

軽微な違和感による重要度が低い情報の通知

松崎 雅巳^{1,a)} 丸山 一貴^{1,b)}

概要：現在、メッセージや電車の遅延、お気に入り店舗のキャンペーン情報など、通知が多数存在している。特にスマートフォンにおいては通知が頻繁に行われているが、スマートフォン利用者の操作を邪魔したり、気を散らしたりすることがある。重要度が低い情報は通常、通知しない設定にされがちであるが、通知されると少しだけ役に立つこともある。例えば、“後方から接近する自転車”などである。そこで本研究では、スマートフォン利用者の気を散らすことなく、重要度が低い情報を通知する方法として、軽微な違和感を提示する通知手法を考えた。具体的な通知手法は、“聴いている音楽の再生速度の微減速”と“人影の投射”である。実験では実際に通知として提案手法の通知を使用してもらい、通知に気付くことができたか、軽微な通知であったか、普段使いできそうな通知手法であったかなどをアンケートで確認した。実験の結果から、いずれも有用である可能性が示唆され、特に減速はその可能性が高いと分かった。

1. はじめに

現在、メッセージや電車の遅延、お気に入りの店舗のキャンペーン情報など、通知が多種多様に存在している。特にスマートフォンにおいては通知が頻繁に行われており、ある調査では、1日あたり平均88件の通知が届いていたという結果も存在する。スマートフォン通知はタイムリーに情報を提供できる一方、スマートフォン利用者の操作を邪魔したり、気を散らしたりすることがある。そこで近年、主に通知のデザインやタイミングなどに着目した研究が行われてきた。しかし、重要度が低い情報に着目した研究は少ない。重要度が低い情報は通常、通知されると邪魔に感じられるため、通知しない設定にされることが多い。しかし、場合によっては少しだけ役に立つ情報も存在する。例えば、後方から接近する自転車、電気ケトルのお湯が沸いたことのリマインド、犯罪が発生している地域に入ったことなどである。

重要度が低い情報は、通知に気付かなくても直接的な問題はないが、通知されると役に立つことがある。そこで、重要度が低い情報をさりげなく通知することができれば、スマートフォン利用者の気を散らすことなく情報が伝達できると考えた。本研究では、軽微な違和感の提示によって、重要度が低い情報であっても、スマートフォン利用者の気を散らすことなく通知を行うことを目的とする。

2. 関連研究

通知のデザインに着目した研究では、視線追跡により、画面に現れるバナー通知の位置を制御し、スマートフォン利用者が操作しようとしていた場所にバナー通知が現れないようにした研究 [1] などがある。本研究とは通知を操作する点、バナー通知を対象としている点、通知する情報の重要度に着目していない点で異なる。

スマートフォンへの集中度合いに着目した研究では、行動への集中度合いが上昇しているときは重要度が低い情報を通知しないようにし、スマートフォン利用者の気を散らさないよう通知の制限を行う研究 [2] などがある。本研究とは、通知する情報を制限する点、スマートフォンへの集中度合いの変化に着目している点で異なる。

通知タイミングに着目した研究では、屋外歩行中にヒアブルデバイスを通して通知を送り、その後の音声通知を受け取るか受け取らないかを判断してもらうといった実験を通し、音声通知が拒否される状況や音声通知の最適なタイミングを分析した研究 [3] などがある。本研究とは、通知タイミングについて調査している点、通知する情報の重要度に着目していない点で異なる。

周辺視野に着目した研究では、自動車のヘッドアップディスプレイで優先度が高い情報を提示し、ドライバの周辺視野に設置したディスプレイで優先度が低い情報を提示することで、認知負荷を増加させることなく複数のリスクを伝達できるようにした研究 [4] などがある。本研究とは、複数の情報を伝達する点、重要度が低い情報に着目してい

¹ 明星大学 情報学部 情報学科

^{a)} 21j5109@stu.meisei-u.ac.jp

^{b)} kazutaka.maruyama@meisei-u.ac.jp

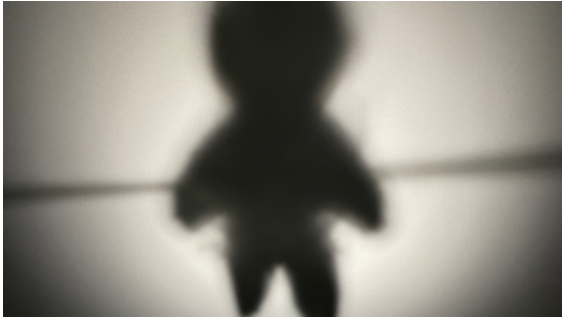


図 1 投射する影（予備実験）

ない点で異なる。

触覚に着目した研究では、自動車の運転席に設置したアクチュエータを用いて臀部の触覚を利用して死角にある障害物の位置を通知した研究 [5] などがある。本研究とは、軽微な通知ではない点、重要度が低い情報に着目していない点で異なる。

3. 提案手法

本研究では、軽微な違和感を提示する通知手法として、“聴いている音楽の再生速度の微減速”（以下、“音楽の微減速”という。）と“路面への人影の投射”（以下、“影の投射”という。）を採用した。“音楽の微減速”を採用した理由は、音楽を聴きながら通勤・通学する人が多く、また音楽の再生速度が少し遅くなる程度であれば、スマートフォン利用者の気を散らさないと考えたからである。“影の投射”を採用した理由は、仕事帰りに歩きスマホをしている人が多く、また自分の影とは異なる影が視界に映ると一瞬だけ注意を引くが、スマートフォン利用者の邪魔はしないと考えたからである。

“音楽の微減速”ではヒアブルデバイスを装着して音楽を聴きながら歩いている状況を想定しており、減速の倍率は 0.9 倍とした。

“影の投射”では夜間に歩きスマホをしている状況を想定し、ライトに人の形をしたフィルムを少し浮かせて固定し、ライトが点灯した際、地面に自身の影とは違う人影が写るようにした（図 1）。

4. 予備実験

本実験の前に 2 つの通知手法について、気付くことができるか、鬱陶しいと感じないか確認するために予備実験を実施した。

4.1 “音楽の微減速”の予備実験

実験用のアプリケーションは Android Studio および Unity を使い作成した。Android Studio では音楽の読み込みや再生、減速を制御するプラグインを作成し、Unity では実験開始ボタンや通知に気付いたことを知らせるための

ボタンを作成した。

被験者には事前に、実験で使用する音楽を 3 曲ずつ選択してもらった。またその際、聴きなれた音楽を選択するように指示した。これは、普段聞きなれた音楽であれば変化に気付きやすいと考えたからである。実験は明星大学本館の周りで安全を確保して実施し、被験者には、事前に選択してもらった 3 曲の音楽を聴きながら本館の周りを歩いてもらった。また、通知に気付いたら実験用スマートフォンの画面に表示されている「Notice」と書かれたボタンを押し、通知が終わったと思ったらボタンから指を離すよう指示した。減速はランダムなタイミングで 1～5 回、5 秒間ずつ行われるようにし、このことは被験者にも事前に伝えた。また、各楽曲の始まりと終わりの 10 秒間は通知を行わず、さらに 1 度通知が行われたら、次の通知まで最低でも 1 分間の間隔を空けるようにした。実験には 14 名（20～23 歳、男性 13 名、女性 1 名）が参加し、実験後はアンケートを実施した。

4.2 “影の投射”の予備実験

実験用のアプリケーションは Android Studio および Unity を使い作成した。Android Studio ではスマートフォンのライトの点滅を制御するプラグインを作成し、Unity では実験開始ボタンや通知に気付いたことを知らせるためのボタンを作成した。また、実験用スマートフォンのライトの正面に、人型に切り取った高さ約 2.5cm、幅約 2cm のフィルムを約 1cm 浮かせた状態で固定した。

実験は夜間、明星大学本館の周りで安全を確保して実施し、被験者には、実験用スマートフォンの上に被験者自身のスマートフォンを重ね、10 分間自由に歩きスマホをしてもらった。また被験者には、通知に気付いたら実験用スマートフォンの画面に表示されている「Notice」と書かれたボタンを押すよう指示した。スマートフォンのライトはランダムなタイミングで 1～5 回、0.1 秒間ずつ点灯するようにし、このことは被験者にも事前に伝えた。また、1 回通知が行われたら、次の通知は少なくとも 1 分間隔を空けて行われるようにした。実験には 8 名（20～23 歳、男性 8 名）が参加し、実験後はアンケートを実施した。

4.3 予備実験の結果

アンケート項目を以下に示す。なお、*が付いている項目は“影の投射”でのみ回答してもらった項目である。

Q1 自信を持って通知に気付きましたか？

Q2 今回の通知は軽微だと思いましたか？

Q3 2, 3 分に 1 回程度今回の通知が行われたら鬱陶しいと感じると思いますか？

*Q4 通知には影で気付きましたか？フラッシュで気付きましたか？

Q1～Q3 では「そう思う」から「そう思わない」までの 5

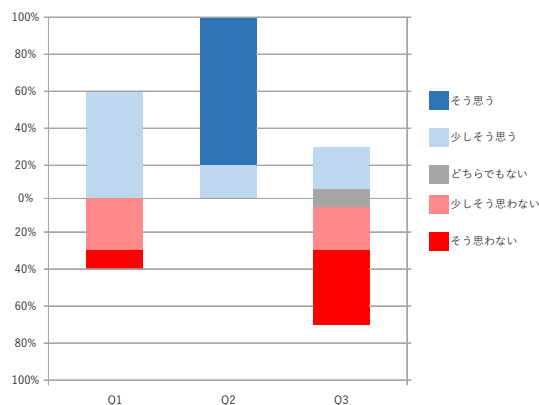


図 2 音楽の微減速（予備実験）アンケート結果

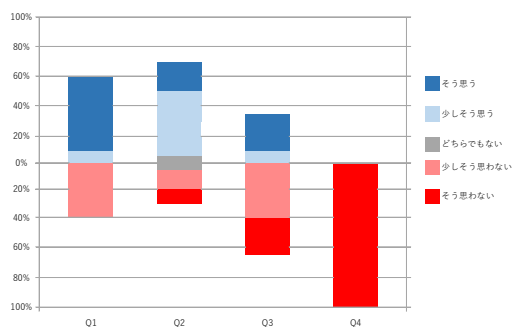


図 3 影の投射（予備実験）アンケート結果

段階評価で回答してもらい、「そう思う」を5,「そう思わない」を1として結果を集計した。Q4では「影」から「フラッシュ」までの5段階評価で回答してもらい、「影」を5,「フラッシュ」を1として結果を集計した。

“音楽の微減速”のアンケート結果を図2に示す。図2より, “音楽の微減速”は少し自信を持って気付いてもらえ, かつ軽微な通知であると思ってもらえた。また, 2, 3分に1回程度通知されても邪魔に感じないと思う人が多かった。これらの結果から, “音楽の微減速”はスマートフォン利用者の気を散らすことなく気付いてもらえる通知方法として効果的である可能性が高いと分かった。

“影の投射”のアンケート結果を図3に示す。図3より, “影の投射”は回答の散らばり具合が大きく, かつ影では気付いてもらえなかったことが分かった。このような結果になった原因として, 被験者から見て実験用スマートフォンと投射した影が一部重なっていたこと, ライトの点灯時間が短かったこと, 光が強かったこと, ライトが広がって光っていたことなどが挙げられる。しかし, 光自体には気付いていた人が多かった。そこで, 本実験に向けて以下の改良を行うことにした。

- 人型の輪郭を光らせるようにフィルムを加工する
- ライトの点灯時間を延ばす
- ライト点灯中にフィルムを動かす
- 投射する影の位置を被験者の少し前にする

5. 本実験

本実験では, 日常的な場面を想定した実験を行い, 提案手法が普段使いできそうな通知手法であるか確認する。

5.1 本実験の実施方法

本研究では重要度が低い情報の一例として, “後方から接近する自転車”を採用した。“後方から接近する自転車”は, 道幅が狭い道では, 自転車が歩行者を避けることが困難なため重要な情報となり得る。しかし道幅が広い道では, 自転車が歩行者の横を通過できるだけの十分なスペースがあるため, 重要度が低い情報となる。音楽を聴きながらまたはスマートフォンを操作しながら歩いている時, 後方から自転車が接近するという場面は日常生活において起こりやすいため, “後方から接近する自転車”を重要度が低い情報として採用することにした。なお, 実験では通知のタイミングに合わせて自転車を被験者へ接近させることで, “後方から接近する自転車”を感知して通知する場面を再現する。また, 通知によって自転車の接近に気付いていたか確認するために, 通知を行う場合と通知を行わない場合の2通りで実験を行った。

5.2 “音楽の微減速”の本実験

予備実験の結果(図2)から, “音楽の微減速”は少し自信を持って気付いてもらえ, かつ軽微な通知であると思ってもらえていることが分かっている。本実験では, 実際の通知として“音楽の微減速”を使用することで, 普段使いできそうな通知であるか確認する。

実験で使うアプリケーションは, 予備実験の“音楽の微減速”で使ったアプリケーションを基に, 通知タイミングを筆者が任意に設定したものを使用した。通知を行う場合では, 被験者には, 通知がランダムなタイミングで1〜5回行われると事前に伝えた。また, 通知に気付いたら実験用スマートフォンの画面に表示されている「Notice」と書かれたボタンを押し, 通知が終わったと思ったらボタンから指を離すよう指示した。通知を行わない場合では, 被験者には, 通知が行われないことを事前に伝えた。また, 自転車が接近していると思ったら, 実験用スマートフォンの画面に表示されている「Notice」と書かれたボタンを押すように指示した。実験は明星大学の駐輪場の奥で安全を確保して実施し, 被験者には予備実験実施前に選択してもらった音楽を再度聴きながら歩いてもらった。筆者は被験者の後ろを約5m 空けながら自転車で走行し, 各通知が終わったタイミングで被験者を追い越し, “後方から接近する自転車”を再現した。実験には男性7名(20〜23歳)が参加し, 実験後はアンケートを実施した。

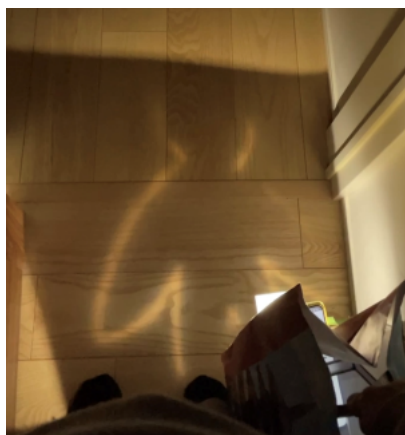


図 4 投射する影（本実験）

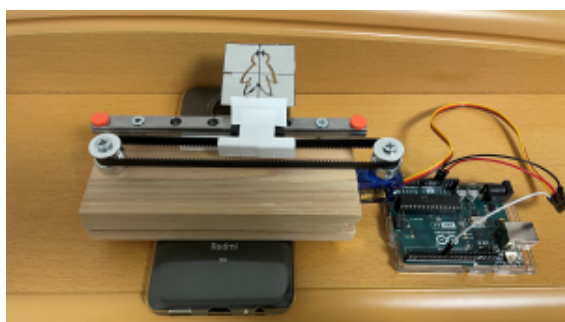


図 5 動くフィルム装置

5.3 “影の投射”の本実験

予備実験の結果（図 3）から，“影の投射”は影では気付いてもらえなかったことが分かっている。そこで，影に気付いてもらえるよう改良を行い本実験を実施した。フィルムは人型の輪郭が光るように切り取ることで影となる部分の面積を広くした（図 4）。また，Arduino を使ってサーボモータを制御し，フィルムを水平移動させる装置を作成した（図 5）。フィルムの移動幅は 2cm となっており，1 回の通知でフィルムが 2 秒間に 1 往復する。装置一式は少し角度をつけ，一部穴を開けた紙袋に入れ固定した。また，モーター作動時の振動が被験者に伝わらないよう，紙袋にはタオルも入れた。

実験で使うアプリケーションは，予備実験の“影の投射”で使ったアプリケーションを基に，Arduino とシリアル通信を行う処理を追加し，通知タイミングを筆者が任意に設定したものを使用した。通知を行う場合では，被験者には，通知がランダムなタイミングで 1～5 回行われると事前に伝えた。また，通知に気付いたらタブレットを持っている方の手を少し上げるよう指示した。通知を行わない場合では，被験者には，通知が行われないことを事前に伝えた。また，自転車接近している気がしたら手を挙げるよう指示した。実験は夜間，明星大学の駐輪場の奥で安全を確保して実施した。被験者にはモーターの作動音が聞えないようにするためヘッドホンを着用し，指定した約 10 分間の動画をタブレット端末で音声ありで視聴してもらいな

がら歩いてもらった。被験者には動画に注視してもらうため，実験後に動画内容を確認するテストがあることを事前に伝えた。なお，通知を行う場合と行わない場合では別の動画を指定した。筆者は被験者の後ろを約 5m 空けながら自転車で走行し，各通知が終わったタイミングで被験者を追い越し，“後方から接近する自転車”を再現した。実験には男性 8 名（20～23 歳）が参加し，実験後は動画内容を確認するテストとアンケートを実施した。

5.4 結果と考察

アンケート項目を以下に示す。なお，*が付いている項目は“影の投射”でのみ回答してもらった項目である。予備実験時とほぼ同じアンケート項目も設けた理由は，本研究の通知手法に慣れた状態でも通知に気付くことができるか，通知を鬱陶しいと感じないか確認するためである。

Q1 自信を持って通知に気付きましたか？

Q2 通知は軽微だと思いましたか？

Q3 通知は邪魔に感じましたか？

Q4 実際に通知として使ってみて，普段使いできそうな通知手法だと感じましたか？

Q5 本研究の通知意外に後ろから自転車が接近しているような気がした要素はありましたか？あった場合はそれも教えてください。

*Q6 通知には影で気付きましたか？

「そう思う」から「そう思わない」までの 5 段階評価で回答してもらい，「そう思う」を 5，「そう思わない」を 1 とし結果を集計した。なお，Q5 は短文回答である。

“音楽の微減速”のアンケート結果を表 1 に示す。表 1 より，“音楽の微減速”は予備実験時よりも自信を持って通知に気付いてもらえ，かつ軽微な通知であると思ってもらえた。また，通知を邪魔に感じず，かつ普段使いできそうな通知手法であると思ってもらえた。しかし被験者 D は Q2 で 1，Q3 で 4 を回答しており，通知を軽微であると思えず，かつ邪魔であるとも感じていた。これは，被験者 D が普段からギターを演奏している影響で音楽のテンポ変化に敏感であった可能性や，通知を行ったタイミングの箇所が分かりやすかった可能性などが考えられる。音楽のテンポ変化への気付きやすさは人それぞれであり，また音楽によって減速の影響は異なる。音楽のテンポ毎，被験者毎の適切な減速の倍率や，通知を行うタイミングについて調査することで，通知への気付きやすさの差を小さくすることができると考えている。Q5 については，「自転車の影や音で気付くことがあった」という回答が出ていた。しかし，通知なしで実験を行った場合において，接近している自転車に気付いた被験者はいなかった。そのため，通知によって意識が少し自転車へ向き，影や自転車の音に気付きやすくなった可能性が高いと考えている。

“影の投射”のアンケート結果を表 2 に示す。表 2 より，

表 1 音楽の微減速（本実験）

被験者	Q1	Q2	Q3	Q4
A	3	5	1	4
B	5	5	1	4
C	4	5	1	4
D	4	2	4	5
E	4	5	1	5
F	5	5	1	5
G	4	5	1	5
平均	4.14	4.57	1.43	4.57
標準偏差	0.64	1.05	1.05	0.49

“影の投射”は予備実験時よりも自信を持って気づいてもらえ、かつ少し軽微な通知であると思ってもらえた。しかし、予備実験時より影で通知に気付いた人は増加したものの、人数は少なかった。装置一式の角度をさらに大きくし固定することで、影が投射される位置をより前へ移動したり、スマートフォンのライトを完全に囲うようにフィルムを作り、人型の輪郭のみを光らせ地面に映したりするなどの改良が必要と考えている。Q3では3名が「どちらでもない」と回答しており、邪魔であったか判断できない人が少し多かった。これは、邪魔に感じた場合もあれば、邪魔に感じなかった場合もあったからであると考えられる。通知を邪魔に感じるタイミングについて調査し、適切なタイミングで通知する必要があると考えている。Q4では4名に普段使いできそうな通知であると思ってもらえたものの、2名が「どちらでもない」と回答した。これは、実験装置が大きく、普段使いを想像できなかったからであると考えている。実験装置を小型化しスマートフォンケースやモバイルバッテリーなどに組み込むことができれば、普段使いを意識させることができると考えている。また、“影の投射”を使うことができる時間帯や場所をより詳細に調査することで、普段使いを意識させることができるとも考えている。Q5については“音楽の微減速”同様、「自転車の影や音で気付くことがあった」という回答が出ていた。しかし、通知なしで実験を行った場合において、接近している自転車に気付いた被験者はいなかった。そのため、通知によって意識が少し自転車へ向き、影や自転車の音に気づきやすくなった可能性が高いと考えている。

6. 議論

本研究では“音楽の微減速”と“影の投射”の2つの通知手法を採用したが、他にも有用となり得る通知手法は存在する。聴覚に関連する通知手法の例としては、耳元を飛び回る蚊の羽音の再現、聴いている音楽のピッチ変化などが挙げられる。視覚に関連する通知手法の例としては、数滴の雨粒の表示、数匹の小さい虫の表示などが挙げられる。臭覚に関連する通知手法の例としては、状況的にありえない匂いの噴出などが挙げられる。触覚に関連する通知手法

表 2 影の投射（本実験）

被験者	Q1	Q2	Q3	Q4	Q6
A	5	3	1	5	3
B	5	4	3	5	1
C	4	2	2	4	4
D	5	1	4	2	1
F	5	4	2	3	2
H	5	4	3	3	2
I	5	5	1	5	1
J	4	4	3	2	1
平均	4.75	3.38	2.38	3.63	1.88
標準偏差	0.43	1.22	0.99	1.22	1.05

の例としては、ペルチェを使った首元の温度変化などが挙げられる。本研究で採用した“音楽の微減速”と“影の投射”は想定している場面が非常に日常的であり、多くの人に影響を与えることができると考えたため、優先して研究を行った。

本研究では、“後方から接近する自転車”を検出し通知する流れを疑似的に再現した。日常生活で“後方から接近する自転車”を情報として通知を行う場合、接近する自転車を検出する必要がある。LiDARなどを用いれば、後方から接近する自転車を検出することができると考えている。

実験の結果、“音楽の微減速”は自信を持って通知に気づいてもらえ、かつ軽微な通知であると思ってもらえた。また、通知を邪魔に感じず、かつ普段使いできそうな通知手法であるとも思ってもらえた。このことから、“音楽の微減速”はスマートフォン利用者の気を散らすことなく重要度が低い情報を通知する手法として、有用である可能性が高いと示唆された。しかし、音楽のテンポ変化への気付きやすさは人それぞれであり、また音楽によって減速の変化量は異なるため、音楽のテンポ毎、被験者毎の適切な減速の倍率や、通知を行うタイミングについて調査する必要があると考えている。“影の投射”は自信を持って気づいてもらえ、かつ少し軽微な通知であると思ってもらえた。このことから、“影の投射”はスマートフォン利用者の気を散らすことなく重要度が低い情報を通知する手法として、有用である可能性が示唆された。しかし、影で気づいた人は少なかった。装置一式の角度をさらに大きくし固定することで、影が投射される位置をより前へ移動させたり、スマートフォンのライトを完全に囲うようにフィルムを作り、人型の輪郭のみを光らせ地面に映したりするなどの改良を考えている。また、通知を邪魔に感じるタイミングや、“影の投射”を使うことができる時間帯や場所をより詳細に調査する必要があると考えている。

7. まとめと課題

本研究では、重要度が低い情報の通知であっても、スマートフォン利用者の気を散らすことなく通知を行うことを目

的に、軽微な違和感を提示する通知手法について検討、調査した。軽微な違和感を提示する通知手法としては、“音楽の微減速”と“影の投射”を採用し、想定する場面に合わせて実験を行った。実験では重要度が低い情報として“後方から接近する自転車”を採用し、提案手法それぞれに対し、普段使い出来そうな通知手法であるかアンケートで確認した。また、通知を行う場合と行わない場合で実験を行い、通知によって自転車の接近に気付けたか確認した。結果、“音楽の微減速”はスマートフォン利用者の気を散らすことなく重要度が低い情報を通知する手法として、有用である可能性が高いと示唆された。また、“影の投射”はスマートフォン利用者の気を散らすことなく重要度が低い情報を通知する手法として、有用である可能性が示唆された。

今後は、“音楽の微減速”については、音楽のテンポ毎、被験者毎の適切な減速の倍率や、通知を行うタイミングについて調査する。“影の投射”については、影が投射される位置をさらに前へ移動させたり、スマートフォンのライトを完全に囲うようにフィルムを作ったり、装置を小型化するなどの改良を行う。また、通知を邪魔に感じるタイミング、“影の投射”を使うことができる時間帯や場所をより詳細に調査する。

参考文献

- [1] Sebastian Hueber, Eunae Jang, Jan Borchers, “Attentive Notifications: Minimizing Distractions of Mobile Notifications through Gaze Tracking”, MobileHCI '23 Companion, pp.26–29, 2023.
- [2] 土井 祐介, 井上 創造, “行動への集中と通知内容の重要度に基づくスマートフォン通知手法の研究”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム, pp.1439–1446, 2018.
- [3] 伊藤 愛香, 坪内 孝太, 西尾 信彦, 下坂 正倫, 田谷 昭仁, 瀬崎 薫, 西山 勇毅, “常時装着型イヤブルデバイス利用環境における音声通知タイミング最適化に向けた基礎検討”, 情報処理学会研究報告, Vol.2024-UBI-82, No.3, pp.1–7, 2024.
- [4] 望月 誠, 鈴木 桂輔, “ドライバの周辺視野を活用した複数の運転支援情報提示の有効性”, 自動車技術会論文集, Vol.45, No.6, pp.1123–1128, 2014.
- [5] 鈴木 彰真, 菱田 勇弥, 村田 嘉利, “座面アクチュエータを用いた臀部触覚による自動車の周辺情報通知”, 情報処理学会論文誌, Vol.8, No.1, pp.39–47, 2018.