

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

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。

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

インターネットの利用者数、人口普及率を示すグラフを図 1 に示す [3]。2016 年のインターネット利用者数は 2015 年より 38 万人増加して 1 億 84 万人であり、人口普及率は 83.5% となった。現在では、非常に多くの人々がインターネットを利用できる状況にあるといえる。

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

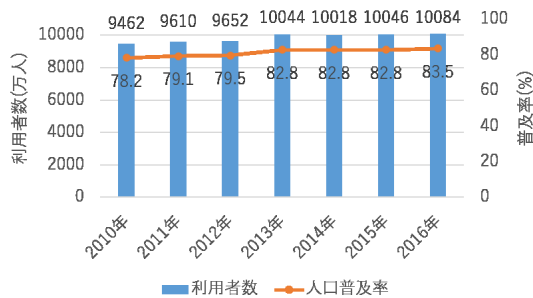


図1 インターネットの利用者数と人口普及率

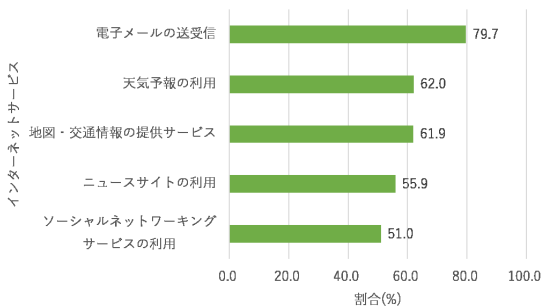


図2 インターネットの利用目的・用途

図2は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・用途の割合の高いもの5つを抜粋したものである。インターネットを利用している人のうち、ニュースを目的にインターネットを利用している人の割合は55.9%であり、多くの人がインターネットを利用してニュース情報を取得していることがわかる [4]。

次に、インターネット上に存在するデジタルデータの量を示すグラフを図3に示す [5]。図からインターネット上に存在するデータの総量は増加し続けており、増加速度も上昇していることが分かる。データ量の増加によってインターネットユーザが得ることができる情報量が増加するが、得られる情報すべてがユーザにとって有用なものであるとは限らない。ユーザが自分にとって有用な情報を得ようとするとき、膨大な量のデジタルデータから目的の情報を選び取る必要がある。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。情報過多の問題は、ユーザが欲しい情報を探し出すことの難易度を上げる1つの要素と言える。

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

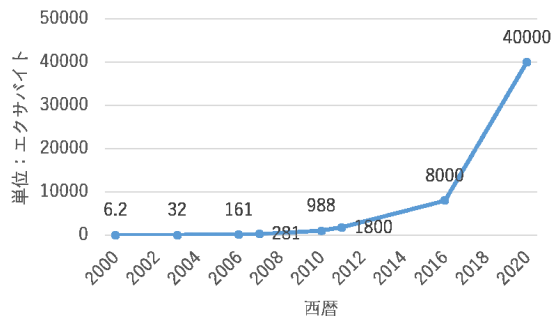


図3 デジタルデータ量の増加

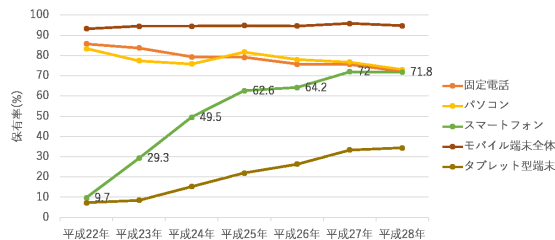


図4 情報端末の保有率(世帯)

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4が示すように、2016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71.8%となっており、2010年から約60%増加している [4]。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、2016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57.9%で、最も大きな比率を占めるパソコンと比べてもその差は0.7%であり、非常に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測できる。実際に、2014年の米国のスマートフォン利用者のうち68%はスマートフォンでニュース情報を取得し、このうちの33%は頻繁にニュース情報の取得を行っている [6]。

ニュースアプリで入手できるニュースの量は膨大であ

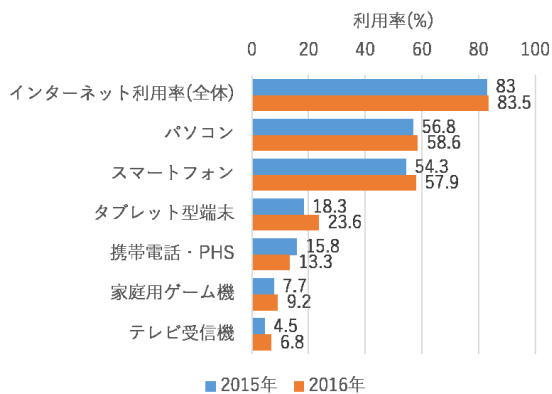


図5 インターネット利用端末の割合

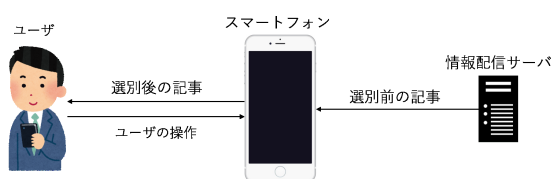


図6 スマートフォン版 PINOT の構成図

り、そのすべ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、スマートフォンに不慣れたユーザにとって、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

近年の研究では、スマートフォンが一般向けに広く普及したことを受け、スマートフォンアプリの PINOT が開発された。スマートフォン版 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。ユーザが本アプリを用いてニュース情報を入手するとき、ユーザはスマートフォン上に表示されたニュース記事の一覧から、興味のある記事をタップすることで、ニュースの詳細情報を取得する。この時、タップされた記事はユーザが読みたいと思った記事であるため、ユーザにとって興味のある内容であると判断できる。本アプリでは、ユーザの操作履歴からユーザがどのようなニュースに興味があるかを学習してニュース情報をユーザの興味を考慮して提供する。

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

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」[7]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。

記事見出し文を視認したかどうかの判定は、アプリを起動してから終了するまでの間に記事一覧画面を表示していた時間から行う。1つの記事見出し文を視認するのに必要な時間は2.2秒から2.8秒の間である。また記事見出し文一覧画面に表示された記事見出し文は、上に表示されているものから順に読んでいく可能性が高いと考えられる。そこで、1つの記事見出し文を視認するのにかかる時間を2.5秒で設定し、記事見出し文一覧画面を開いていた時間を1つの記事見出し文の視認にかかる時間で割った値を、視認した記事見出し文の件数とする。そして、視認した記事見出し文の件数まで、記事見出し文一覧表示画面の上にある記事見出し文から視認したと判定を行う。

- 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ィールが作成されていく。

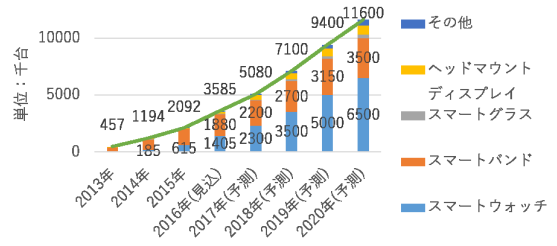


図7 ウェアラブルデバイス国内市場の推移と予測

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た記事についてはユーザに提供されることはなく、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。ユーザが興味を持つニュースを正確に提供するために、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[8]。この図で、2016年の値は見込値であり、2017年以降の値は予測値である。図から、日本市場におけるウェアラブルデバイス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言える。よってスマートウォッチは、今後多くの人が所持するデバイスであることが予想できる。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非常に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。

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。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 の構成図を図 8 に示す。今回使用するスマートウォッチは、現在シェアのもっとも大きい Apple Watch とする [9]。また、Apple Watch は iOS 端末用のスマートウォッチであるので、使用するスマートフォンは iPhone である。サイレント通知を受け取ったスマートフォンは、ニュースサイトを巡回し、新しいニュースを取得する。取得したニュース情報のうち、個人の興味に応じたフィルタリングを行い、ユーザが興味のあるニュース情報のみを取り出す。取り出したニュース情報は、Apple Watch を用いてユーザに提供する。

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、学習回数の増加につながる。

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

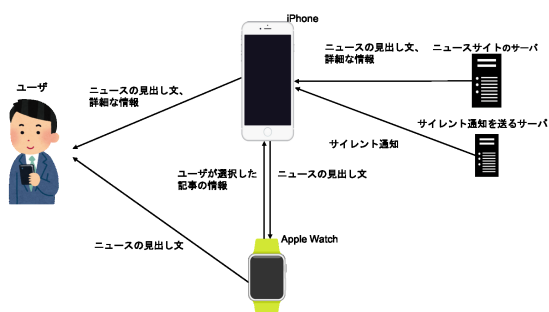


図 8 スマートウォッチ連携 PINOT の構成図

して、スマートウォッチ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、スマートウォッチの画面サイズを考慮して、スマートウォッチ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。

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、ニュース情報を音声により提供する音声読み上げ型 PINOT を提案する。ワイヤレスイヤホンの普及により、ユーザが音声情報を取得できる機会は多くなっている。文字に対して音声による情報提供では、ユーザが端末を視認する必要がなくなるので、アプリの利用シーンの拡大が期待できる。また、画面サイズを考慮する必要もないので、提供する情報を限定する必要がなくなり、ユーザが欲しい情報をスマートフォンを使用せず取得できるようになる。

自動車の運転中などにニュース情報を取得する手段として、ラジオのニュース番組が挙げられる。しかし、ラジオ番組では個人の興味を考慮したニュース提供はできない。本システムを用いることで、個人の興味を考慮したニュースの取得が運転中にも可能となる。

提案システムの構成図を図 9 に示す。本システムでは、ユーザは読み上げるニュース情報の先送りや前戻し、詳細情報の再生などの要求をスマートウォッチから行う。それらの操作からアプリはユーザの興味を類推する。ユーザが興味を持っているニュースを音声で提供することにより、ユーザはスマートフォンを操作することなく興味のあるニュース情報の取得が可能となる。

3.1 音声読み上げの操作

音声読み上げに関する操作は以下のものである。

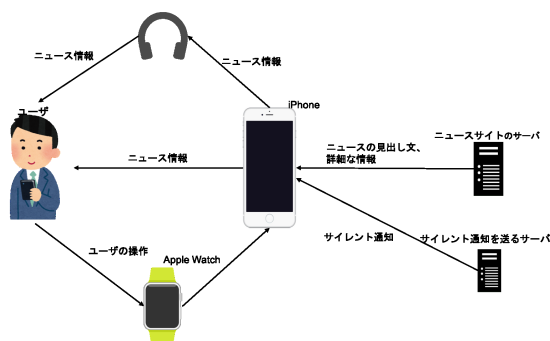


図 9 提案システムの構成図

- 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、興味ありと判定する操作は、前戻し・頭出し再生・詳細情報の再生である。また、興味なしと判定する操作は、先送りである。

音声読み上げに関する操作は、iPhone 上のみではなく、Apple Watch から行うことができる。Apple Watch の画面を図に示す。

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. 提案システムの評価実験

提案システムを評価するために、評価実験を行う。今回の実験では、提案システム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。提案システムの比較対象として、スマートウォッチ連携 PINOT を用いる。評価実験は、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、ニュースの表示件数、興味ありと判定した回数を記録する。提案システムにおいては、音声による情報提供を行った回数や、音声による情報提供に対するユーザの操作により興味の学習が行われた回数も記録し、評価を行う。今回は7人のユーザにアプリを使用してもらう。7人のユーザのうち、4名は Apple Watch を使用する。Apple Watch を使用するユーザと使用しないユーザを設定することで、Apple Watch の有無による影響が生じるかどうかを評価する。

スマートウォッチ連携 PINOT および提案システムを使用した時の記録を、表1に示す。

ニュースの表示件数・興味ありと判定した回数は、アプリ1回起動ごとの平均回数を記載する。表1中の提案システムの平均記事表示件数・平均興味あり学習回数には、音声による情報提供と、それらに対するユーザの操作による興味の学習は含まないものとする。また、全ユーザの平

均記事表示件数と平均興味あり学習回数の平均、そして、Apple Watch を使用したユーザと使用しなかったユーザとで分けた場合の平均記事表示件数と平均興味あり学習回数の平均も記載する。音声による情報提供を省くことにより、それぞれのアプリが、スマートフォンを使用できる状況下でどれほどユーザにニュースを提供し、学習を行うことができたかを評価する。

表1より、提案システムを使用することにより7名のうち5名のユーザの記事表示件数と興味あり学習回数が増加している。また、全てのユーザの記事表示件数および興味あり学習回数の平均も、提案システムを使用した場合の方が多い。

次に、Apple Watch を使用したユーザと使用しなかったユーザとの違いに着目する。記事表示件数は Apple Watch の使用の有無に関わらず増加しているものの、Apple Watch を使用した場合の方が大きく変化していることがわかる。また、興味あり学習回数に関しては、Apple Watch を使用したユーザの平均のみが増加していることがわかる。

次に、提案システムにおいて、音声による情報提供の回数と、それらに対するユーザの操作による興味の学習回数を、表2に示す。これらの回数によって、スマートフォンのディスプレイを使用することなくユーザに情報提供を行うことができた回数の評価を行う。

表2より、Apple Watch を用いたユーザの方が、音声読み上げによるニュース情報の取得を多く行い、音声読み上げによる興味の学習も多く行われていることがわかる。Apple Watch を使用しないユーザは、音声情報の取得のために、iPhone を使用する必要がある。しかし、Apple Watch を使用していたユーザは、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。この結果から、スマートフォンを使用できない状況でのニュース情報の提供方法として、音声による情報提供は有用であると言える。

最後に、提案システムにおける、音声読み上げに対するユーザの操作による興味の学習を含めた場合の、記事表示件数と興味の学習回数を、表3に示す。

これらの結果から、提案システムにより、ユーザの興味の学習回数が増加していることが言える。

5. 今後の課題

今回の評価実験はユーザにアプリを配布した直後に行っており、ユーザの興味が十分学習できていない。よって、ユーザの興味が十分学習できた状態で、音声による情報提供がユーザにどのような変化をもたらすのかを調査する必要がある。

表1 スマートウォッチ連携 PINOT

Apple Watch の有無	ユーザ	スマートウォッチ連携 PINOT				提案システム			
		平均記事 表示件数	グループ 平均	平均興味あり 学習回数	グループ 平均	平均記事 表示件数	グループ 平均	平均興味あり 学習回数	グループ 平均
使用	ユーザ A	11.2	23.5	0.0	0.5	16.8	30.6	0.4	1.0
	ユーザ B	28.4		0.6		26.8		2.2	
	ユーザ C	16.0		0.9		18.3		0.3	
	ユーザ D	26.6		0.4		60.6		1.0	
不使用	ユーザ E	14.0	20.5	0.3	0.4	19.0	24.5	0.4	0.4
	ユーザ F	46.8		0.8		38.5		0.5	
	ユーザ G	9.8		0.1		16.0		0.4	
	平均	21.8		0.4		28.0		0.7	

表2 音声読み上げによる興味の学習回数

Apple Watch の有無	ユーザ	読み上げ回数	興味学習回数	平均読み上げ回数	平均興味学習回数
使用	ユーザ A	23	10	31.2	22.7
	ユーザ B	124	78		
	ユーザ C	9	1		
	ユーザ D	29	2		
不使用	ユーザ E	39	2	17.0	1.0
	ユーザ F	7	1		
	ユーザ G	5	0		

表3 提案システムにおける興味の学習回数

Apple Watch の有無	ユーザ	平均記事 表示件数	平均興味あり 学習回数	グループ 平均	グループ 平均
使用	ユーザ A	16.8	1.6	30.6	2.1
	ユーザ B	26.8	5.2		
	ユーザ C	18.3	0.5		
	ユーザ D	60.6	1.1		
不使用	ユーザ E	19.0	0.4	24.5	0.5
	ユーザ F	38.5	0.8		
	ユーザ G	16.0	0.4		
	平均	28	1.4		

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] 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, 2018
- [3] 総務省, 平成 29 年度版 情報通信白書
- [4] 総務省, 平成 28 年通信利用動向調査
- [5] 総務省, ICT コトづくり検討会議 報告書 (平成 25 年)
- [6] Pew Research Center, Usage and Attitudes Toward Smartphones, <http://www.pewinternet.org/2015/04/01/chapter-two-usage-and-attitudes-toward-smartphones/>, (参照 2018-02-05)
- [7] 形態素解析器 Sanmoku, <https://github.com/sile/sanmoku>, (参照 2018-01-17)
- [8] 総務省, 平成 28 年度版 情報通信白書
- [9] Canalys, ウェアラブルバンド市場シェア (2017 年第 3 四半期), <https://www.canalys.com/newsroom/media-alert-apple-retakes-lead-wearable-band-market-q3-2017>, (参照 2018-01-22)