

リズムパターン認識に基づく 緊急時対策用スマートフォンアプリ

丹羽 美乃¹ 稲村 茉夕¹ 梶 克彦¹

概要: スマートフォンには様々な機能が搭載され, 多くの人が保持している. トラブルに巻き込まれた場合に有効な証拠を残すための録音機能や助けを求めるための通話機能などが搭載されている. しかしスマートフォンには物理的なボタンがなく手探りで操作が大変困難である. また音声認識による操作も可能だが, 音声認識だと相手に気づかれず SOS の発信は難しい. 便利な機能があるにも関わらず緊急時での利用が難しい. 本研究ではリズムパターン認識に基づく緊急時対策用スマートフォンアプリを提案する. リズムパターン認識を用いれば緊急時に画面を見ずに操作できるため, 相手に気づかれずに操作したい時, 相手の動きから目を離さずに操作したい時などスマートフォン操作を実現できる. 本アプリケーションは, 遠隔にいる人に SOS 発信をする遠隔 SOS 機能, 音声や映像で証拠を記録する証拠記録機能, 周囲の人に助けを求めると共に相手を威嚇する周囲 SOS 機能の 3 つの機能を備える. 被験者実験を行った結果 70% の人が会話中に会話相手に気づかれずに 2 つのリズムパターンを入力できた.

An Emergency Application for Smartphone Based on Rhythm Pattern Recognition

YOSHINO NIWA¹ MAYU INAMURA¹ KATSUHIKO KAJI¹

1. はじめに

スマートフォンには様々な機能が搭載され, 色々な用途に使用されている. また国内でのスマートフォン保有率は平成 26 年時点で 64.2% であり多くの人が保有しているのが分かる [1]. しかし本当に必要な時に使いこなせていない場合がある. 例えば, 両手が塞がって画面操作ができない時, ポケットの中にスマートフォンがあっても取り出して操作ができない時, 暗闇の中スマートフォンの場所がわからない時などに使いたい機能があっても使用できない. しかし画面を直接タッチしなくても操作できるユーザインタフェースがある. そのユーザインタフェースとして音声で操作する音声認識や, ジェスチャで操作する行動認識がある. しかし音声認識や行動認識は使える状況が限定され, 必ずしも必要な時にその入力方法を利用できるとは限らない.

特に緊急時でのスマートフォンの使用が活用しきれないと考える. 防犯ブザーアプリや助けを呼ぶ電話などを

用いて自分の身の危険を周囲や遠隔の人に知らせる時, スマートフォンの画面を操作してアプリを起動させなければならぬ. しかし相手に気づかれてはいけない時や相手の動きから目を離せない時など, 画面を見て操作できない程の緊急時にはこれらの機能を使えない.

我々はリズムパターンによるスマートフォン操作を提案している [2]. リズムパターン認識とは, 音響信号を用いてリズムパターンの入力を判別し, リズムパターンに応じて SNS 投稿や照明の ON/OFF など様々な機能を実行する. スマートフォン内蔵のマイクを用いて, スマートフォン自体や周辺の機のタップまたは手拍子などの音響信号を検出し, タップされたタイミングからどのようなリズムパターンが入力されたか判別し, スマートフォンをリズムパターンに応じて操作する [3].

リズムパターン認識は緊急時のスマートフォン操作に有効と考えられる. 理由は大きく 3 つある. 1 つ目は小さな動作でもリズムパターンが入力できる. 2 つ目はスマートフォンの画面を閲覧する必要がない. 3 つ目はスマート

¹ 愛知工業大学 情報科学部
Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

フォンの接触、非接触の両方で操作でき入力機会が拡大する。この3つの理由から有効だと考える。

本稿では、リズムパターン認識に基づく緊急時対策用アプリを提案する。想定するシーンを遠隔の人に助けを求める遠隔 SOS、証拠を残す証拠記録、周囲の人に助けを求める周囲 SOS の3種類に分類する。それぞれのシーンで有効機能をリズムパターン入力を通じて利用できる。

以下2章で関連研究、3章でリズムパターン認識ライブラリのアルゴリズムについて、4章で緊急時対策用アプリについて、5章でリズムパターン認識の有効性の検証をする実験について、6章でまとめと今後の課題について述べる。

2. 関連研究

スマートフォン操作方法として音声認識や行動認識がある。音声認識とは声を認識し文字に変換する仕組みのことである。音声認識の利点は、手を使わずに操作ができ、難しい操作がないため初心者や高齢者を含む誰もが簡単に操作できる [4][5]。例として Siri や Google 音声入力、しゃべってコンシェルなどがスマートフォンに搭載されている。音声認識によって、メール作成、電話をかける、アラーム設定などの機能の操作が可能である [6][7]。しかし音声認識は人混みや電車など周りに人がいて音声入力が困難な環境での使用は困難であり、相手に気づかれずにスマートフォンを操作したい場合使用できない。行動認識のアプローチは身体に装着したセンサ（ウェアラブルセンサ）を用いるものと、環境に設置したセンサを用いるものの2つに大まかに分けられる。ウェアラブルセンサによる手法では、身体に装着した加速度センサやマイクなどから取得したセンサデータを用いて行動の認識を行う [8][9]。指輪型ウェアラブルコンピューティングデバイス“OZON”がある [10]。OZON は3次元ジェスチャによる認証機能により TV やエアコンなどのリモコン機能の使用が可能である。しかし行動認識には特別なデバイスが必要であり、緊急時に使用したい場合常に装着していないといけな。また相手に気づかれずジェスチャをするのは難しいため緊急時に向いていない。

リズムパターン認識でのスマートフォン操作は場所も選ばず、特別なデバイスも必要ではない。LG から発売されたスマートフォン isai LGL22 にもリズムパターン制御機能が搭載されている [11]。isai LGL22 はロックコードにより、画面をロックする機能が搭載されている。ロックコードはスマートフォンの画面上を4つに分けたエリアを設定した順番で3~8回の中から回数を選んでタップし、画面のロックが解除できる。ロックコードの様なスマートフォンにリズムパターンを入力する場合は特別なデバイスは必要せず、場所を選ばず使用できる。ロックコードはロック解除しかできないため様々な機能にリズムパターンを割り当てられず緊急時での使用は難しい。本研究ではスマートフォンの内蔵マイクを使用しているため、場所の指定はなく、屋外で

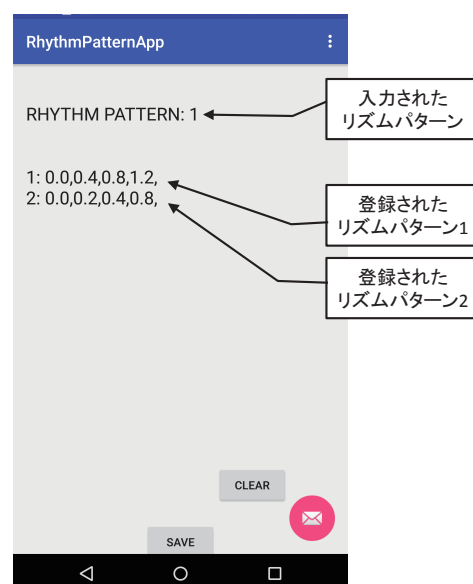


図1 リズムパターン認識ライブラリの基本アプリ

も使用が可能となる。またスマートフォンがポケットや鞆の中に入っている状態でも使用ができる。

現在、緊急用のシステムも多く存在し、防犯ブザーアプリなど身近な危険に役立つものもある [12]。防犯ブザーアプリは複数のパターンのブザーから選択、アラームの長さ設定が可能である。SOS 発信アプリでは事前に SOS 発信する相手の連絡先を登録し、ウィジェットに配置しクリックすると SOS メッセージの発信とともにアラームがなる。しかしこれらのアプリは画面のロック解除、アプリの起動という動作が必要とされる。緊急時には画面が見られない状況も想定されるが、そのような時では使用できない。

3. リズムパターン認識ライブラリ

あらかじめリズムパターンを複数登録し、入力したリズムパターンと比較をしリズムパターンが一致したら対応する機能を起動させる。スマートフォンに内蔵されているマイクを用いて、スマートフォン自体や周辺の機のタップまたは手拍子などの音響信号を検出し、タップされたタイミングからどのようなリズムパターンが入力されたか判別する。事前に登録したリズムパターンには ID をつけ、判別されたリズムパターンに応じて SNS 投稿や照明の ON/OFF などの操作をする。2つのリズムパターンを事前に登録し、入力されたリズムパターンと比較し成否を確認するアプリを作成した。リズムパターンが認識される様子を図1に示す。

3.1 リズムパターン認識のアルゴリズム

リズムパターン認識アルゴリズムの概要を図2に示す。本アルゴリズムでは回数判定, BPM 判定, 秒数判定の3段階の処理を通して、リズムパターン認識を行う。

回数判定では登録されたリズムパターンと入力されたリ

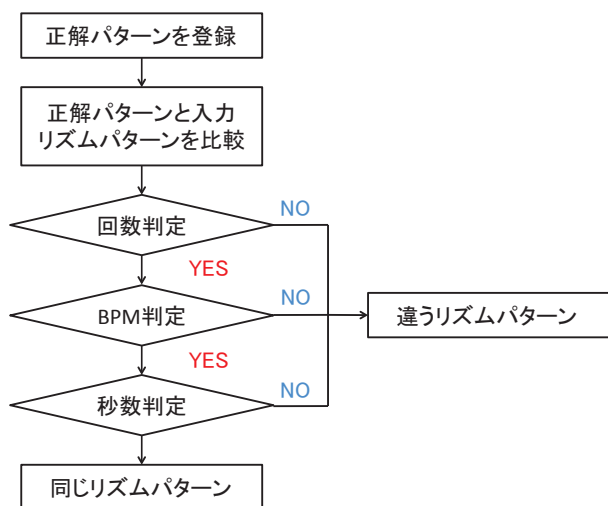


図 2 リズムパターン認識のアルゴリズム

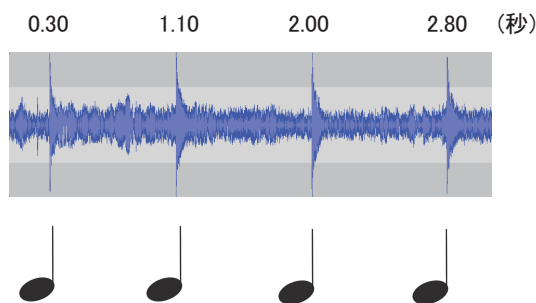


図 3 リズムパターン入力 of 音響信号と叩かれた秒数の検出

リズムパターンの叩かれた回数を判定する。実際にリズムパターンを叩いた音響信号と、検出した秒数を重ね合わせたものを図 3 に示す。録音データを wav ファイルに変換して音圧を調べ、音圧が ± 10000 を超えている時の秒数と値を出力させ、その出力された秒数に着目し、前後の差が 0.01 秒以内であれば叩かれた回数を 1 回とみなしている。図の場合、0.3 秒、1.1 秒、2.0 秒、2.8 秒の合計 4 回が叩かれていると検出されている。上記の回数検出方法から叩かれた回数を検出し、2 つのリズムパターンの叩かれた回数が異なる場合、その時点で違うリズムパターンであると判定する。同じであれば次のステップに進む。

BPM 判定では登録されたリズムパターンと入力されたリズムパターンの BPM (Beat Per Minute)*1 にどの程度の差があるかを調べる。検出方法として、図 4 に示すように BPM 判定を行う前に、登録済みリズムパターンと入力されたリズムパターンの 1 回目に叩かれた秒数を、それぞれ 0 秒に合わせておく。BPM の差を出す式を以下に表す。

$$\text{BPM の差} = \frac{\text{endTime1}}{\text{endTime2}} \quad (1)$$

endTime1 は登録済みリズムパターンの最後に叩かれた秒数、endTime2 は入力リズムパターンの最後に叩かれた秒

*1 1 分間に感じるビートの数

元となるリズム	比較するリズム
0.00	0.00
0.64	0.69
1.26	1.37
1.93	2.05

図 4 先頭を 0 秒に合わせる

元となるリズム	差	比較するリズム
0.00	0.00	0.00
0.64	0.01	0.65
1.26	0.03	1.29
1.93	0.00	1.93

図 5 後尾の秒数を揃えて各タップの時間差を計算する

数である。この計算式によって検出された BPM の差が設定された閾値の範囲内 (今回は 0.80~1.20) であれば同じ BPM で叩かれていると見なし次のステップへ進む。

秒数判定では登録されたリズムパターンと、比較する入力されたリズムパターンのタイミングを検出し、そのタイミングにどの程度のズレが生じているかを調べる。はじめに図 5 に示すように 2 つのリズムパターンの最後に叩かれた秒数を、BPM の差を元にして揃える。秒数を揃えてから 1 回目と 2 回目、2 回目と 3 回目というように差を出していく。これによって出された秒数の差が、設定された閾値の範囲内 (今回は 0.30 秒) であれば同じタイミングで叩かれているとする。全て同じタイミングで叩かれていると認識されれば秒数判定をクリアしたものとしている。

このように 3 段階の処理を経て、すべてクリアしたものを同じリズムパターンとする。入力の成否が認識できるようにするため入力リズムパターンの ID の数だけ短い振動を行う。図 1 の場合はリズムパターン 1 が検出されたため、1 回振動する。

4. 緊急時対策用スマートフォンアプリ

本稿では緊急時にリズムパターン認識に基づく緊急時対策用スマートフォンアプリを提案する。ここでの緊急時とは誘拐など遠隔にいる人に助けを求めたい時 (遠隔 SOS)、詐欺など証拠の記録を残したい時 (証拠記録)、ストーカーや恐喝など周囲の人に助けを求めたい時 (周囲 SOS) の 3 パターンを想定している (図 6)。フィーチャフォンの場合、物理的なボタンで操作するため緊急時に手探りで電話をかけ助けを求めたり、録画機能を起動させるなど簡単な操作が可能である。しかしスマートフォンには物理的なボタンで

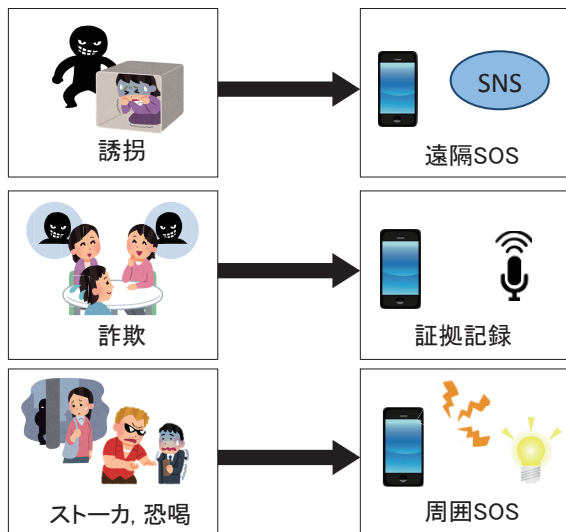


図6 想定シーンと対応する機能



図7 twitterでのSOS発信の投稿例

の操作がないため手探りで操作は難しく、緊急時に必要な機能を使用できない。リズムパターン認識を使用することで相手に気づかれず小さい動作で操作し、スマートフォンがポケットやカバンに入っている場合もスマートフォン自体を見ずに操作できる。

4.1 各想定シーンのための機能

遠隔SOSでは、SNSに救助要請を投稿する。遠隔SOSとは図6の1に示すように誘拐された場合に遠隔にいる親や友人などの人にSNSを通じて助けを求めることである。本アプリはポケットに入れた状態でリズムパターン入力しスマートフォンの操作が可能のため相手に気づかれずにSNSに助けを求める投稿ができる。SNSで助けを求める文を投稿する内容は、図7に示すようにTwitterを利用した。緊急時用のアカウントを作成し、位置情報とあらかじめ自分で用意しておいた助けを求める文章を特定のユーザに送信する。

証拠記録では、音声と動画を記録する。図6の2に示すように詐欺や事故などにより相手と揉めている場合相手に

気づかれず証拠を記録できる。詐欺にあっている場合や相手と揉めている際相手にボイスレコーダが起動したのを気づかれると証拠を残さないように警戒させてしまう。また車のひき逃げにあった際、車を見逃さないようにしつつスマートフォンを操作したい時に、リズムパターン入力によって録画機能を起動させすぐに証拠を収めるようにする。リズムパターン認識により相手に気づかれずボイスレコーダを起動し、正確な証拠を残す。またボイスレコーダで記録したデータは端末へ保存される。

周囲SOSでは、ブザーと強い光を繰り返し点灯させる。周囲の人へのSOS発信とは図6の3に示すようにストーカーや恐喝などにあっている場合周囲の人に音と光で助けを求めることである。リズムパターン認識によりブザー音を鳴らすとともに光の点滅により周囲の人にSOS発信する。また大きな音と強い光により相手を威嚇させ逃げるタイミングを作る。ストーカーに遭っている場合などスマートフォンを操作する余裕がない時、カバンに入っているスマートフォンを叩き周囲の人に助けを求め相手を威嚇する。地震などの災害等で、瓦礫の下敷きになった場合に助けを求める際もリズムパターン認識によりブザー音や光を点滅させ、自分の存在を周囲に知らせる。また停電の場合でも拍手でリズムパターンを入力し、停電で明かりがない中スマートフォンを容易に探し出せる。

4.2 各想定シーンのためのリズムパターンの設定

以上の想定パターンで、本アプリを使う際の3つの登録リズムパターンを考えた。設定した3つのリズムパターンを図8に示す。リズムパターンを考える際2つの点に配慮した。1つ目は日常でスマートフォンを利用している際誤作動を起こさないようにある程度複雑なリズムパターンにする。緊急時に使用するもので、頻繁に誤作動を起こすとSOSの信憑性が薄くなる。そこである程度複雑なリズムパターンとして本アプリでは4つ打ちに設定した。2つ目はリズムパターンを多くの人に覚えてもらい使用してもらいたいため、覚えやすいリズムパターンにする。緊急時に本アプリを利用しようとしても、難しいリズムパターンを設定し、覚えてもらえなかったら使用できない。覚えやすいリズムパターンを設定し、多くの人が緊急時に使用できる。またこのリズムパターンを”110”と”119”のように緊急時に必要なものとして覚えると想定している。システムの流れは図9に示すように、スマートフォンを持っている人が助けを求めたい、また証拠を残したいと思った際スマートフォンにリズムパターンを入力する。リズムパターン入力はスマートフォンをズボンや上着のポケットに入れたままでもできる。リズムパターンを認識し、SOS発信やボイスレコーダが起動する。電話やボイスレコーダはバックグラウンド上で起動しているため、相手にスマートフォンを見られた際にもアプリが起動していると気づかれない。

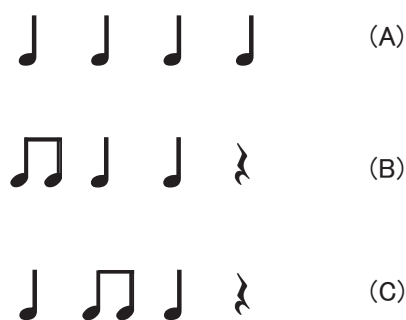


図 8 設定したリズムパターン

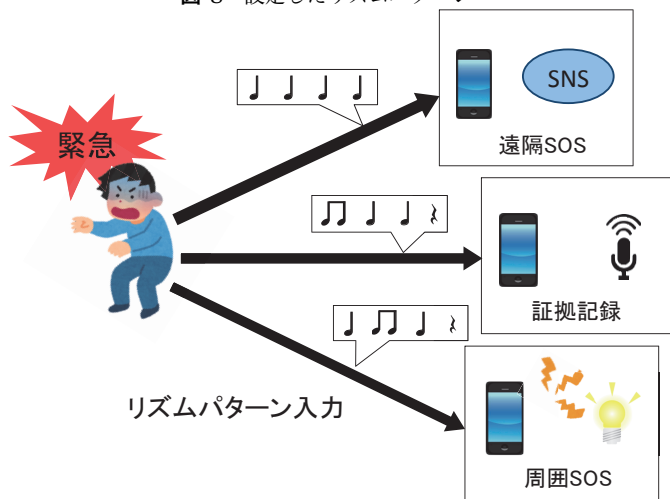


図 9 緊急時対策用アプリのシステムの流れ

5. 実験

緊急時に人が正常にリズムパターン入力ができ、スマートフォン側でそのリズムパターンを認識可能か検証するために被験者実験を行った。今回の実験では、恐喝や詐欺などのトラブルにあった際、証拠を取りつつ SOS 発信をする想定し、2つのリズムパターンを入力する。詐欺など相手と会話しながらリズムパターン入力するため頭を使う状態を考え、なぞなぞを解きながらリズムパターン認識を行う。

実験を4月11日～4月15日に実施した。実験に Nexus 6 を使用し、被験者は男性 25 人、女性 15 人の計 40 人の大学生である。実験方法は話し相手 (X)、リズムパターン認識でスマートフォンを操作する人 (Y) の 2 人を用意する。X は Y に対しなぞなぞを 3 問出題する。その際、Y の動きを注意して見るように指示した。Y はスマートフォンをズボンもしくは上着のポケットにいれ、X が出したなぞなぞを 1 問目は素直に答え、2 問目に図 8 のリズムパターン A の入力、3 問目に図 8 のリズムパターン B の入力をする。実際の実験の様子を図 10 に示す。実験でリズムパターン入力をし、何回目で入力成功したかを分析するため、スマートフォンでリズムパターン入力の成功、失敗、時間のログを取り、時間と Y がリズムパターンを入力する様子をビデオで

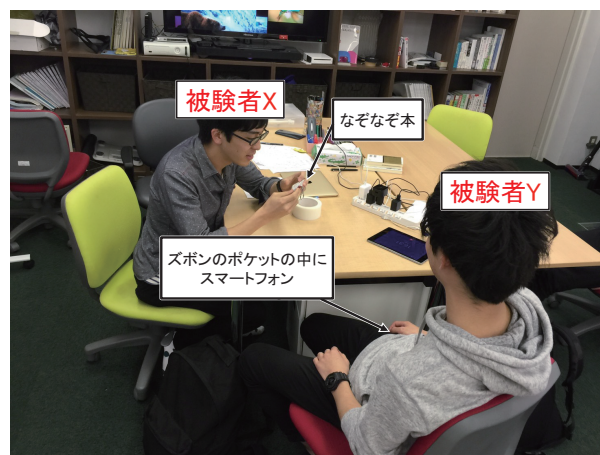
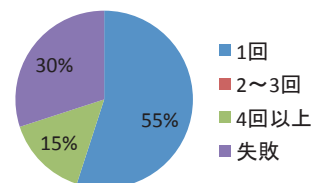


図 10 実験の様子

成功した回数(リズムパターンa)



成功した回数(リズムパターンb)

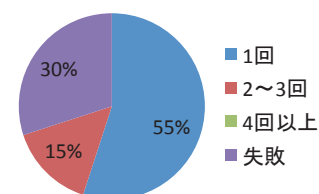


図 11 リズムパターン入力の成功までの入力回数

撮影した。また実験終了後に X に Y がなぞなぞを解いている際、Y のリズムパターン入力する動作に気づいたかアンケートをとり緊急時での本アプリの有効性を検証した。

実験の結果をまとめる際、取得したログと実験映像を 1 つずつ分析し、それぞれのリズムパターンの入力が成功するまでのリズムパターン入力回数を調べた。図 11 に示すようにリズムパターン入力が 1 回で成功した被験者は、リズムパターン A,B 両方とも 55%だったことから半数以上の人が短時間で入力に成功しているのが分かる。しかし、両リズムパターンとも、30%の人がリズムパターン入力で失敗している。失敗した被験者は、リズムパターンが覚えられなかった人と、ノイズが多く認識されなかった人の 2 パターンだった。リズムパターンが覚えられなかった人は、問題を解きながら入力しないといけないと焦ってしまい、リズムパターンを忘れてしまっていた。

また図 12 に示すように X の 95%が Y の動きに気づかなかったとアンケートで答えている。このことから会話中にリズムパターン入力によるスマートフォン操作は相手に気づかれない場合が多いと分かる。

相手の動きに気づいたか

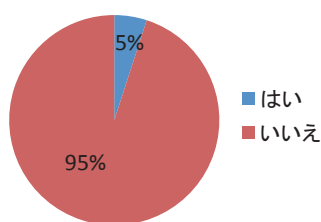


図 12 X が Y の動きに気づいたか

本研究のアプリを利用したいか

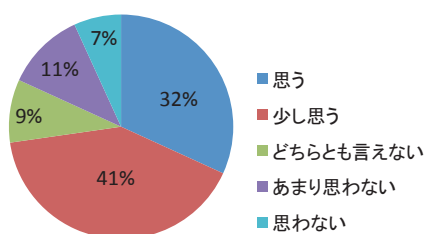


図 13 本研究の緊急時対策用アプリを利用したいか

実験の結果から、リズムパターンの記憶と認識精度に問題があった。リズムパターンの記憶については本アプリの利用者に定期的に入力してもらい、確実に覚えてもらう必要があり、緊急時にスムーズなリズムパターン入力が可能となる。認識精度の問題は、それぞれのパラメータの見直しとともに、どれぐらいの環境音で使用できるかを検証していく必要がある。本実験の結果より、入力成功している人がそれぞれ 70% という結果から、30% の人が失敗しており本アプリを実用化するには改善しなければならない。また大学生男性 26 人、女性 18 人、合計 44 人アンケートをとり、本研究の緊急時対策用アプリを利用したいかと質問した。結果は図 13 に示すよう 73% の人が利用したいと答え、本アプリの需要があると分かる。

6. おわりに

本稿ではリズムパターン認識ライブラリに基づく緊急時対策用アプリを提案した。スマートフォンに音響信号を用いてリズムパターン入力をし、緊急時に各リズムパターンに応じて SNS 投稿、証拠の記録、ブザーを鳴らす機能を起動させるアプリを作成した。リズムパターン認識の有効性を検証する実験で 70% の被験者が会話中に相手に気づかれず 2 つのリズムパターンの入力に成功した。

今後はパラメータの見直しを行い、認識精度の改善を行う。スマートフォンをポケットに入れボイスレコーダを起動した際のノイズレベルや、防犯ブザーの音量や長さ、SNS に投稿した文章で本当に助けを呼んでくれるかを検証する必要がある。また多くの入力機会を確保するため、加速度や瞬き機能を実装し、より実用的なアプリの実現を目指す。

参考文献

- [1] 総務省: 入手先 <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc372110.html> (参照 2016-04-01)。
- [2] 平野睦, 伊藤信行, 小林幸彦, 梶克彦, 内藤克浩, 中條直也, 水野忠則. スマートフォンにおけるリズムパターン認識ライブラリを目指して. 情報処置学会研究報告, MBL, Vol.2015-MBL-77, No.6, pp. 1-6, 2015.
- [3] 大槻知史, 齋藤直樹, 中井満, 下平博, 嵯峨山茂樹. 隠れマルコフモデルによる音楽リズムの認識. 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp. 245-255, 2002.
- [4] 山出慎吾, 馬場郎, 芳澤伸一, 李晃伸, 猿渡洋, 鹿野清宏. 実環境における頑健な音声認識のための音韻モデルの教師なし話者適応. 電子情報通信学会論文誌, Vol.j87-D-II, No.4, pp. 993-941, 2004.
- [5] 古井貞熙, 小林哲則, 矢頭隆, 大淵康成, 河村聡典, 三木清一, 庄境誠. 音声認識実用化技術の展開. 電子情報通信学会論文誌, Vol.93, No.8, pp. 725-740, 2010.
- [6] Apple-Siri: 入手先 <http://www.apple.com/jp/ios/siri/> (参照 2016-05-09)。
- [7] NTT ドコモ シャベってコンシェル: 入手先 https://www.nttdocomo.co.jp/service/shabette_concier/ (参照 2016-05-09)。
- [8] Bao, L. Intille, S.S.. Activity Recognition from User-Annotated Acceleration Data. Pervasive 2004, pp. 1-17, 2004.
- [9] Maekawa, T., Yanagisawa, Y., Kishino, Y., Ishiguro, K., Kamei, K., Sakurai, Y., Okadome, T.. Object-based Activity Recognition with Heterogeneous Sensors on Wrist. Pervasive 2010, pp. 246-264, 2010.
- [10] 16Lab Inc.: 入手先 <https://www.facebook.com/16Lab-Inc-1483336128613245/> (参照 2016-05-09)
- [11] LG : 入手先 <http://www.lg.com/jp/mobile-phone/lg-LGL22> (参照 2016-05-09)。
- [12] SOS: 入手先 <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.android.SOS&hl=ja> (参照 2016-05-09)。