

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

小川 拓也¹ 藤橋 卓也² 遠藤 慶一¹ 小林 真也¹

概要: 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おり, ユーザは多くの情報を入手できるというメリットがある. しかし, ユーザは存在する全てのニュースに興味を持っているわけではない. 先行研究では, インターネット上のニュース情報における情報過多を解決することを目的に, スマートウォッチを介しての情報提供が可能なスマートフォンアプリを開発した. スマートウォッチ上で文字情報を表示することにより, スマートフォンを操作する必要なく情報の取得が可能になった. しかし, スマートウォッチの画面サイズを考慮し, 取得できる情報を限定する必要がある, ユーザが欲しい情報を提供できなかった. 一方で, ワイヤレスイヤホンやワイヤレス接続機能を持った自動車用オーディオ機器等の普及により, ユーザへの音声を用いた情報の提供が容易になっている. そこで, 本研究では, ニュース情報を音声で提供し, 読み上げの開始・停止などの操作をスマートウォッチで行える情報配信アプリを提案する. これにより, 満員電車の中や自動車運転中にも, 個人向けに選択されたニュース情報を限定されることがなく取得することができる.

Evaluation of Effectiveness of Personalized Information Distribution System Using Smart Watch and Wireless Headphones

Takuya Ogawa¹ Takuya Fujihashi² Keiichi Endo¹ Shinya Kobayashi¹

1. はじめに

インターネット上には膨大な量のニュース情報があふれているが, その全てがユーザにとって興味のあるものであるとは限らない. よって, ユーザがニュースを読むときには, ユーザは膨大なニュース情報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. 情報過多の問題を解決することを目的として, 個人向け情報配信システム PINOT (ピノ: Personalized INFORMATION On Television screen) を開発した [1]. PINOT はニュース情報を Ticker 形式で表示し, ユーザは表示される情報に対して一時停止や早送り, 巻き戻しなどを行う. PINOT はそれらのユーザの振る舞いからユーザの興味を類推し, ユーザ

が興味を持っているニュースを提供する. その後, スマートフォンが広く普及したことを受け, スマートフォンアプリ版 PINOT を開発した [1]. しかし, このアプリには, ユーザがスマートフォンを使用できない期間に配信されたニュースに対するユーザの興味を学習できないという問題があった. この問題を解決するために, スマートウォッチ連携 PINOT を提案した [2]. しかし, スマートウォッチの画面サイズを考慮し, 表示する情報を限定したことから, ユーザが使いたいと思うアプリにならなかった.

2. 研究背景

2.1 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. 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 1 に示す [3]. この図から, 2018 年には 79.8% の人がインターネットを利用していることがわかる.

人々が利用するインターネットサービスの 1 つに, インターネットニュースの取得が挙げられる. 図 2 は, イン

¹ 愛媛大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

² 大阪大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

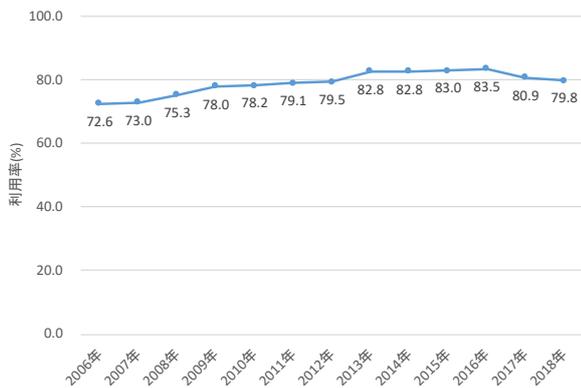


図1 インターネットの利用率

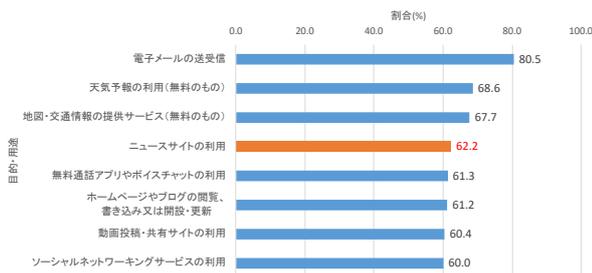


図2 インターネットの利用目的・用途

インターネットを利用する人々の、インターネットの利用目的・用途のうち、割合が6割を超えているものを抜粋したものである。ニュース情報の取得を目的としてインターネットを利用する人の割合は、62.2%に及ぶ。この図から、多くの人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。これによりユー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全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、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。

2.2 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量の増加に伴う情報過多の問題を解決するために、テレビを用い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。PINOT は、セットトップボックスをテレビとインターネットに接続して利用する。セットトップボックスはインターネットからニュース情報を取得し、ユーザの興味に応じてフィルタリングしてテレビ画面に表示する。ユーザはテレビに表示された文字情報に対して先飛ばしや一時停止などを行い、ニュース情報を選択する。ユーザの操作からユーザの興味を学習・類推し

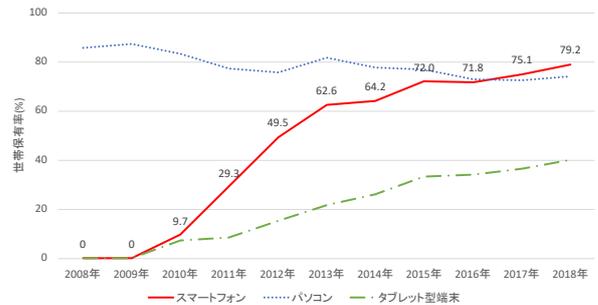


図3 情報端末の保有率(世帯)

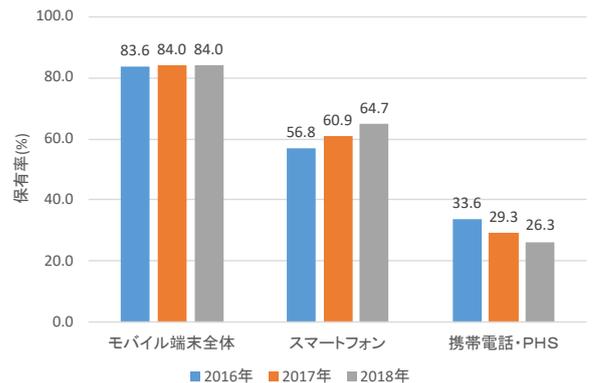


図4 モバイル端末の保有率(個人)

てフィルタを更新する。PINOTによって、ユーザが知りたいニュース情報を、システムが自動的に提供するため、情報過多による問題を解決することに繋がる。また、テレビを利用したシステムであることから、情報端末の操作に不慣れなユーザでも、情報の取得が可能となる。

2.3 スマートフォンの普及

近年、スマートフォンが一般向けに普及し、多くの人が情報端末としてスマートフォンを利用している。図3はスマートフォン・パソコン・タブレット型端末の世帯保有率の推移を示している。図3が示すように、2018年の時点での日本におけるスマートフォンの世帯保有率は79.2%となっており、パソコンを保有している世帯の割合よりも多いことがわかる [3]。

次に、モバイル端末の個人保有率を図4に示す。スマートフォンの個人保有率は、2018年時点で64.7%であり、個人でスマートフォンを保有している人が多いことがわかる。

また、スマートフォンを用いてインターネットサービスを利用している人も多い。図5はインターネットを利用する際にどの端末を用いる人が多いのかを示すグラフである。この図から、2018年にスマートフォンを用いてインターネットを利用する人は59.5%で、他の端末に比べて高い比率であることから、多くの人がスマートフォンを用いてインターネットを利用していることが分かる。

スマートフォンでインターネットを利用する人が多いこ

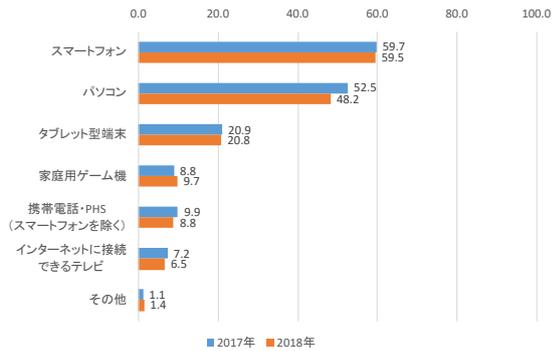


図5 インターネット利用端末の割合

とから、スマートフォンを用いてニュースを知る人も多いことが予想できる。実際に、Pew Research centerの調査[4]によると、2019年にインターネットニュースを頻繁に入手するアメリカ人は、パソコンを使用する人が30%に対して、モバイル端末を使用する人は57%いる。しかし、現在スマートフォンで利用できるニュースアプリのうち、ユーザの興味を考慮したニュースを提供できるアプリは一部であり、多くのニュースアプリは、配信されているニュースをそのままユーザに提供するだけで、ユーザの興味は考慮していない。

ニュースアプリで入手できるニュースの量は膨大であり、その全てがユーザにとって有用であるとは限らない。ユーザによって興味や関心の対象は異なるため、ユーザがニュース情報を得ようとした時、ユーザ自身がニュースを選別する必要がある。膨大な量のニュースの中から興味のあるものを選別することは、ユーザに負担を強い、時間を浪費させる。これは、スマートフォンに慣れないユーザにとって、スマートフォンでのニュース取得を諦めさせる1つの理由になり得る。ユーザが、ユーザにとって有用な情報を入手する際にかかる負担を軽減するために、スマートフォンのニュースアプリにおける情報過多を解決することが求められている。

2.4 スマートフォン版 PINOT

PINOTのシステム構成図を図6に示す。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。

2.5 スマートフォン版 PINOT の動作の流れ

PINOTの動作の流れを図に示す。

Step 1 情報配信サーバから記事情報を取得

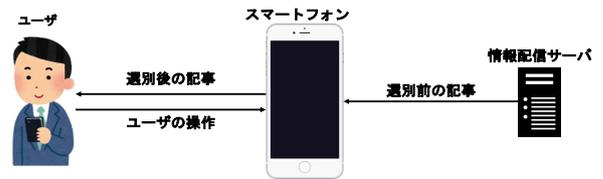


図6 PINOTの構成図

情報配信サーバからニュースの記事の記事情報を取得する。

Step 2 記事見出し文を単語に分割

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。形態素解析器は「Sanmoku」[5]を用いる。

Step 3 記事見出し文に対する興味の度合いの計算

Step 2で、抽出された各単語に対して、過去に学習したユーザの各単語の興味の度合いを記録しているユーザプロフィールを参照し、記事見出し文に対する興味の度合いを計算する。

Step 4 興味の度合いが閾値以上であれば画面に表示

Step 3で、計算された興味の度合いが閾値以上であれば、記事見出し文をスマートフォンに表示する。閾値未満であれば画面に表示しない。

Step 5 記事見出し文に対してスマートフォンを操作

スマートフォンに表示された情報に対して、ユーザがスマートフォンをタップして操作する。

Step 6 表示された記事見出し文に対する興味の有無を類推

ユーザのスマートフォンに対する操作から、表示された記事見出し文に対するユーザの興味の有無を類推する。

Step 7 ユーザプロフィールの更新

Step 6で得られた類推結果をもとにユーザプロフィールの内容を更新し、Step 1へと戻る。

以下に、PINOTの動作の流れのStep 3, Step 6, Step 7について詳しく説明する。

• 記事見出し文に対する興味の度合いの計算

(1) 各単語に対する興味の度合いを取得

Step 2で、抽出した各単語 $\omega_n (n = 1, 2, \dots, N)$ に対して、ユーザプロフィー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ィー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。

(2) 文字情報に対する興味の度合いを計算

以下の式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。

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

- 表示された記事見出し文に対する興味の有無の類推
記事見出し文の興味の度合いが閾値を超えた場合、スマートフォンで表示される。記事見出し文一覧で表示された記事見出し文に対してユーザが行ったタップ操作によって、興味の類推を行う。
タップされた記事見出し文を「興味あり」、視認されたと判定した記事見出し文の中で、タップされていない記事見出し文を「興味なし」と判定し、記事見出し文の興味の有無の類推を行う。
- ユーザプロフィールを更新
ユーザプロフィールの更新とは、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 ω_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 を用いて計算する。

$$i(\omega_n) := \alpha \cdot i(\omega_n) + (1 - \alpha) \cdot J \quad (2)$$

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 α によって調節する。 α 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 α が大きければ、古い興味の度合いの割合が大きくなる。

ユーザプロフィー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ィールが作成されていく。

2.6 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、ユーザに配信されている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必要がある。しかし、PINOT がユーザに提供する記事は、ユーザが PINOT 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。よって、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

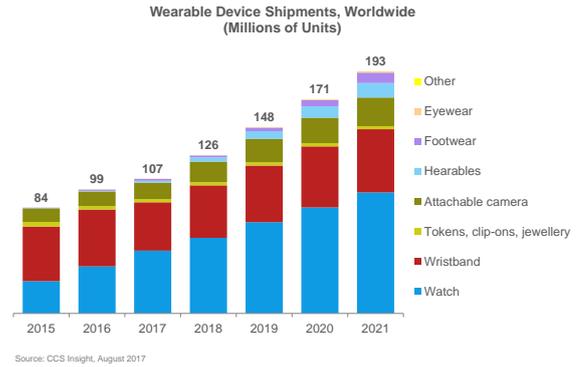


図7 ウェアラブルデバイス市場規模の推移

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。

2.7 スマートウォッチの普及

スマートウォッチを含むウェアラブルデバイスの国内市場の推移を図7に示す [6]。この図から、ウェアラブルデバイス全体の市場規模は拡大傾向にあり、スマートウォッチはウェアラブルデバイスの中で最も大きな市場を持つデバイスであることがわかる。スマートフォンからユーザへの情報提供手段として、スマートウォッチは多くの人が利用できる端末であると言えるが、スマートウォッチを用いてニュース情報をユーザに提供できるアプリは少ない。また、この中にユーザの興味を考慮した情報のみを提供するアプリはない。

スマートウォッチの特徴の一つとして、ユーザが身につけるデバイスであることが挙げられる。身につけていることで、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。例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、身につ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。

2.8 スマートウォッチ連携 PINOT

スマートフォン版 PINOT において、ユーザがアプリを起動しない原因の一つとして、ユーザがスマートフォンを

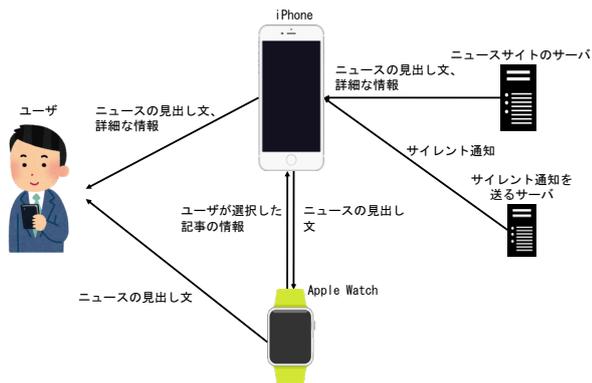


図 8 スマートウォッチ連携 PINOT の構成図

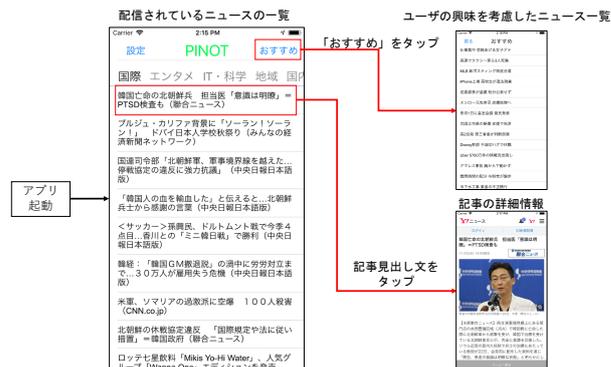


図 9 iPhone 上での表示画面

操作できない状況にあることが考えられる。その状況でもニュース情報が確認できるように、スマートウォッチを使用したスマートフォン版 PINOT であるスマートウォッチ連携 PINOT を提案した [2]。スマートウォッチ連携 PINOT では、従来のスマートフォン版 PINOT に、スマートウォッチでのニュース提供機能を追加する。ただし、スマートウォッチ上で確認できるのはニュースの見出し文であって、詳細を読むためにはスマートフォン側のアプリを起動するようにする。スマートウォッチ上に提供されたニュースの見出しが興味のあるニュース情報であったとき、ユーザはそのニュースの詳細を知るためにスマートフォンのアプリを使用し、他のニュースにも目を通すことが期待でき、アプリがユーザの興味を学習する回数の増加に繋がると考えた。

スマートウォッチ連携 PINOT のシステム構成図を図 8 に示す。本論文で使用するスマートウォッチは、現在最もシェアの大きい Apple Watch を用いる [7]。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 アプリケーションである。

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 1 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 9 に示す。ユーザが 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 10 に示す。Apple Watch には、iPhone から送信されてきた記事が表示され、それら

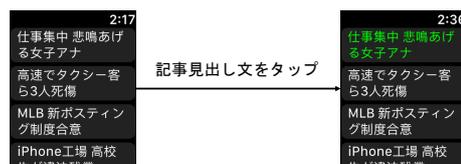


図 10 Apple Watch 上での表示画面

のうちユーザ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。

2.9 スマートウォッチ連携 PINOT においてユーザによるアプリ起動を促す工夫

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、ユーザによって iPhone のアプリが立ち上げられた時に表示される。この見出し文をタップすることで、ユーザ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、ユーザは iPhone のアプリケーションを使用する必要があり、これによってユーザがアプリケーションを立ち上げるきっかけができる。

ユーザ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ものがあればユーザ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。

2.10 スマートウォッチ連携 PINOT の課題

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

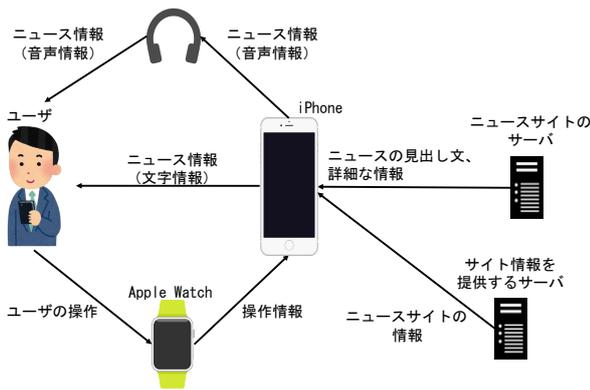


図 11 NEAR の構成図

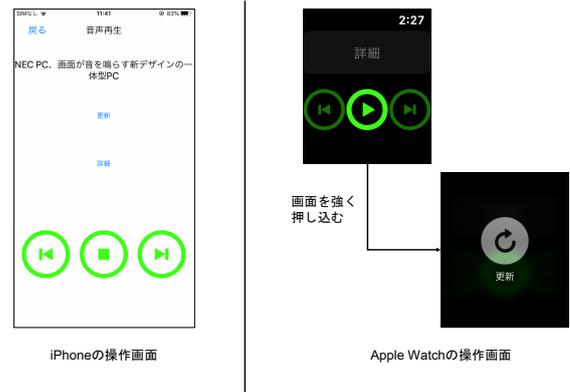


図 12 各端末での音声読み上げの操作画面

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. 提案システム

スマートウォッチ連携 PINOT の課題を解決するために、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) を提案する。図 7 より、近年では、ワイヤレスイヤホンの市場規模が徐々に拡大しており、人々が音声情報を受け取ることができる環境が整いつつある。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、ユーザの興味を学習が行える機会の増加が見込める。

NEAR の構成図を図 11 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。

3.1 音声読み上げの操作

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、興味を学習は行われぬ。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 12 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

表1 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2 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

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. 提案システムの評価実験

NEAR を評価するために、評価実験を行う。今回の実験では、NEAR を使用する際に、Apple Watch を使用するかどうかによってどのような差が生じるのかを評価する。

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 の有無による影響が生じるかどうかを評価する。

4.1 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4.1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4.1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4.1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4.1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。

参考文献

- [1] 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”, 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, 2016
- [2] 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”, International Symposium on Affective Science and Engineering 2019 (ISASE 2019)
- [3] 総務省, 令和元年度版 情報通信白書
- [4] Pew Research Center, Americans favor mobile devices over desktops and laptops for getting news, <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/11/19/americans-favor-mobile-devices-over-desktops-and-laptops-for-getting-news/>, (参照 2020-05-15)
- [5] 形態素解析器 Sanmoku, <https://github.com/sile/sanmoku>, (参照 2020-05-15)
- [6] CCS insight, ウェアラブルデバイスの世界市場規模, <http://www.ccsinsight.com/press/company-news/3161-critical-year-ahead-for-smartwatches-as-big-brands-join-the-party/>, (参照 2020-05-15)
- [7] Strategy Analytics, 2019 年第3 四半期の世界のスマートウォッチベンダーの出荷と市場シェア, <https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/blogs/wearables/2019/11/06/global-smartwatch-shipments-leap-to-14-million-units-in-q3-2019>, (参照 2020-05-15)