュースサイトを巡回してユーザーの興味に応じたフィルタリ

ングを実施

iPhone がサイレント通知を受け取ると、バックグラウンドでアプリがニュースサイトを巡回し、その時点で配信されているニュースの見出し文を取得する。取得した見出し文に対して、学習によって得られた興味の度合いを用いてフィルタリングを行い、ユーザーが興味を持っているニュースだけを抽出する。

### Step 3 興味があると判別されたニュース情報をユーザーに提供

興味があると判別されたニュース情報は、iPhone から Apple Watch に送信される。送信された情報は、次回の情報更新まで Apple Watch に保持される。ユーザーが Apple Watch のアプリを起動したときに、Apple Watch に保持されているニュース情報が、一覧表示される。

Apple Watch 上でニュース情報を表示できることで、ユーザーがスマートフォンを操作せずともニュースを知ることができるようになり、ニュースを確認できるタイミングが増える。

## 3.5 ニュースの閲覧を促す工夫

Apple Watch で表示された見出し文をタップすると、その記事を「後で読む記事」とし、iPhone に返送する。返送された「後で読む記事」は、iPhone に5日間保存され、ユーザーによって iPhone のアプリが立ち上げられた時に表示される。表示された記事見出し文をタップすることで、ユーザーは記事の詳細情報を知ることができる。「後で読む記事」の詳細を知るためには、ユーザーは iPhone のアプリを使用する必要がある、これによってユーザーがアプリを立ち上げるきっかけができる。

ユーザーがアプリを立ち上げることによって他のニュースも目に入ることになり、その中に興味のある内容の記事があればユーザーはそのニュースを読むと考えられるため、学習回数の増加に繋がると考えた。

## 3.6 評価実験

この実験では、スマートウォッチ連携 PINOT における Apple Watch の有用性を確認することを目的とする。今回の実験では、PINOT アプリを Apple Watch を用いて利用した場合と、用いずに利用した場合とを比較するために、Apple Watch を使用する期間、使用しない期間を決めてスマートウォッチ連携 PINOT を実際に利用してもらおう。そのときのアプリの起動回数・興味の学習回数・Apple Watch から iPhone への「後で読む記事」の送信回数を記録する。学習は、ユーザーが記事を読んだときに行われるので、ユーザーが記事の

表 3.1 AppleWatch を用いたときの実験結果

ユーザ	平均起動回数	平均学習回数
ユーザ A	1.33	1.86
ユーザ B	1	1
ユーザ C	1	1
ユーザ D	2.5	2.47
ユーザ E	1	1.8

表 3.2 Apple Watch を用いなかったときの実験結果

ユーザ	平均起動回数	平均学習回数
ユーザ A	1.2	1.67
ユーザ B	2	0.5
ユーザ C	2.2	3.45
ユーザ D	1.75	1.76
ユーザ E	4.25	3.24

詳細を 1 件確認することを、1 回の学習としてカウントする。本研究の目的は学習回数を増加させることなので、Apple Watch を用いた場合と用いなかった場合とで、学習回数の変化が生じるかどうかを評価する。また、学習の際に閲覧された記事が「後で読む記事」に指定された記事であった回数と、「後で読む記事」を読んだ後に、配信されている記事を読んだ回数をカウントする。「後で読む記事」を読んだ後に、配信されている記事を読むことは、「後で読む記事」が配信されている記事を読むきっかけになっていることが考えられるので、Apple Watch が有用であると考えられる。

### 3.7 実験結果と考察

Apple Watch を用いたときの実験結果を表 3.1 に、用いなかったときの実験結果を表 3.2 に示す。表にはアプリを起動した回数の 1 日あたりの平均と、1 回のアプリ起動で平均何回の学習が行なわれたかを示す。

表 3.1 より、Apple Watch を用いた時の全員のアプリ起動回数の平均は 1.37 回で学習回数の平均は 1.63 回であった。一方で AppleWatch を用いなかった場合は、表 3.2 よりのアプリ起動回数の平均は 2.28 回で学習回数の平均は 2.12 回であった。この結果から Apple Watch を用いることによる学習回数の増加は見られないことがわかる。しかし、表 3.2 のユーザ B の学習回数は 1 回を下回っており、ユーザがアプリを起動したにも関わらず、

表 3.3 「後で読む記事」に関連する回数

ユーザ	「後で読む記事」を 読んだ回数	「後で読む記事」の ためのアプリ起動	「後で読む記事」が きっかけで読んだ記事
ユーザ A	0	0	0
ユーザ B	0	0	0
ユーザ C	4	3	0
ユーザ D	16	4	5
ユーザ E	5	2	0

ニュースを閲覧しないという状況があったことが言える。ユーザがアプリを立ち上げ、ニュースの見出し文に目を通したものの、興味のあるニュースが配信されていなかったという状況は、ユーザに無駄な時間を浪費させてしまったということである。Apple Watch を用いた時にはこの状況は発生していないので、Apple Watch を用いることによるメリットの1つと言える。

次に、Apple Watch を用いたときに「後で読む記事」を読んだ回数と、「後で読む記事」を読むためにアプリを立ち上げた回数、「後で読む記事」が読みきっかけになって読まれた記事の件数を表 3.3 に示す。アプリを起動した直後に「後で読む記事」を読んだ時を、「後で読む記事」を読むためにアプリを起動したと判断する。また、「後で読む記事」を読むためにアプリを立ち上げ「後で読む記事」を読み、そのままアプリを終了することなく配信されているニュースを読むことを、「後で読む記事」がきっかけになってニュースが読まれたと判断する。

表 3.3 より、5 人中 3 人が「後で読む記事」を読むためにアプリを起動していた。また、ユーザ D は「後で読む記事」を読んだついでに他の記事に目を通し、5 件のニュースに目を通してしている。よってユーザ D に関しては Apple Watch が学習回数を増加させていると言える。しかし、他のユーザに対しては学習回数が増加しているとは言えず、Apple Watch 上でニュース情報を表示することに関して狙った効果は得られなかった。

### 3.8 スマートウォッチ連携 PINOT の問題点

スマートウォッチ連携 PINOT の評価実験の結果、ユーザの興味の学習回数に変化は見られなかった。その原因として、Apple Watch で提供される情報が限定されていたことが挙げられる。スマートウォッチ連携 PINOT では、Apple Watch の画面サイズを考慮して、Apple Watch からユーザに提供する情報をニュースの記事見出し文に限定していた。しかし、興味のあるニュースに対して、ユーザが欲する情報は見出し文ではなく詳細な情報で

あり、スマートウォッチ連携 PINOT を用いて欲しい情報を入手するためには、スマートフォンの使用が不可欠となっていた。よって、スマートウォッチを使用するメリットが薄れてしまい、ユーザが使いたいと思うアプリにならなかったと考えられる。

ユーザがスマートフォンを使用できない状況で、ユーザの興味を学習するためには、情報を限定することなくユーザに提供する仕組みを持ったアプリが求められていると考えられる。

### 3.9 結言

情報過多の問題の解決を目的としたスマートフォン版 PINOT は、ユーザがアプリを立ち上げなければニュースの提供を行わない。ユーザがアプリを立ち上げなかった期間に配信されたニュースは、ユーザが興味を持っている記事であったとしてもユーザに提供されず、アプリによるユーザの興味の学習機会が失われていた。そこで、ユーザがスマートフォンを操作することなくニュース情報の取得が可能となるように、スマートウォッチを介してニュース情報を提供するスマートウォッチ連携 PINOT が開発された。

スマートフォンのアプリが起動されない要因の1つとして、自動車の運転中や、満員電車の中などスマートフォンを使用することが難しい状況が存在することを挙げ、そのような状況下でも、操作が可能なスマートウォッチを用いた情報提供を行うことで、学習機会の増加を期待した。

しかし、スマートウォッチ連携 PINOT の評価実験を行った結果、学習回数の増加は見られなかった。スマートウォッチ連携 PINOT では、スマートウォッチで提供する情報を限定していたため、ユーザが使いたいと思うアプリにならなかったことが考えられる。

ユーザがスマートフォンを使用できない状況で、ユーザの興味を学習するためには、情報を限定することなくユーザに提供する仕組みを持ったアプリが求められていると考えられる。



## 第 4 章

# NEAR

### 4.1 緒言

前章で提案したスマートウォッチ連携 PINOT では、スマートウォッチを用いた情報提供によって学習機会が増加することを期待したが、評価実験の結果、学習回数の増加は見られなかった。原因の 1 つとして、スマートウォッチから提供される情報を記事見出し文に限定していたことを挙げ、詳細情報も含めた情報をスマートフォンを用いることなくユーザに提供するために、音声情報による情報提供に対応した PINOT アプリケーションである、NEAR を提案する。本章では、NEAR について説明をするとともに、音声による情報提供に対応することによる利点について述べる。そして、NEAR の評価実験について述べ、その結果について考察を行う。

### 4.2 音声による情報提供

スマートウォッチ連携 PINOT では、スマートウォッチの画面サイズを考慮した結果、スマートウォッチからユーザに提供される情報を記事の見出し文に限定しており、記事の詳細情報は提供していなかった。しかし、情報を限定した結果、ユーザが求める情報を提供することができず、学習回数の増加に繋がらなかった。

情報を限定することなくユーザに提供する手段として、音声による情報提供が挙げられる。音声による情報提供の場合、画面サイズを考慮する必要はなくなるため、情報を限定する必要はない。また、画面を注視することなく情報の取得が可能となることから、新たな利用場面を増やすことができ、ユーザの興味の学習が行える機会の増加が見込める。

よって、スマートウォッチとワイヤレスイヤホンを用いて、ユーザに音声でニュース情報を提供するアプリである、NEAR(News EAR) を提案した [6]。

既存のアプリで、音声による情報提供を行うアプリは、ユーザの興味を考慮したニュー

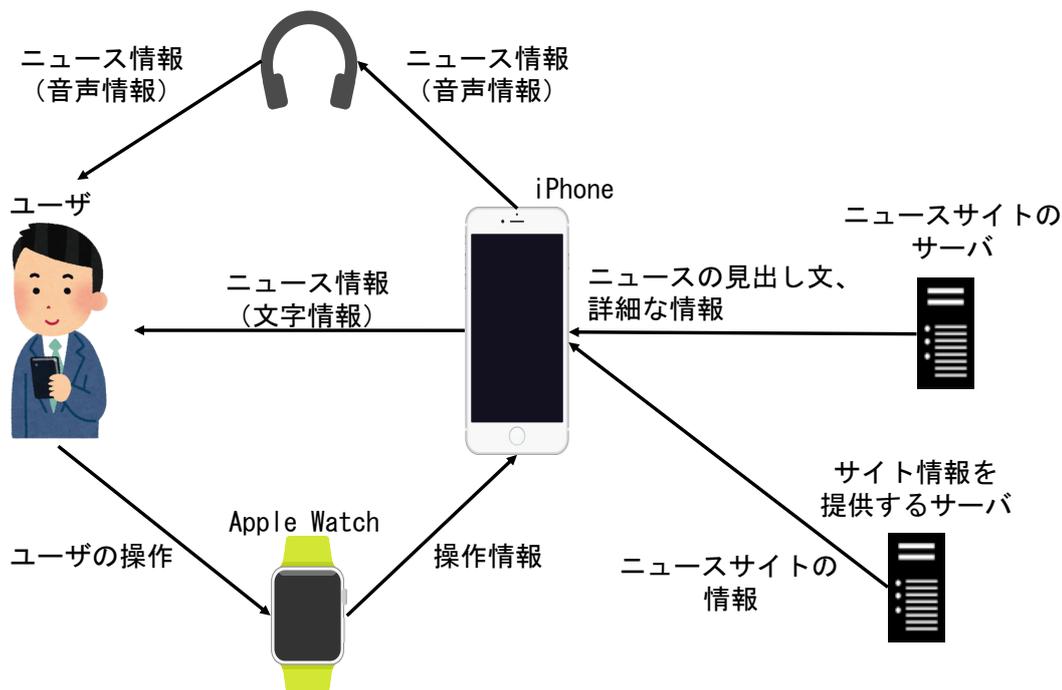


図 4.1 NEAR の構成図

ス提供を行っていない。また、操作はスマートフォンからしか行えず、ユーザがスマートフォンを操作できない状況にはアプリが利用できない。

### 4.3 構成

NEAR の構成図を図 4.1 に示す。

本システムは、サイト情報を提供するサーバ、ニュース配信サイトのサーバ、ユーザが使用する iPhone、Apple Watch、ワイヤレスイヤホンから構成される。サイト情報を提供するサーバは、RSS サイトの名称・URL 等の情報を保持しており、ユーザがそれらの中からニュースサイトを選択することで、アプリにニュースサイトを登録する。ニュースサイトのサーバは、iPhone にニュース情報を提供する。iPhone は、ニュース情報をユーザに提供し、提供したニュース情報に対するユーザの振る舞いからユーザの興味を学習する。Apple Watch では、音声読み上げの操作を行うことができる。Apple Watch から音声読み上げの操作を可能とすることで、ユーザは iPhone を操作することなく情報の取得が可能となる。

### 4.4 音声の操作・興味の学習

音声読み上げの操作の種類は以下の 7 種類である。

- 再生  
音声読み上げを開始する。
- 停止  
音声読み上げを停止する。
- 先送り  
現在のニュースを飛ばし、次のニュースを読み上げる。
- 前戻し  
1つ前に読み上げたニュースを読み上げる。
- 頭出し再生  
現在読み上げているニュースを、もう一度最初から読み上げる。
- 詳細情報の再生  
現在読み上げられているニュースの詳細な情報を読み上げる。
- 更新  
ニュース情報の更新を行う。

これらの操作のうち、前戻しと頭出し再生が行われたのち、最後まで読み上げられた記事・詳細情報の再生が行われた記事については、ユーザが興味を持っている記事と判定する。先送りが行われた記事については、興味を持っていない記事と判定する。それら以外の操作については、興味の学習は行われない。音声による情報提供においてもユーザの興味を学習することで、アプリがより多くの学習を行えるようになり、正確な記事の選別が可能となる。

音声読み上げの操作は、iPhone と Apple Watch の両方で可能である。それぞれの端末の操作画面を図 4.2 に示す。

iPhone では、7種類の操作の全てを一画面で行える。一方で、Apple Watch から操作する場合、更新操作のみは、画面を強く押し込むことで現れるボタンを押すことで実行できる。これは、Apple Watch の画面サイズで、一画面で全ての操作を網羅すると、それぞれのボタンが小さくなってしまいうため操作性に影響が出てしまうこと、更新処理に関しては他の操作に比べて使用頻度が低いと考えたことが理由である。

Apple Watch から操作可能としたことにより、ユーザは iPhone に一切触れることなく、興味のあるニュースの詳細情報を入手することが可能となる。

## 4.5 評価実験

NEAR の有効性評価のための評価実験を行う。今回の実験では、NEAR を使用することにより、アプリがユーザの興味を学習した回数がどう変化するかを調べる。NEAR の比

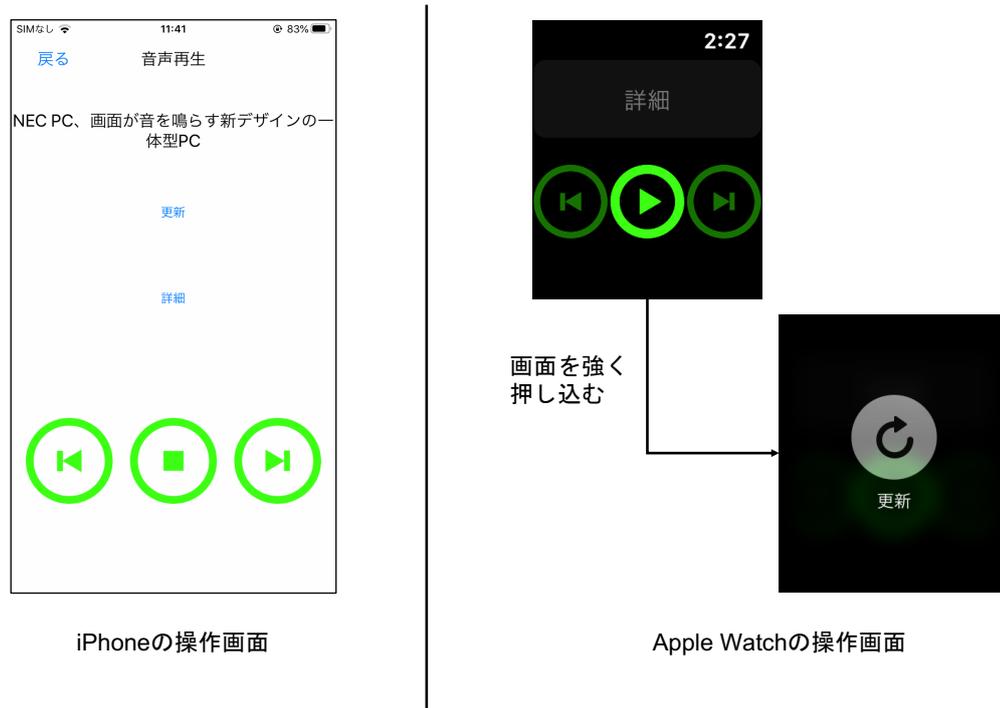


図 4.2 各端末での音声読み上げの操作画面

表 4.1 NEAR とスマートウォッチ連携 PINOT の機能

	NEAR	スマートウォッチ連携 PINOT
iPhone	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニュース記事の一覧表示</li> <li>・ニュースの詳細情報の閲覧</li> <li>・ニュースの音声読み上げ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニュース記事の一覧表示</li> <li>・ニュースの詳細情報の閲覧</li> <li>・「後で読む記事」の表示</li> </ul>
Apple Watch	<ul style="list-style-type: none"> <li>・音声読み上げの操作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・興味のあるニュース記事の見出し文の一覧表示</li> <li>・「後で読む記事」の指定</li> </ul>

較対象として、スマートウォッチ連携 PINOT を用いる。NEAR とスマートウォッチ連携 PINOT が、iPhone と Apple Watch 上でそれぞれで利用可能な機能を表 4.1 にまとめる。

表 4.1 より、Apple Watch を使用するユーザは、NEAR を使用するとき、iPhone を操作することなく音声情報の取得が可能となる。また、スマートウォッチ連携 PINOT を使用するとき、Apple Watch 上で見出し文の確認ができ、「後で読む記事」の指定が可能となる。

Apple Watch を使用しないユーザは、iPhone を操作しなければ情報の取得ができないが、NEAR を使用するとき、iPhone を操作することで、音声読み上げ機能が使用できる。

評価実験では、アプリを複数のユーザに使用してもらい、アプリの起動回数、文字情

表 4.2 音声情報による情報提供

	読み上げ回数	興味学習回数
Apple Watch 有	13.3	5.9
Apple Watch 無	1.0	0.3

表 4.3 文字情報による情報提供

	起動回数	記事表示件数	興味有り学習回数
Apple Watch 有	1.4	40.0	2.1
Apple Watch 無	1.0	27.9	0.8

報・音声情報によるニュースの提供回数、興味の学習を行った回数を記録し、評価を行う。今回の実験では、Apple Watch を使用する 9 名のユーザ、Apple Watch を使用しない 12 名のユーザのアプリの使用状況を調査する。Apple Watch を使用するユーザと使用しないユーザのアプリ利用状況を比較することで、Apple Watch の有無により影響が生じるかどうかを評価する。

## 4.6 実験結果と考察

音声による情報提供を行った回数と、音声読み上げの操作により興味の学習が行われた回数を、表 4.6 に示す。表の項目については、ユーザー一人あたりの、一日あたりの平均を記載する。

表 4.6 より、Apple Watch を使用したユーザの方が音声情報による情報の取得を多く行っていることがわかる。Apple Watch を使用していないユーザは、音声情報の取得のために、iPhone を使用する必要がある。一方で、Apple Watch を使用しているユーザは、読み上げの操作を Apple Watch から行うことで、iPhone を操作することなく情報を入手することができるため、このような結果が得られたと考えられる。また、音声情報による情報提供が多く行われているため、それによる興味の学習も多く行われている。よって、ニュース情報の提供方法として、スマートウォッチを用いた、音声による情報提供は有用であると言える。

次にアプリの起動回数と文字情報により記事情報を提供した回数、文字情報により興味あり学習が行われた回数を表 4.6 に示す。こちらの表の項目についても、ユーザー一人あたりの、一日あたりの平均を記載する。

表 4.6 より、Apple Watch を使用していたユーザの方が、アプリをより多く起動してい

たことがわかる。Apple Watch を使用しているユーザは、iPhone を操作することなく音声情報による情報取得が可能であるため、音声情報をユーザに提供することで、ユーザにアプリの起動を促すことができたと考えられる。その結果、より多くの情報をユーザに提供することができ、興味の学習も多く行うことができたと考えられる。

これらの結果から、スマートウォッチと音声による情報提供によって、ユーザにより多くの情報を提供可能となり、より多くユーザの興味を学習できることがわかった。

## 4.7 結言

スマートウォッチ連携 PINOT では、学習機会の増加は達成できなかったため、新たな情報提供の経路として音声による情報提供を考え、音声による情報提供を行う個人向け情報配信システム NEAR を提案した。NEAR はサイト情報を提供するサーバ、ニュース配信サイトのサーバ、ユーザが使用する iPhone、Apple Watch、ワイヤレスイヤホンから構成される。Apple Watch から音声読み上げの操作を行い、ワイヤレスイヤホンを介してユーザに情報提供を行うことで、ユーザは、iPhone を操作することなく、情報の取得が可能となる。また、音声読み上げの操作からユーザの興味を学習することで、学習機会の増加にも繋がり、よりユーザの興味を考慮した情報提供が可能となる。

NEAR の評価実験の結果、Apple Watch を使用していたユーザはより多くの情報を取得するようになり、それらに対する操作を積極的に行っていたことから、学習回数の増加していると言える。このことから、音声による情報提供と、スマートウォッチの組み合わせが、情報提供において有用であると言える。

## 第 5 章

# 視線情報を考慮した学習アルゴリズムの提案

### 5.1 緒言

これまでの取り組みでは、PINOT システムによるユーザの興味の学習回数を増加させることにより、フィルタリング性能を向上させ、ユーザが関心を持つニュース情報が提供されやすくなることを狙っていた。しかし、従来手法では、ユーザプロファイルの作成のために膨大な量の記事選別が必要となり、ユーザの負担となっていた。そこで、より詳細に興味の度合いを類推し、それをもとに興味の学習を行うことで、フィルタリング性能を向上させることを目指す。より詳細な興味を類推するために、ユーザの視線の動きについて着目し、視線情報を考慮した興味の学習アルゴリズムの提案を行う。本章ではまず、提案アルゴリズムと従来手法との違いについて述べる。その後、提案アルゴリズムの評価のためのシステムについて述べる。また、視線検出手法について、提案アルゴリズムの評価に影響のない精度での検出ができるかの評価についても述べる。最後に、提案アルゴリズムの評価結果とその考察について述べる。

### 5.2 これまでの取り組み

これまでの取り組みでは、スマートフォン上で動作する PINOT のシステムに対して、ユーザの興味の学習回数増加を目的とした工夫を取り入れることにより、フィルタリング精度の向上を目指した。PINOT の興味学習アルゴリズムでは、記事見出し文を対象としたユーザの操作から、記事単位で興味の有無を類推し、興味の学習を行っていた。興味の有無の判定を記事単位で行っているため、単語に対する興味の度合いとしては、信頼性が低い。そのため、ユーザプロファイルの作成のために、膨大な量の記事選別が必要とな

表 5.1 提案手法における興味の学習

	詳細情報を表示する	詳細情報を表示しない
記事の最後まで目を通した	見出し文のすべての単語に対して興味あり学習を行う (従来手法と同じ)	見出し文のすべての単語に対して興味なし学習を行う (従来手法と同じ)
記事の途中まで目を通した	目を通した単語に対して興味あり学習を行う	目を通した単語に対して興味なし学習を行う
記事に目を通していない	操作ミスと判定し、学習を行わない。 または、詳細文の目の通し方から興味の有無を類推する	学習を行わない

り、ユーザの負担となっていた。そこで、より詳細な興味の度合いを取得する手法を確立することが求められる。

### 5.3 視線を考慮した興味学習の提案

より詳細な興味の度合いを取得するために、ユーザの視線を考慮した興味学習アルゴリズムを提案する。ユーザが文中のどの単語に注目をしていたかによって、興味の学習を記事単位から単語単位へと、より小さな単位で行うことが可能になり、より実際の関心を反映した学習が可能であると考えられる。また、目の通し方に興味の度合いに応じた特徴が現れるとすれば、その傾向を明らかにすることで、ユーザの意識的な操作に依存することなく興味の学習が可能になると考えられる。

学習の流れについては、基本的には既存手法と同じであるが、学習に用いるユーザの振る舞いに、視線が追加される。提案手法における興味の学習方法を表 5.1 に示す。

ユーザは注視した単語から対象記事に興味があるかどうかを判断していると考えられるため、興味の学習に用いる単語を、実際にユーザが注視していた単語に限定することで、より実際のユーザの実際の興味が学習できると考えられる。

## 5.4 評価実験

### 5.4.1 システム構成図

視線を考慮した学習アルゴリズムの評価に用いるシステムの構成図を、図 5.1 に示す。

本システムは、画面上にインターネットニュースを表示し、そのニュースに対するユーザの振る舞いと、視線情報を取得する。ユーザに提示する画面は、ニュースの見出し文を一覧で表示する画面 (図 5.2) と、任意のニュースの詳細情報を表示する画面 (図 5.3) の 2 種類である。記事見出し文表示画面では、ニュースの記事見出し文が表示され、各記事の右側に配置されるボタンをクリックすることで、該当記事の記事詳細画面が表示される。一覧画面では、複数の見出し文に対する取捨選択の際の視線移動を取得する。詳細情報の画面では、特定の内容を説明する長文に対する視線移動を取得する。このシステムに

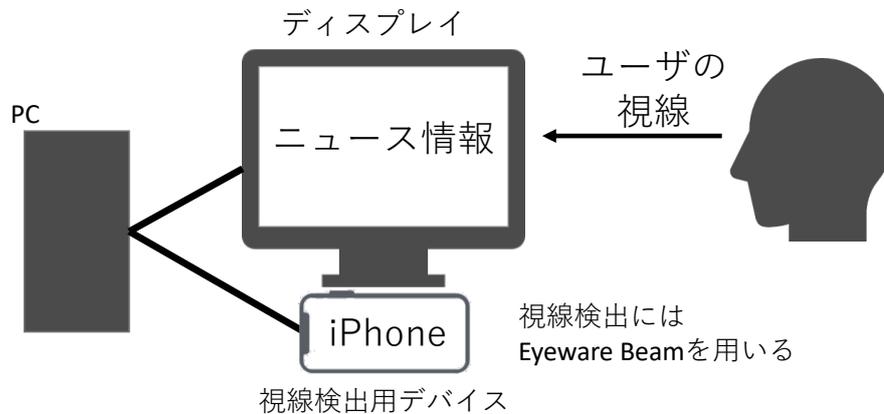


図 5.1 提案手法評価用システムの構成図

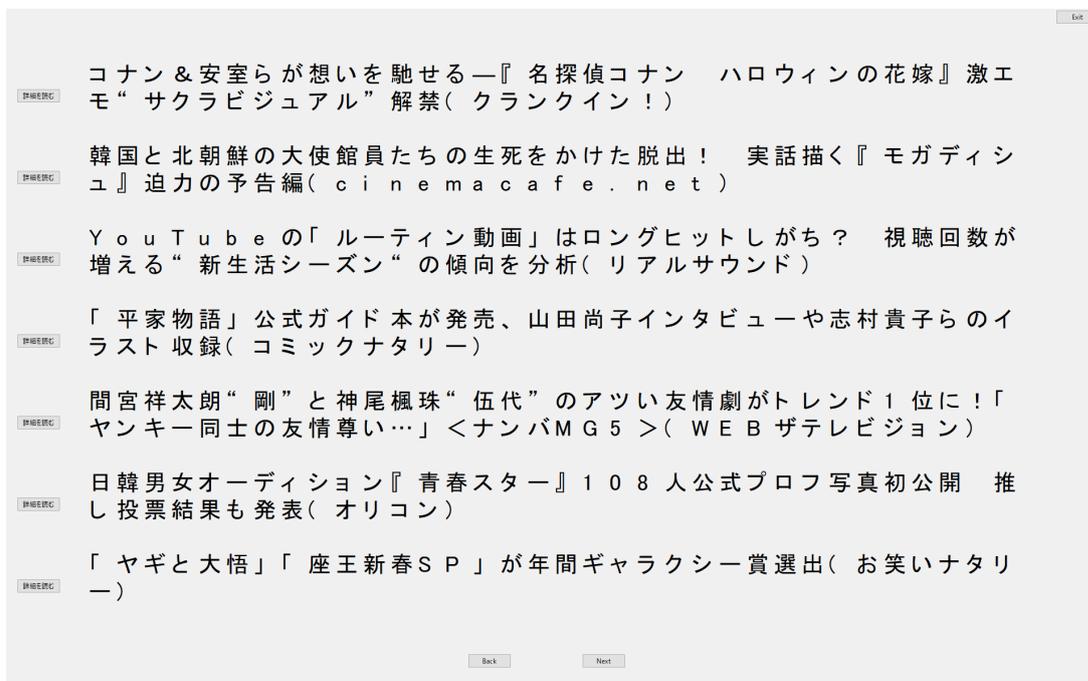


図 5.2 記事見出し文表示画面

より、ユーザがニュースに目を通す時の、視線の動き方を調べる。

評価実験では、Yahoo!ニュースにて配信されている9カテゴリの中から、あらかじめ4カテゴリを選択してもらい、選択されたニュースカテゴリのニュースをユーザに提供する。あらかじめカテゴリを絞ることで、ユーザが興味を持っている内容のニュースが含まれやすくなることを狙う。Yahoo!ニュースではカテゴリ毎に50件のニュースが配信されているため、一度の実験で200件のニュースに対するユーザの振る舞いを取得できる。この実験を6回行い、1回目から5回目の実験で得られたユーザの振る舞いを基に興味の学習を行い、6回目の実験データを用いてフィルタリング性能の検証を行う。

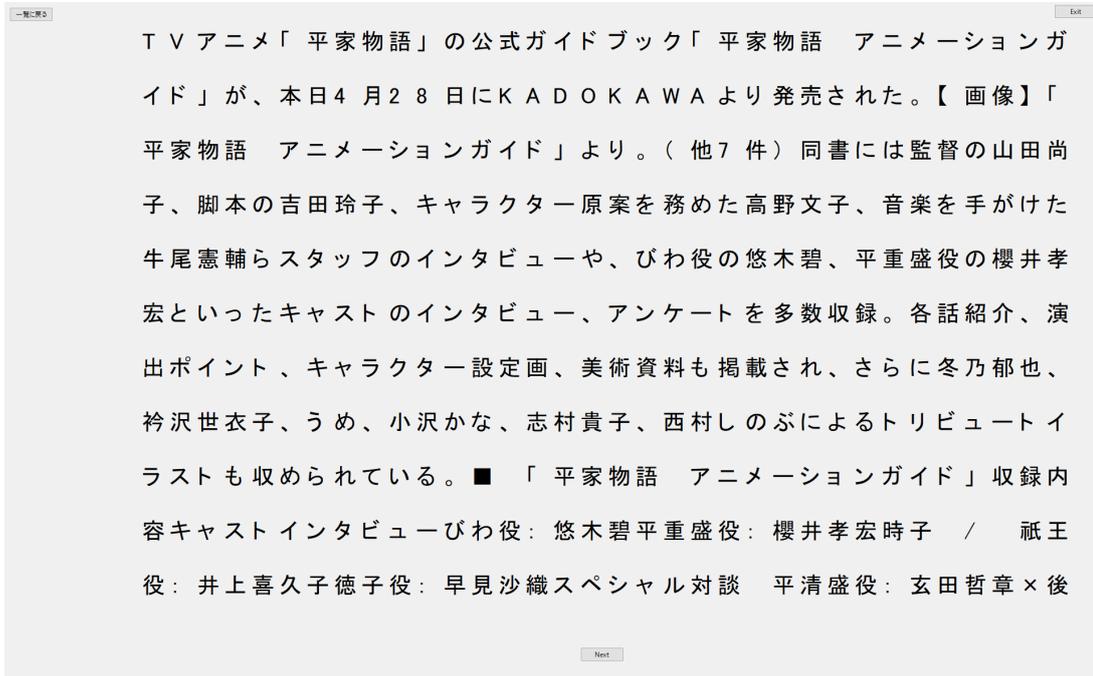


図 5.3 記事詳細画面

フィルタリング性能の評価指標には以下の3項目を用いる。

- 情報 SN 比

記事情報を選別する際にユーザが興味を持つと判断された記事情報の中でユーザが実際に興味のある記事情報の割合のこと。

$$\text{情報 SN 比} = \frac{\text{「興味あり」と判断された記事のうち実際に興味のある記事件数}}{\text{「興味あり」と判断された記事の全件数}} \times 100$$

- 除去率

実際にユーザにとって興味のない記事情報の中で、記事情報の選別の際に「興味なし」と判定された記事情報の割合のこと。

$$\text{除去率} = \frac{\text{実際に興味のない記事のうち、「興味なし」と判断された記事件数}}{\text{実際に興味のない記事件数}} \times 100$$

- 再現率

実際にユーザにとって興味のある記事情報の中で、記事情報の選別の際に「興味あり」と判定された記事情報の割合のこと。

$$\text{再現率} = \frac{\text{実際に興味のある記事のうち、「興味あり」と判断された記事件数}}{\text{実際に興味のある記事件数}} \times 100$$

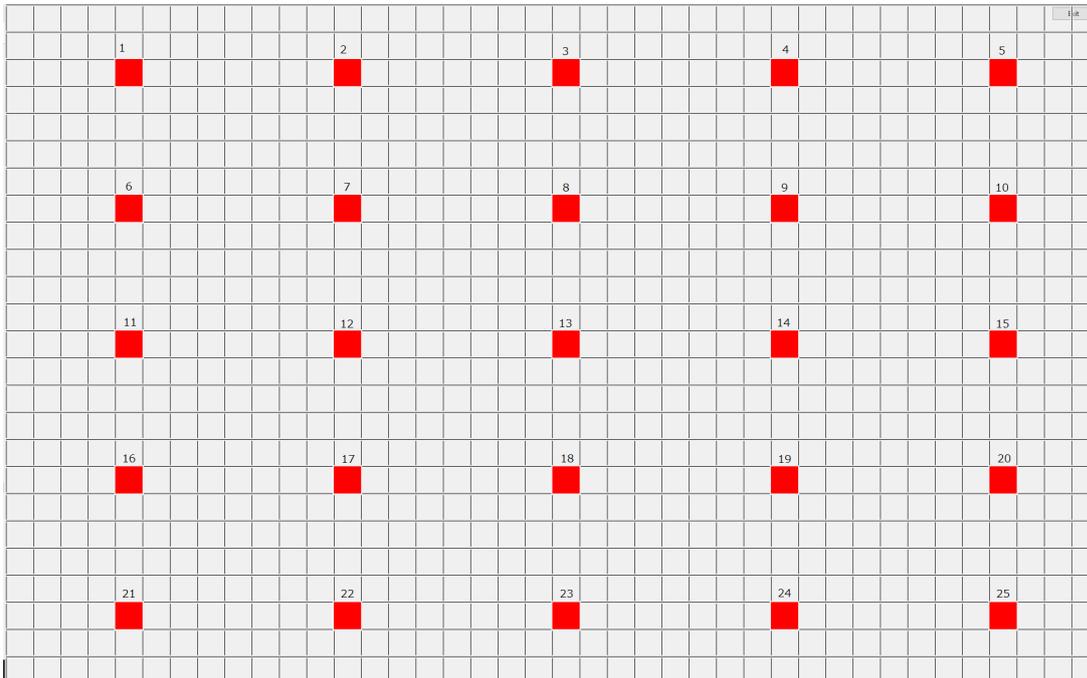


図 5.4 すべての注視点

### 5.4.2 視線検出方法

本研究で用いる視線検出は、Eyeware 社が提供する iOS 端末向けアプリである、「Beam」を用いる [11]。Beam は FaceID に対応した iPhone または iPad のフロントカメラを用いて視線検出を行うアプリである。本研究で用いるために、Beam で得られる視線検出結果の精度を確認した。

#### 視線検出精度の評価

本研究において、Beam で得られる視線検出精度が、要求を満たしているかどうかを確認するため、評価実験を行なった。本研究では、PC ディスプレイ上に表示された文字情報を注視対象とした実験を行うため、精度評価についても、注視文字を特定できるかどうかを基準として用いる。提案手法の評価実験では、実験に用いるディスプレイの表示領域を、縦に 25 分割、横に 40 分割したときの各領域に 1 文字ずつ表示する。よって、この領域を最小単位とした視線検出の精度評価を行う。評価実験では、任意の領域を注視した時の、視線検出結果と、注視領域との距離を評価する。距離を評価するため、評価値は 0 以上の値をとり、0 のときに正確な視線検出ができているといえる。

任意の点として指定した領域を図 5.4 に示す。

図 5.4 で表されている赤色の領域を 1 領域ずつ 1.5 秒間表示し、表示された領域に注目

表 5.2 Beam の視線検出精度の評価結果

表示領域番号	最も近い検出結果との距離	多く検出された結果との距離
1	1.55	2.00
2	2.00	2.11
3	1.61	1.84
4	2.12	6.55
5	2.22	2.34
6	1.03	1.66
7	0.50	1.28
8	1.11	1.34
9	1.24	1.52
10	0.83	12.34
11	1.50	3.52
12	0.57	0.74
13	1.34	1.79
14	1.33	1.60
15	1.04	1.64
16	1.40	1.91
17	0.67	4.03
18	1.54	1.61
19	0.71	1.04
20	2.07	2.32
21	0.90	1.54
22	0.87	1.21
23	1.71	2.18
24	1.62	1.82
25	1.65	1.98

したときの検出結果を評価する。表示される順番が被験者に予想されることによる影響を考慮し、順番についてはランダムとしている。

Beam から得られた視線検出結果の評価結果を表 5.2 に示す。評価結果では、任意の領域を表示している間に検出された視線のうち、表示領域に最も近い検出結果との距離と、最も多くの時間検出された検出結果との距離の 2 項目を示す。また、表 5.2 では、6 回実験を行ったときの平均値を掲載している。

実験結果の中には、結果の誤差が大きい箇所があったが、映像を確認したところ、瞬きを繰り返していたことから、瞬きによる影響を受けることが分かった。また、画面の淵に近い点ほど距離が大きくなる傾向があることから、実験を行うに当たって、表示領域の制限や、検出結果の補正などを行う必要があることがわかる。

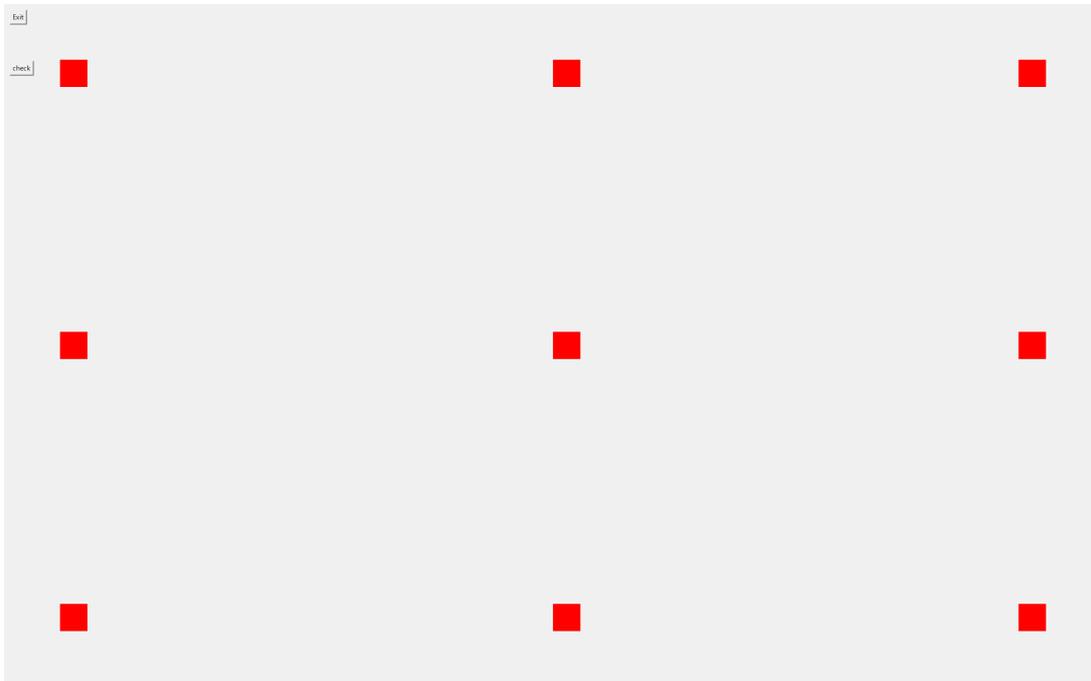


図 5.5 補正時の注視点

### Beam の視線検出結果の補正

Beam を用いた視線検出では、画面淵に近いほど実際の注視点と検出結果に誤差が生じることがわかっており、提案手法の評価のためには、この誤差をなくす必要がある。そのため、検出結果に対して補正を行うことで、誤差をなくすことができるかどうか検証を行う。

補正方法としては、あらかじめ画面内の特定の領域を注視した時の視線検出結果を取得し、それをもとに画面を縦 25 分割、横 40 分割した各領域に対するマッピングデータを作成する。その後、Beam から得られた検出結果と、作成しておいたマッピングデータを参照し、注視点を特定する。

マッピングデータの作成時に注視させる領域を、図 5.5 に示す。

補正時には、画面中央の 1 領域と、画面淵寄りの 8 領域の計 9 領域に対する Beam の視線検出結果を取得し、マッピングデータを作成する。マッピングデータは、視線の動きは隣り合う領域に対して連続的であるという仮定の下、9 領域に対して得られた検出結果をもとに、そのほかの領域の検出結果を補完する形で生成する。

補完後の視線検出精度の評価結果を表 5.3 に示す。なお、評価方法については、補正前の評価方法と同様であり、掲載される値についても 6 回実験を行ったときの平均値である。

表 5.3 補正後の視線検出精度の評価結果

表示領域番号	最も近い検出結果との距離	多く検出された結果との距離
1	1.21	1.43
2	1.74	1.91
3	0.83	0.90
4	1.31	6.09
5	1.07	1.24
6	0.83	1.34
7	0.57	1.14
8	0.74	1.18
9	0.97	1.44
10	1.24	6.60
11	1.00	1.00
12	0.67	1.14
13	0.57	0.78
14	0.67	1.04
15	0.57	0.87
16	0.74	1.01
17	0.33	0.78
18	0.24	0.24
19	0.33	0.50
20	1.14	1.54
21	1.07	1.14
22	1.28	1.34
23	1.00	1.14
24	1.21	1.21
25	1.00	1.21

表 5.2 と表 5.3 を比較すると、補正を行うことにより、誤差が減少していることがわかる。また、補正を行うことで、実際の注視点との誤差が 2 より小さくなっていることがわかる。この結果から、補正を行うことで、少なくとも実際の注視点に対して隣接する領域を検出結果として得られていることがわかる。このことから、1 文字単位のずれが今回の提案手法を評価するにあたり影響がないことがわかれば、この視線検出手法によって提案手法の評価が可能であるといえる。

### 有効視野

人は視覚によって情報を得るとき、視点を一点に留めながらその周囲の情報を取得しており、注視点周囲の有効に情報を得られる範囲は有効視野と呼ばれる。

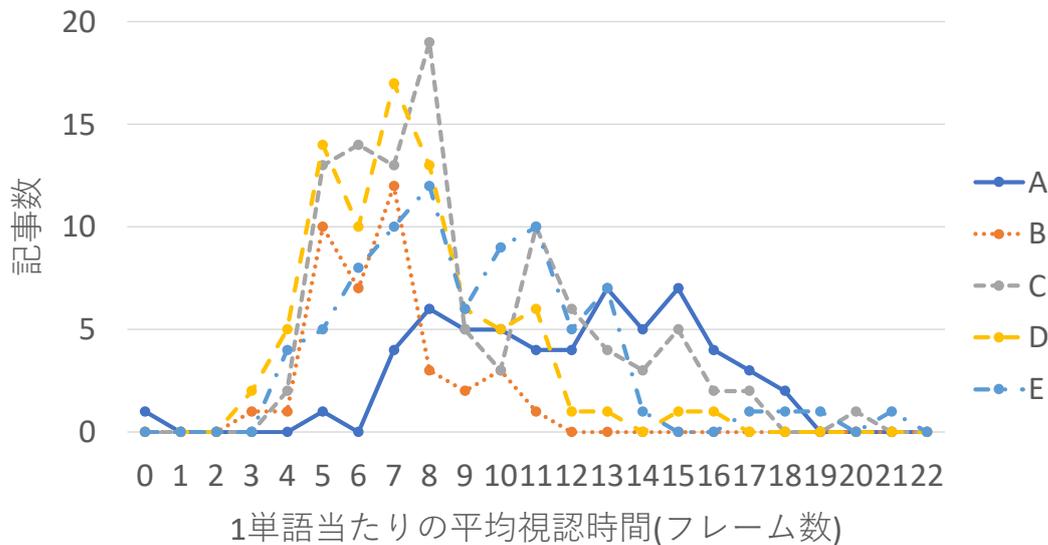


図 5.6 ユーザごとの単語視認時間のヒストグラム

漢字混じりの日本語を読むとき、右に7文字程度の有効視野があることが既存研究により明かされている [12]。また、かな文字のみの文章では、5文字程度の有効視野であり、文字種によって差が出ていることも知られている。

今回の実験では、漢字混じりの文章を用いているものの、局所的にかな文字のみで構成される文章が現れる可能性は否定できないため、右に5文字を有効視野とする。右よりも左の方が有効視野は狭いという報告があったため、本研究では、左に2文字を有効視野とする。

これらの有効視野の文字数の扱いにより、注視単語を特定するうえで、1文字のずれを許容できることから、提案手法の評価に Beam を用いることができる。

### 5.4.3 視認時間の調査

実験で得られた各ユーザの視認データから、文字情報に対する視認時間を調査する。詳細情報を読む際の、各ユーザの、1単語あたりの視認時間のヒストグラムを図 5.6 に示す。この図では、横軸に1単語当たりの平均視認フレーム数、縦軸に記事数を示す。本実験では、毎秒30回の頻度で視線情報を取得しており、視認時間はフレーム数で表す。

詳細情報を対象とした理由としては、詳細情報はユーザが知りたいと思いを表示した情報であるため、ユーザが関心を持って目を通してることが想定でき、流し読みではなくきちんと意味を理解しながら文字情報に目を通すときの視認時間が計測できると考えたためである。図 5.6 から、ユーザごとに視認時間に差が出ていることがわかるため、ユーザごとに異なる基準で視認の有無を判別する必要があるといえる。

表 5.4 提案手法の評価結果

		情報S/N比			除去率			再現率		
		既存 手法	視認 手法	解釈 手法	既存 手法	視認 手法	解釈 手法	既存 手法	視認 手法	解釈 手法
ユーザ	A	0.0%	0.0%	5.6%	98.5%	94.9%	91.3%	0.0%	0.0%	25.0%
	B	0.0%	0.0%	0.0%	98.4%	97.9%	94.2%	0.0%	0.0%	0.0%
	C	26.7%	20.7%	17.1%	94.0%	87.5%	84.2%	25.0%	37.5%	37.5%
	D	9.1%	9.7%	7.1%	89.2%	84.9%	86.0%	14.3%	21.4%	14.3%
	E	0.0%	7.7%	0.0%	93.7%	93.7%	91.5%	0.0%	9.1%	0.0%

#### 5.4.4 評価結果

実験で得られたデータから、提案手法の評価を行う。提案手法の評価のために、既存手法との比較を行う。また、提案手法においては、図 5.6 において、各ユーザの同一視認時間の出現回数が 2 回以上となった視認時間を、単語の意味を解釈した単語を判別する基準として用いる。また、ごく短時間であっても視認された単語を学習の対象とする場合についても、評価を行う。

評価結果を表 5.4 に示す。表中の視認手法は、一度でも視認された単語を学習対象とする手法であり、解釈手法は、ユーザにより意味が解釈されたとされた単語を学習対象とする手法である。

表 5.4 から、再現率に関してのみ割合が増加したユーザが多いものの、情報 SN 比および除去率に関しては割合が減少したユーザの方が多いという結果になった。また、情報 SN 比および、再現率に関しては、0% となっている箇所が多く、正確な評価が困難となっていた。その原因として、今回の評価データに対して、それぞれのユーザが興味を持っているニュースの件数が少なかったことが挙げられる。表 5.5 にユーザ別の興味あり記事の件数と割合を示す。なお、一度の実験で 200 件の記事を表示しているため、200 件の記事の中の興味のある記事の数と割合となっている。先行研究では、少なくとも 1 割以上は興味のある記事が含まれていたことから、先行研究と比較すると、今回の実験では興味のある記事数が少なかったことが言える。そのため、3 つの評価手法で評価を行ったとき、興味のある記事 1 つの影響が強いことが考えられる。

別の評価指標として、各記事の興味の度合いの値がどのように変化したかを考慮する。先述した 3 指標では、興味の度合いの類推結果として、各記事の興味の度合いがユーザ

表 5.5 興味あり記事の件数と割合

ユーザ	興味あり 記事件数	割合
A	4	2%
B	9	5%
C	16	8%
D	14	7%
E	11	6%
平均	10.8	5%

にニュースを提供するかどうかを決定する閾値以上かどうかことが重要となり、既存手法と提案手法とで、閾値と興味の度合いの関係に変化がなければ評価結果にも影響がなく、変化が現れにくい。そこで、興味の度合いそのものを比較することで、既存手法との比較を行う。この比較を行うことで、興味の有無の類推結果に現れない変化でも、より良い値を取るようになったかどうかを評価できる。

ユーザが興味を持っていた記事に対する評価結果を、表 5.6 に示す。この表では、ユーザが実際に興味を持っていた記事を対象に、それぞれの記事の興味の度合いの算出結果を比較する。比較する手法は、既存手法、視認の有無による手法、視認時間を用いて意味解釈の有無を判別する手法の 3 つである。表中では、比較する 2 手法を、「比較元の手法→比較先の手法」という表記で表す。例えば、「既存→視認」では、対象となる記事のなかで、既存手法により算出された興味の度合いよりも、視認の有無による手法により算出された興味の度合いの方が興味の度合いが高い値をとった記事の割合を示す。今回の表では、既存手法と提案手法の比較部分は表の 1,2 列目 (既存→視認, 既存→解釈) のデータであるため、この部分の割合が高いことを目指している。

表 5.7 に、興味なし記事に対する評価結果を示す。この表では、興味なし記事を対象としているため、比較元の手法より比較先の手法の興味の度合いが低くなっているものの割合を示している。

## 5.5 結言

本章では、従来の学習アルゴリズムのユーザに対する操作の負担を軽減するために、ユーザの視線を考慮した興味の学習アルゴリズムの提案を行った。

表 5.6 興味あり記事に対する興味の高さの比較

		既存→視認	既存→解釈	視認→解釈
ユーザ	A	25.0%	75.0%	75.0%
	B	77.8%	77.8%	66.7%
	C	68.8%	68.8%	43.8%
	D	57.1%	64.3%	71.4%
	E	63.6%	54.5%	36.4%

表 5.7 興味なし記事に対する興味の高さの比較

		既存→視認	既存→解釈	視認→解釈
ユーザ	A	35.7%	25.5%	32.1%
	B	25.7%	20.4%	24.6%
	C	23.4%	30.4%	41.8%
	D	30.1%	31.7%	29.0%
	E	34.9%	38.6%	34.4%

視線検出手法については、Eyeware社が提供する「Beam」を用い、精度評価を行ったところ、提案アルゴリズムの評価を行う上で問題がないことを確認した。提案アルゴリズムの評価を行った結果、既存手法に比べ、ユーザが実際に興味を持っているニュース記事については、フィルタリングを行った結果正しく興味ありと判定されていた。一方で、ユーザが実際に興味を持っていない記事に対しても、フィルタリングの結果興味ありと判定されていた。今後の課題として、ニュースの記事見出し文だけではなく、詳細文に対するユーザの振る舞いからも学習を行うことが挙げられる。

## 第6章

# 結論

日本国内においては、過去一年にインターネットを利用した人の割合が、2021年には82.9%を占めており、多くの人々がインターネットを利用していることが言える。そして、インターネットの利用目的として、インターネットニュースの取得を挙げる人が62.2%と、多くの人々がインターネットをニュース情報の取得に利用している。インターネット上では非常に多くのニュース記事が配信されている。これによってユーザが多くの情報を入手できるというメリットがあるが、その一方で、ユーザは配信されている情報の全てに興味があるわけではない。ユーザがインターネットニュースを読むためには、配信されている膨大な量のニュースの中から、興味のある情報を探し出す必要がある。情報量の増加に伴い、ユーザによる情報の選別が困難になることを情報過多という。

過去の研究ではインターネット上の情報過多の問題を解決することを目的とした個人向け情報配信システム PINOT（ピノ、Personalized INformation On Television screen）が提案された。提案されたシステムは、配信されているニュース情報をテレビ画面に Ticker 形式で表示し、表示された情報に対するユーザの操作から、ユーザの興味を学習しており、学習されたユーザの興味を考慮した情報提供を行うことで、情報の選別を自動化し、情報過多の問題を解決していた。

また近年では、ユーザが利用する情報通信機器として、スマートフォンの利用率が高くなっている。そこで、スマートフォンの利用においても、情報過多による問題が発生することから、PINOT 同様のシステムがスマートフォンに求められていると考え、PINOT のシステムをスマートフォンでも利用可能なスマートフォン版 PINOT が提案された。スマートフォン版 PINOT は、ユーザがアプリを立ち上げた時に、配信されているニュースの中からユーザの興味のあるニュースをユーザに提供するアプリであるとともに、ユーザが閲覧したニュースに基づいてユーザの興味を学習する。一方で、ユーザがアプリを立ち上げていない期間に配信されたニュースはユーザが興味を持っている内容であったとしてもユーザに提供されず、アプリ上でユーザの興味を学習する機会を失うことに繋がって

いた。

この問題を解決するために、スマートフォン版 PINOT にスマートウォッチ上での記事見出し文の提供機能を追加した、スマートウォッチ連携 PINOT が提案された。スマートウォッチを通してユーザに記事見出し文を提供することで、ユーザがアプリを起動するきっかけを与えるとともに、より正確なユーザの興味の学習につながると考えた。しかし、スマートウォッチ単体での、ユーザへの情報提供が不十分であったために、学習回数の増加には繋がらなかった。

そこで、ユーザがスマートフォンを使用できない状況での情報伝達的手段として、音声による情報提供を行うことができるスマートフォン向けアプリである NEAR (News EAR) を提案した。音声による情報提供を行うことによって、ユーザがディスプレイを注視することなく情報の取得が可能となるだけでなく、ディスプレイのサイズを考慮する必要がないため、提供する情報を限定する必要もなくなると考えた。評価実験の結果、従来の情報提供方法に比べ、アプリによる学習回数が増加しており、インターネットニュースの情報提供方法として、音声による情報提供が有用であることがわかった。

ここまでの研究のアプローチとしては、PINOT システムによるユーザの興味の学習回数を増加させることにより、フィルタリング性能を向上させ、ユーザが関心を持つニュース情報が提供されやすくなることを狙っていた。しかし、従来手法では、ユーザプロフィールの作成のために膨大な量の記事選別が必要となり、ユーザの負担となっていた。そこで、ユーザの視線情報を考慮して学習を行うことにより、より詳細な興味の度合いを学習する手法を提案した。視線検出には Eyeware 社が提供する「Beam」を利用し、精度評価の結果、提案手法の評価に十分な精度の視線検出が可能であることを示した。提案手法の評価を行った結果、既存手法に比べ、ユーザが実際に興味を持っているニュース記事については、フィルタリングを行った結果正しく興味ありと判定されていた。一方で、ユーザが実際に興味を持っていない記事に対しても、フィルタリングの結果興味ありと判定されていた。上記の評価では、提案手法と従来手法との間で優劣をつけがたいため、異なる学習手法についても評価を行った。その結果、視認時間により学習に差異を設ける手法においては、興味のない記事に対する興味の度合いを正確に類推でき、視認文字を興味あり、非視認文字を興味なしと類推する手法においては、興味のある記事に対して大きな改善が見られた一方で、興味のない記事の判別に課題が残ったなど、それぞれの手法におけるフィルタリングの傾向を昭会にすることができた。今後の課題として、ニュースの記事見出し文だけではなく、詳細文に対するユーザの振る舞いからも学習を行うことが挙げられる。

# 謝辞

本研究の全過程を通じ、懇切丁寧なる御指導、御鞭撻を賜った愛媛大学工学部情報工学科分散処理システム研究室 小林真也教授に心から感謝致します。また、研究生活中に幾度も御助言を頂いた、愛媛大学工学部情報工学科分散処理システム研究室 遠藤慶一准教授、大阪大学大学院情報科学研究科渡辺研究室 藤橋卓也助教に心から感謝致します。愛媛大学工学部情報工学科入学から今日にいたるまで様々な御指導を頂いた、愛媛大学工学部情報工学科の諸先生方に深く御礼を申し上げます。また、研究生活中に幾度もお世話頂いた、愛媛大学工学部情報工学科分散処理システム研究室の皆様へ感謝します。ここに記して、以上の皆様へ感謝の意を表します。



## 参考文献

- [1] 小森 健市, 西岡 豊, 柏木 紘一, 樋上 喜信, 小林 真也: “個人向け情報の配信を目的とした PUSH 型情報配信システムの構築”, 情報処理学会シンポジウム論文集, 第 2005 卷, 第 6 号, pp.249-252, 2005.
- [2] 西岡 豊, 柏木 紘一, 樋上 喜信, 小林 真也: “情報フィルタリングにおけるテキスト情報に含まれる品詞と受信者の特徴との関係-名詞と動詞に基づいた受信者の興味の類推-”, 情報処理学会シンポジウム論文集, 第 2004 卷, 第 7 号, pp.535-538, 2004.
- [3] 森 健, 柏木 紘一, 樋上 喜信, 小林 真也: “Ticker に対する表示操作履歴に基づいた興味の有無の推論”, 情報処理学会シンポジウム論文集, 第 2005 卷, 第 14 号, pp.111-116, 2005.
- [4] 小野 智士, 稲元 勉, 樋上 喜信, 小林 真也: “操作履歴に基づき個人向けにニュースを選択表示するスマートフォンアプリの開発”, 情報処理学会 マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2016 論文集, pp.436-442, 2016.
- [5] T. Ogawa, T. Fujihashi, K. Endo, and S. Kobayashi: “Increasing the Chance of Interest Learning in the User-Aware Information Distribution System Using a Smart Watch”, The 5th International Symposium on Affective Science and Engineering, SessionID:4-A-1, pp.1-4, 2018.
- [6] Takuya Ogawa, Keiichi Endo, Hisayasu Kuroda, and Shinya Kobayashi: “Improving Reading Accuracy in Personal Information Distribution Systems Using Smartwatches and Wireless Headphones”, Intelligent Information and Database Systems, Vol.1371, pp.216-226, 2021.
- [7] 総務省, 令和 4 年度版 情報通信白書
- [8] 総務省, 令和元年度版 情報通信白書
- [9] 総務省, 情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査
- [10] 1 つの記事で世の中が大きく変わる——1 日の記事数約 6000 本、月間 225 億 PV を数える「Yahoo!ニュース」のこれまでとこれから、<https://about.yahoo.co.jp/hr/linotice/20200825.html>, (参照 2022-11-02)

- 
- [11] Eyeware Beam, <https://beam.eyeware.tech/ja/>, (参照 2022-12-20)
- [12] Keith Rayner, “Eye Movements in Reading and Information Processing : 20 Years of Research”, *Psychological Bulletin* 1998, Vol. 124, No. 3, pp.372-422, 1998.

# 研究業績リスト

## 査読有り学会発表

Takuya Ogawa, Keiichi Endo, Hisayasu Kuroda, and Shinya Kobayashi: “Analogy of the Degree of Interest in a News Article by Gaze Information”, Lecture Notes in Networks and Systems, Vol.255, pp.330-338, 2021.

Takuya Ogawa, Keiichi Endo, Hisayasu Kuroda, and Shinya Kobayashi: “Improving Reading Accuracy in Personal Information Distribution Systems Using Smartwatches and Wireless Headphones”, Intelligent Information and Database Systems, Vol.1371, pp.216-226, 2021.

Takuya Ogawa, Takuya Fujihashi, Keiichi Endo, and Shinya Kobayashi: “A Proposal of Personalized Information Distribution System Using Smart Watch and Wireless Headphones”, Intelligent Information and Database Systems, Vol.1178, pp.481-492, 2020.

Takuya Ogawa, Takuya Fujihashi, Keiichi Endo, and Shinya Kobayashi: “Increasing the Chance of Interest Learning in the User-Aware Information Distribution System Using a Smart Watch”, The 5th International Symposium on Affective Science and Engineering, SessionID:4-A-1, pp.1-4, 2018.

## 査読有り学会発表 (非掲載)

Takuya Ogawa, Keiichi Endo, Hisayasu Kuroda, and Shinya Kobayashi. “Examination of Analogy Method of Degree of Interest in News Articles by Gaze Information”, Proceedings of the 3rd International Conference on Activity and Behavior Computing (ABC 2021), 2021.

## 査読無し学会発表

小川 拓也, 黒田 久泰, 遠藤 慶一, 小林 真也: “視線を考慮したニュース記事に対する興味 の度合い推定手法の検討”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2022

論文集, pp.962 - 967, 2022.

小川 拓也, 藤橋 卓也, 遠藤 慶一, 小林 真也: “スマートウォッチとワイヤレスヘッドフォンを用いた個人向け情報配信システムの有効性評価”, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2093 論文集, pp.505 - 511, 2020.

小川 拓也, 藤橋 卓也, 遠藤 慶一, 小林 真也: “スマートウォッチとワイヤレスヘッドフォンを用いた個人向け情報配信システム”, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2019 論文集, pp.1515 - 1522, 2019.

小川 拓也, 藤橋 卓也, 遠藤 慶一, 小林 真也: “スマートウォッチとワイヤレスオーディオ機器を用いた個人向け情報配信システムにおける音声による情報提供の提案”, 第 81 回全国大会講演論文集 2019 (4), pp.863-864, 2019.

小川 拓也, 藤橋 卓也, 遠藤 慶一, 小林 真也: “スマートウォッチを用いた個人向け情報配信システムにおける興味の学習回数増加に関する一検討”, 第 17 回情報科学技術フォーラム講演論文集, 第 4 分冊, pp.323-324, 2018.

小川 拓也, 藤橋 卓也, 遠藤 慶一, 小林 真也: “スマートウォッチを用いた個人向け情報配信システムにおける興味の類推機会の増加に関する研究”, 第 80 回全国大会講演論文集 2018 (4), pp.829-830, 2018.

## 講演

小川 拓也, 寺田 智哉: “ユーザの興味を考慮した個人向け情報配信システムの研究開発”, えひめ ICT トрендセミナー 2022, 2022.

阿草 裕, 小川 拓也: “社会実装により社会を変える ICT 分野の研究活動”, えひめ ICT トрендセミナー 2021, 2021.