

平成 27 年卒業研究論文

ドア開閉音による
簡易在室状況把握の検討

龍谷大学 理工学部 情報メディア学科

T120485 平田 智子

指導教員 三好 力 教授

内容概要

昨今では、ネットワーク環境も整備されていることもあり、各家電製品を通信機器で繋げ、ホームネットワークシステムを利用し携帯電話から各家電製品や電気機器を操作できるもの。また、スマートフォンとアプリを使い、家電製品を遠隔操作できるようになるものなど家電製品でできることが増えている。そして、防犯機器やドアの鍵をシステムに加え、防犯対策やドアの施錠も加え便利かつ安全性も向上させている。しかし、ホームネットワークを使用するには大掛かりなシステムの導入が必要である場合が多く、一人暮らしをしている利用者などはそういったシステムを導入することが困難である。さらに使用が難しいお年寄りや子供による鍵のかけ忘れもまれに起き、対策が必要である。

そこで、大掛かりなシステムがなくとも防犯システムを設置できるように、簡易的なセンサーで人や電気製品の動きを感知し、普段と違う手順や動きに反応しメールなどによる通知で使用者に連絡する。これにより、トラブルが起きた際に家族への連絡や各個人への防犯意識への向上を促すことが目的である。

目次

第1章 初めに.....	4
1.1 ホームネットワークについて.....	4
1.2 鍵のかけ忘れ.....	4
第2章 既存技術.....	5
2.1 noccria X (富士通ゼネラル).....	5
2.2 ECOHiLUX 人感センサー付きタイプ LED 電球(アイリスオーヤマ).....	6
2.3 iRemocon Wi-Fi (株式会社 glamo).....	6
2.4 ホームネットワークシステム スマ@ホームシステム(Panasonic).....	7
2.5 ChecKEY(美和ロック株式会社).....	8
2.6 既存技術の問題点.....	8
第3章 提案手法.....	10
3.1 問題点の解決方法.....	10
3.2 提案システム.....	10
第4章 実験内容.....	11
4.1 実験概要.....	11
4.2 実験条件.....	11
4.4 実験結果.....	12
第5章 考察.....	18
5.1 音センサーのみに対する考察.....	18
5.2 照度センサーを追加した場合の考察.....	18
第6章 最後に.....	20
第7章 謝辞.....	21
参考資料.....	22

第1章 初めに

1.1 ホームネットワークについて

ホームネットワークとは、IT ホームゲートウェイと情報家電をネットワークで繋げることにより、情報家電の遠隔操作が可能となる等のさまざまなサービスが利用可能になるというものである。一方で、ホームネットワークを利用するには大掛かりなシステムを導入する必要がある。しかし、マンション等に一人で暮らしているような利用者はサービスを受けることが難しい。最近ではホームネットワークに負けない便利なサービスを低コストで導入する商品として iRemocon がある。これは無線 LAN の環境が自宅にあれば簡易ネットワークを構築でき、iPhone や iPad をリモコンとして複数の家電製品を制御でき、外出先から遠隔操作もできるものである。これにより家電の無駄なエネルギー使用を防ぐことができる。更に施錠技術に接続することにより子供や高齢者、ペットの様子を確認ができ、不審者対策など、セキュリティ面にも貢献することができる。しかし、これらは接続や設定は大掛かりになるため、手間がかかるため高齢者の方や一人暮らしの方はホームネットワークの構築が大変である。そこで簡単にホームネットワークの代用が可能なものが必要と思い、本研究を考えた。

1.2 鍵のかけ忘れ

昨今では犯罪の防止のため、鍵をかけることが基本であり重要である。しかし、少しの油断や時間に追われることにより、鍵をかけ忘れることがまれにある。他にも、急いでいることもあり、混乱によって鍵をかけたことを忘れてしまう。その際に、外出先で鍵をかけたかどうかを確認できないため、オートロックの設備であるマンションやホテルではない限り、家族で暮らしている場合は家族に、一人暮らしであれば自分で確認をするしか方法がないのである。そこで鍵をかけたことがわかる商品も出ている。鍵に装着するため手軽にできる。また、情報家電の一つにドアや窓に専用のセンサーを設置し、ホームネットワークで確認できるようになっているものもある。しかし、1.1 で述べたように設置するのは用意ではない。そこでホームネットワークを使い、他の防犯対策用品のように手軽に使用できるものが必要と思われる。

第 2 章 既存技術

2.1 noccria X (富士通ゼネラル)

Noccria Xは富士通ゼネラルで発売されているエアコンの一種である。noccria Xは人感センサーを使用し省エネ対策としている。エアコン本体に付いている人感センサーが人がいるかいないかを検知して、いなくなってから約 10 分後にパワーを抑えた運転への切り替えを行い、節電運転になる。また不在が約 1 時間から 3 時間になった場合、自動で運転を停止する。更に、人が帰ってきた場合自動的に運転を再開するようにする設定もある。



図 2.1 人感センサー付き エアコン

2.2 ECOHiLUX 人感センサー付きタイプ LED 電球(アイリスオーヤマ)

照明については数多くの種類がある。また、手軽なものから大掛かりなものまでさまざまである。安価なものでは取り付けも簡単であるためホームセンターで売られているものもある。仕組みは、人感センサーが反応した場合点灯する。そして、一定時間がたつと消灯する、いたってシンプルなものである。そのため、現在では乾電池ほどの電力で機能する物もある。



図2.2 人感センサー付き LED

2.3 iRemocon Wi-Fi (株式会社 glamo)

iRemocon Wi-Fi は、スマートフォンやタブレットなどの通信機器と連携できるネットワーク接続型の高機能学習リモコンである。新たにセンサー機能が追加され、更に快適な環境づくりに貢献するとしている。置き場所を選ばず、無線で Wi-Fi 親機との接続が可能になった。iRemocon Wi-Fi の有線 LAN ポートに TV やプリンターなど有線 LAN ポートを備えた機器を接続することで、iRemocon Wi-Fi を経由して無線ネットワークに接続することができる。Wi-Fi 親機の電波が届き難い場合、iRemocon Wi-Fi をアクセスポイントとして設置し、機器を iRemocon Wi-Fi 経由で無線接続することができる。また、センサー機能により温度、湿度、照度をスマートフォンやタブレットを使い、室内、外出先から室内の環境を確認することが可能になっている。また、音声認識機能による音声による家電操作が可能であり、GPS 連動では自宅近くに到着すればエアコン、照明を点けたり、離れたら照明やエアコンを自動で停止させ、消し忘れ防止になる。



図 2.3 iRemocon Wi-Fi

2.4 ホームネットワークシステム スマ@ホームシステム(Panasonic)

Panasonic からホームネットワークシステムとしてスマ@ホームシステムがある。これはホームユニットを、市販の無線ルーターと無線 LAN で接続、経由させることによってスマートフォンと別で販売されている設置型カメラや開閉センサーを連動させ得ることが可能となる。屋内カメラでは外出先でスマートフォンなどから映像を確認可能である。また、内蔵されているマイクとスピーカーを使い、会話することも可能。屋外カメラもが外出先から映像確認が可能である。開閉センサーは窓やドアに取り付けることにより、外出時に窓やドアの開閉があった場合、本体から報知音で知らせることやスマートフォンに通知、センサー反応を利用し設置型カメラと連動し録画することも可能である。



図 2.4 ホームネットワークシステム

2.5 ChecKEY(美和ロック株式会社)

鍵をしっかりと閉めたかどうかを慌てている時はよく覚えていない時がある。しかし、ChecKEYは使用している鍵に取り付けることにより、装着した部分にある表示窓を確認することにより施錠したかどうかを確認することが可能である。施錠する際に表示が変化し、外出先でも表示窓を確認するだけで施錠確認ができる。仕組みは鍵に装着し、鍵を90度回して施錠、解錠操作を行う。そして、鍵を抜くと表示窓の色が確定させることができるため施錠、解錠操作完了を記憶するようになる。



図 2.5 ChecKEY

2.6 既存技術の問題点

人感センサーについての問題点では、反応の誤差がある点である。簡易的な人感センサーでは人の動きが無ければ反応しない。つまり、動きが一定時間なければ不在とみなしてしまう。また、あまりに小さい動きでも反応しない場合もある。また、動きを感知する物では人ではないもの、例えば風で動いたカーテンなどを、間違えて感知してしまう点もある。電力消費も多く、乾電池使用の場合は頻繁に取り換える必要もある。センサーの精密度は消費電力、費用の違いで変化する。

また、エアコンなどの場合は人の在室状況を確認するために使用しているため急な停止は起こらない。最短で1時間以上も確認時間が必要である。そのためエアコンの設定などで確認時間を短く設定することが可能である。しかし多くの方は外出するなら停止させたいとする人が多い。更に調理のためにキッチンに移動しても起動していることが好ましいので、反応速度を個々に最適な時間に合わせる必要と考えられる。

施錠技術についての問題点は装置の仕組みである。鍵を施錠する際の動きにより表示

が変わるものなので、対応する種類でなければ正常に作動しない。また、仕組みに適しても鍵に装着可能かどうかも問題点である。他社の製品でも鍵を付け替える必要があるため一人暮らしには簡単に変更することができない。

また、一人暮らしの場合は多くの人マンションや社宅に住んでいるものと思われる。そのため個人でシステムを構築することは難しい。また、マンションごとのシステム構築は可能であるが、住民全員の登録など手間がかかり、時間と費用が必要となる。そのためWi-Fiのように個々で設定できるものが好ましい。

第3章 提案手法

3.1 問題点の解決方法

人感センサーのみでは反応に多少の誤差が生じてしまう。これを防ぐために複数のセンサーを併用して感知する方法が良い。そのため人感センサーに加えてより確実に人の出入りを感知できる方法が望ましい。人の出入りの際に発する声や音を検知する方法や、照明による明るさ、一般的に使用するリモコンによる赤外線など、在室にとなって発生する情報をユーザーが知らない間に感知して処理するようにすることが望ましい。

また、人感センサーを使用せず、在室音や照明などをモニタリングすることで在室状況判断できれば、人感センサーを用いるために生じる問題を解決することができる。

施錠技術の仕組みによる問題点については多くの鍵に共通して施錠音が発生することを利用する。施錠音、解錠音をモニタリングすることにより施錠、解錠状況を把握することが可能になると考えられる。

マンションなどの集合住宅で大きなシステムを構築するのは大変である。そのため個々に別々に構築することが可能である独立型で小型なものが望ましい。

3.2 提案システム

独立型で小型の簡単な手段で施錠状況や照明状況を知ることが目的である。

まず、施錠技術を考える。ドアと鍵の開閉、施錠を判断するために音響情報を使用する。ドアの場合、ドアの開閉音と鍵の施錠音を判別することが可能ならば鍵のかけ忘れに対応することが可能と思われる。システムの内容は、常時音をモニタリングしておき、感知した音が何の音かを判断する。そして外出時に施錠音がしなければ鍵をかけた忘れと判断する。外出時に鍵をかけた忘れの場合に通知、または警告音を発して知らせてくれるようにする。

上記のシステムのために音の違いを判別する必要がある。具体的には「ドアを開ける音」「ドアを閉める音」「鍵の解錠音」「鍵の施錠音」の4つを判別させる。また、使用者を一人暮らしであると想定すると「外出時も帰宅時も、ドアを閉めたら鍵を閉める」ことを条件とすることが可能である。これらの条件と音の情報を合わせて利用することで、鍵のかけ忘れ状態が判断可能であると考えられる。

通知には iRemocon などの Wi-Fi などを使用し、メールまたは SNS などの通知を使用する。これにより通知の有無で施錠してあるかを確認することが可能とする。

照明の消し忘れについては照度センサーを使用し、鍵のかけ忘れシステムと組み合わせる。これにより部屋からの退出時に照明をつけたままの場合に通知をする。

第4章 実験内容

4.1 実験概要

実験については音センサー、照度センサーで人の在室状況を把握することが可能かどうか、各センサーによる反応で人が生活する上での動きが把握できるかどうかを調べた。まず、人の出入りに関わるドアの開閉と鍵の施錠に重点を置いて、音センサーで在室状況が把握できるかどうかを調べる。その後、照度センサーを組み合わせた場合について考察する。

4.2 実験条件

実験場所(集音場所)

龍谷大学瀬田学舎 8 号館情報演習室 8

使用機器

ICレコーダー

三脚

解析

PC (解析のため)

Audacity (フリー解析ソフト、波形やスペクトルを確認するため)

4.3 実験方法

図 4.1 のように、集音場所のドアの内側、開閉部から 30cm の箇所に三脚を設置し、高さ 1m に ICレコーダーを設置した。ドアノブを回し、0.45m/s の速さで、閉めている状態を 0° として 90° まで開ける際の音を集音した。更に 90° の位置から手を離し、ダンパーによって自動的に閉まる際の音も集音した。さらに、鍵をかける際の施錠音、解錠音も集音した。これらを計 10 回繰り返し、「ドアの開く音」「ドアの閉まる音」「鍵の開く音」「鍵の閉まる音」の 4 種類の音を集音した。

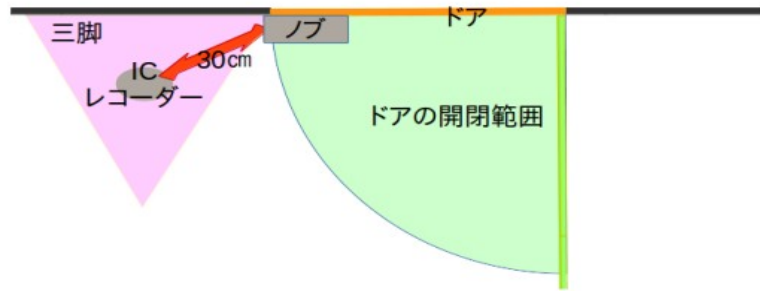


図 4.1 実験時の簡略図

4.4 実験結果

ドアの開閉音の一例を、縦軸を音の強さ(単位: dB)横軸を時間(単位: 秒)として図4.2と図4.3に示す。このデータをフーリエ変換し、縦軸を音の強さ(単位: dB)横軸を周波数(単位: Hz)で図 4.4 と図 4.5 に示す。データは 2.5 秒間である。

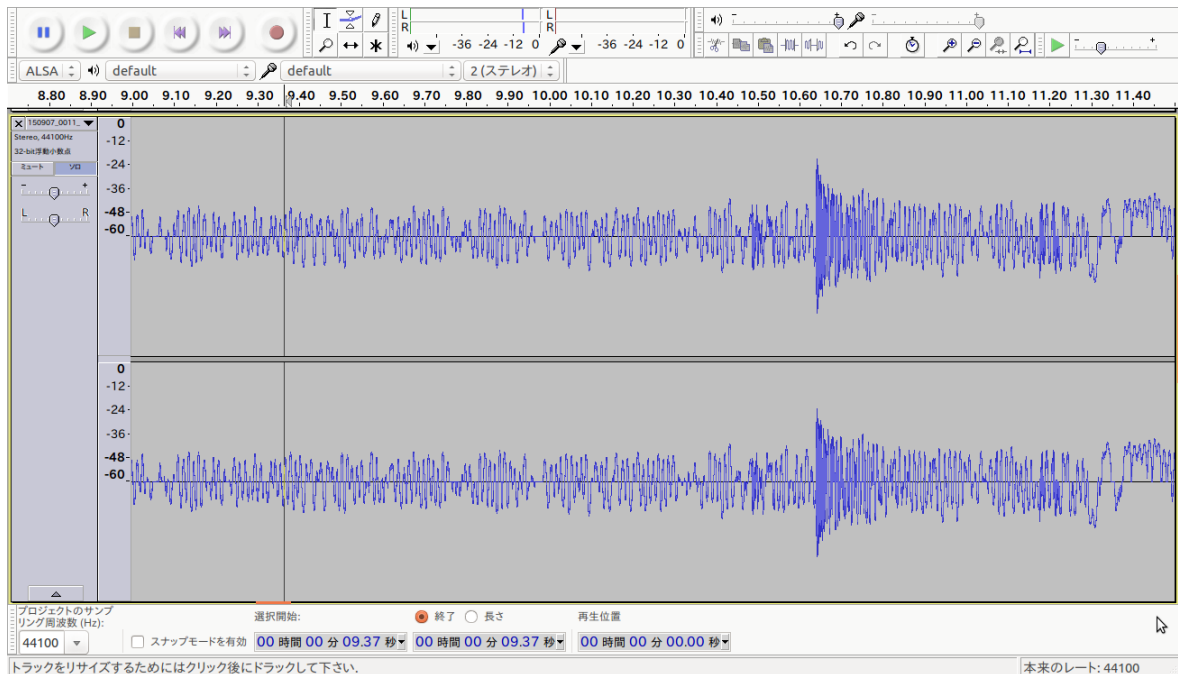


図4.2 ドアの開く音の波形

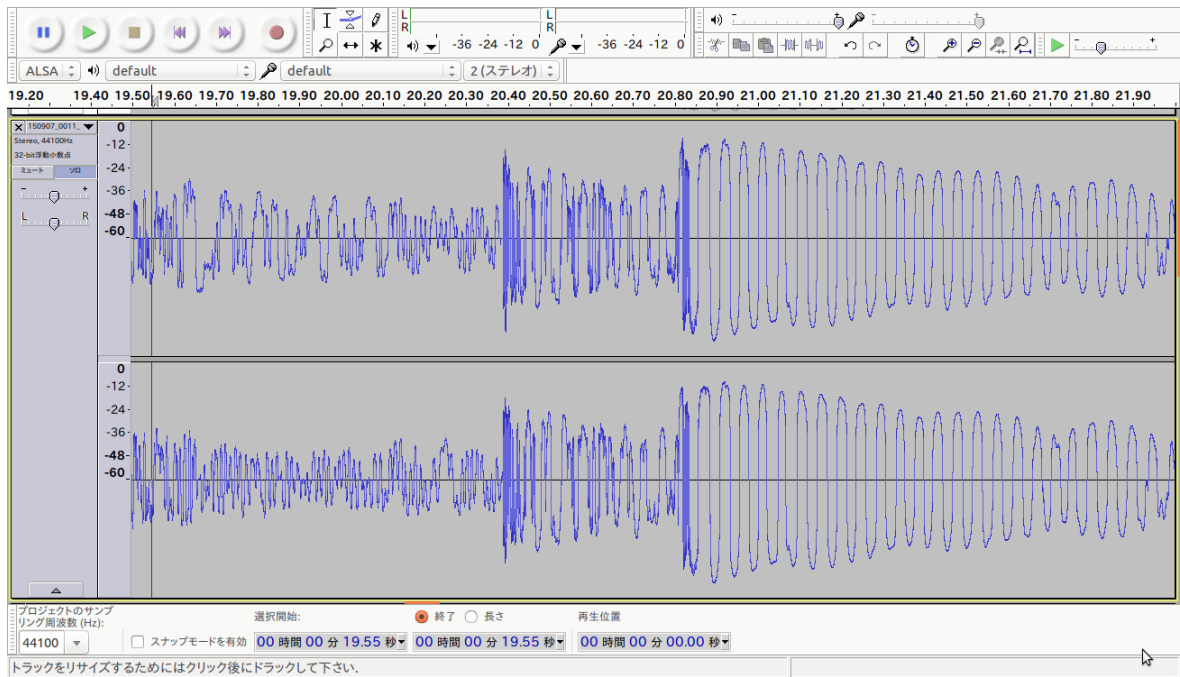


図 4.3 ドアの閉まる音波形

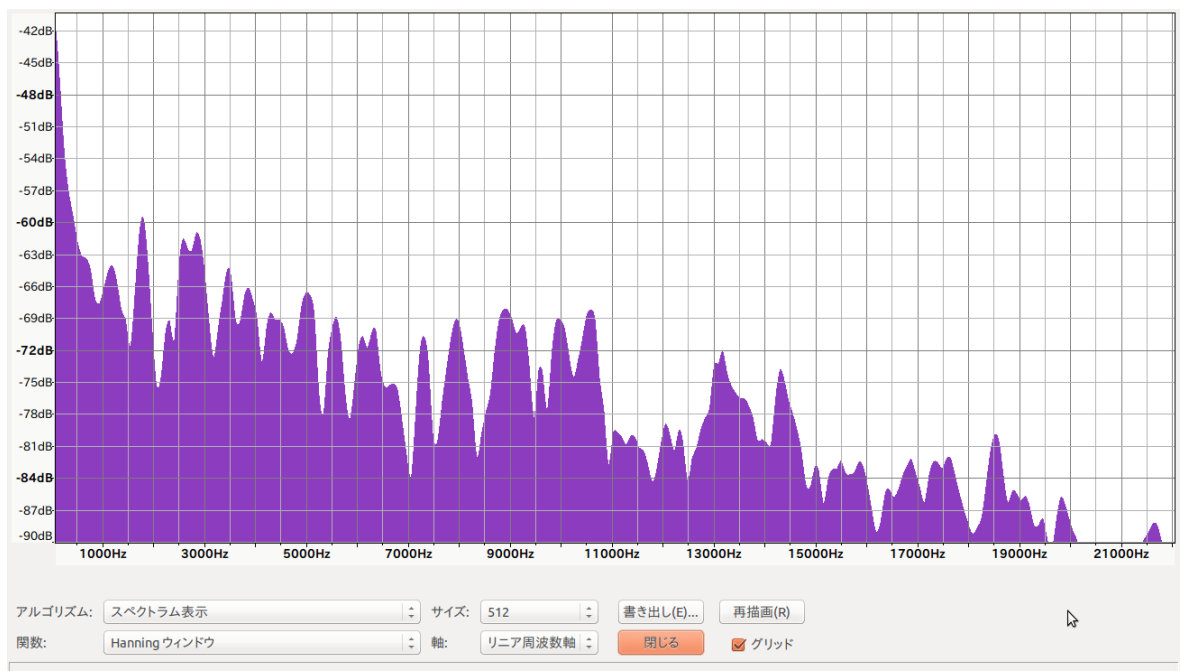


図 4.4 ドアの開く音のスペクトルグラフ

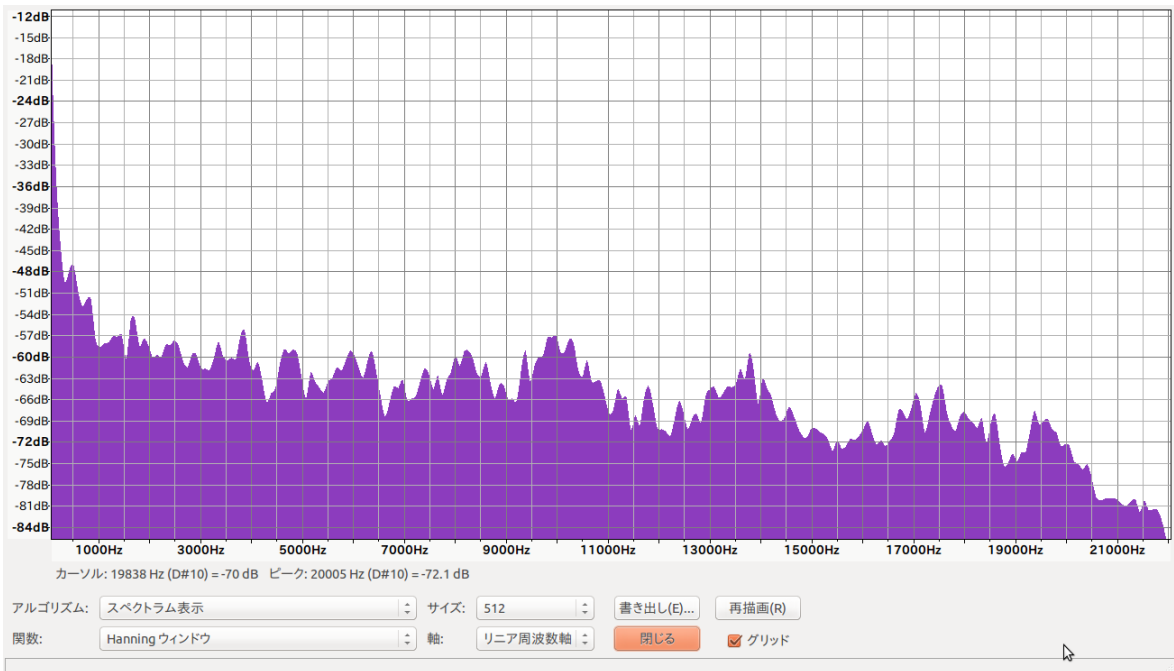


図 4.5 ドアの閉まる音のスペクトルグラフ

同じように鍵の開閉音を図 4.6 と図 4.7、図 4.8 と図 4.9 に示す。

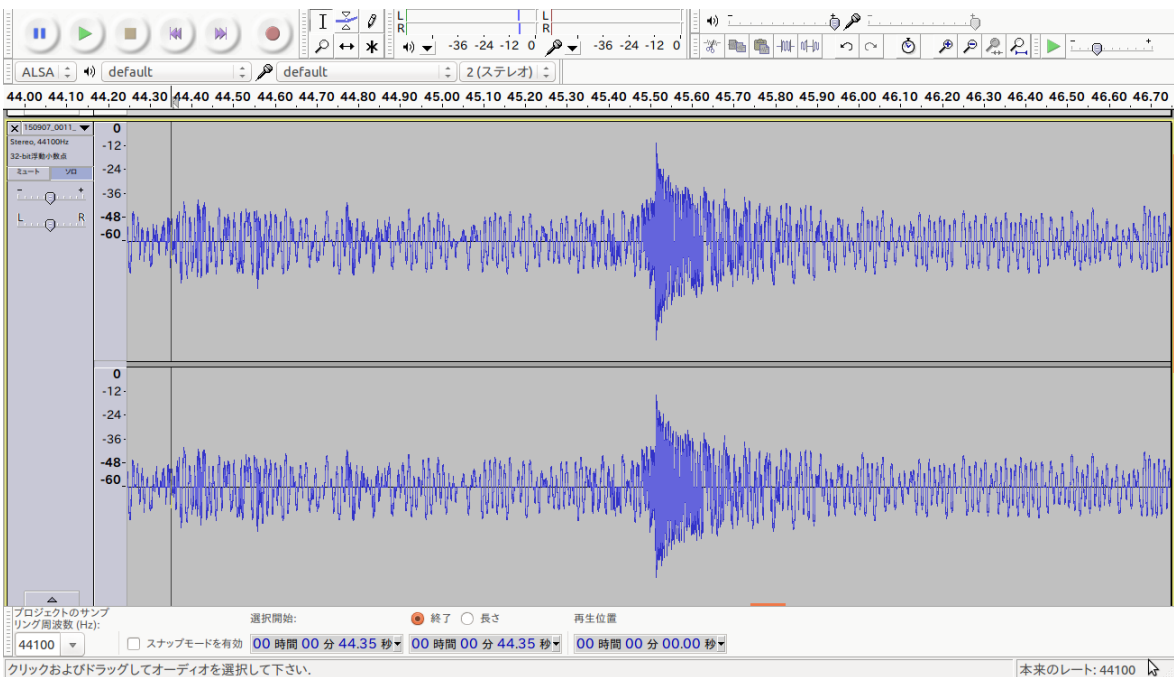


図 4.6 解錠音の波形

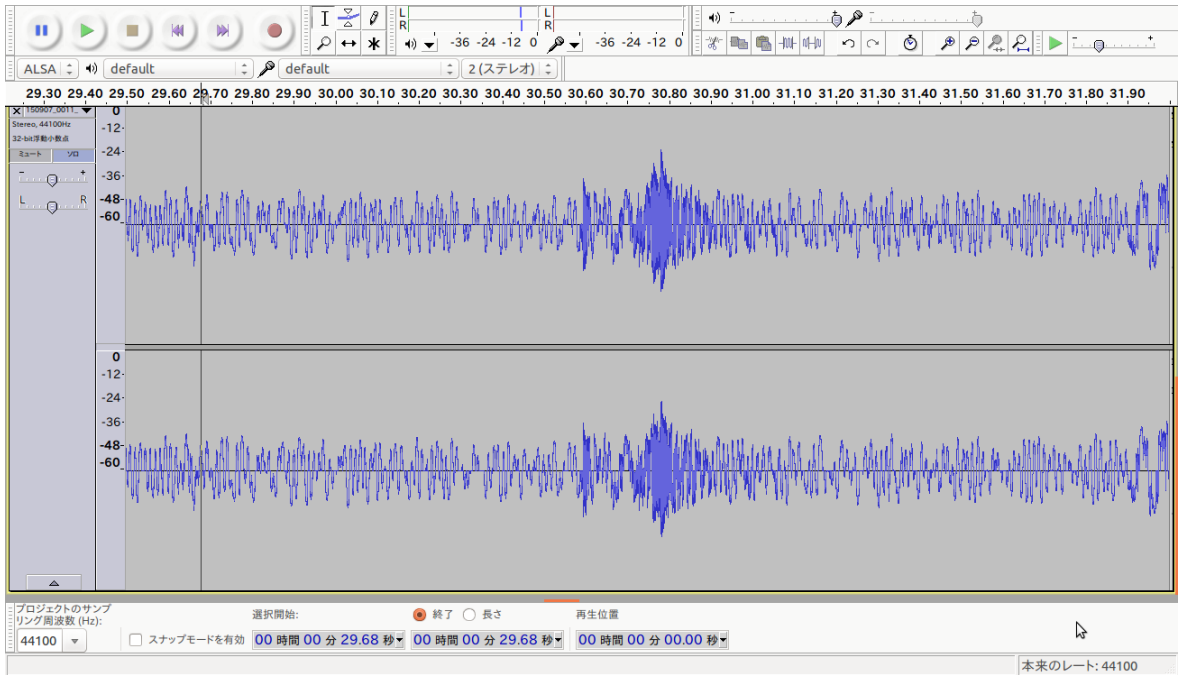


図 4.7 施錠音の波形

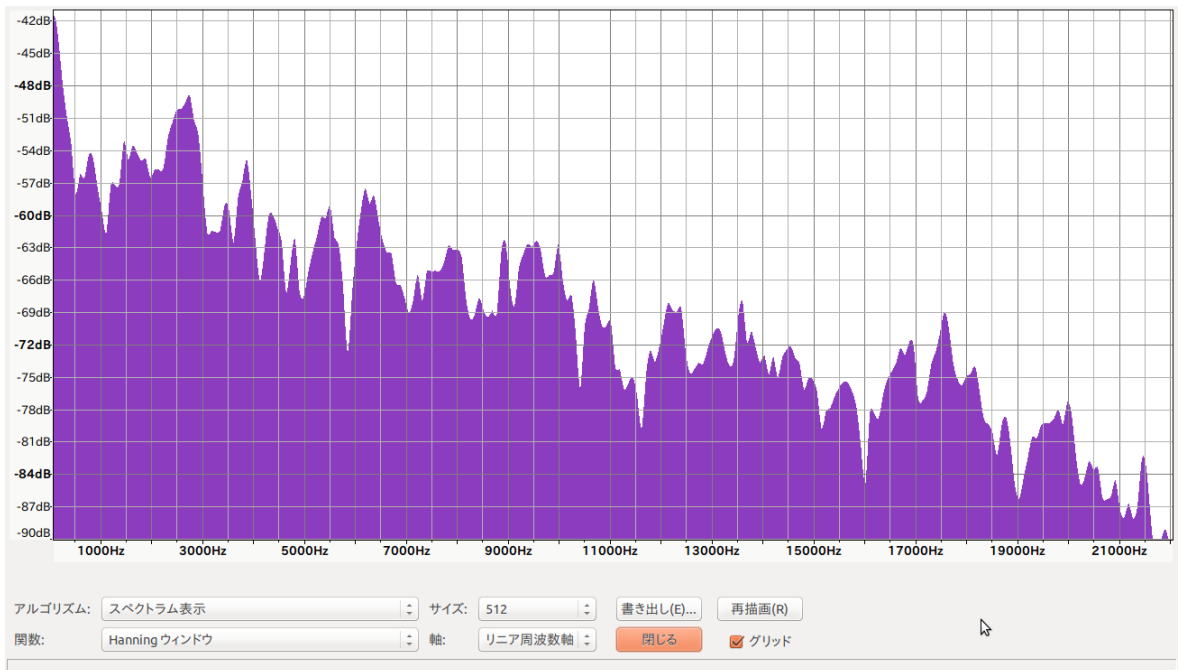


図 4.8 解錠音のスペクトルグラフ

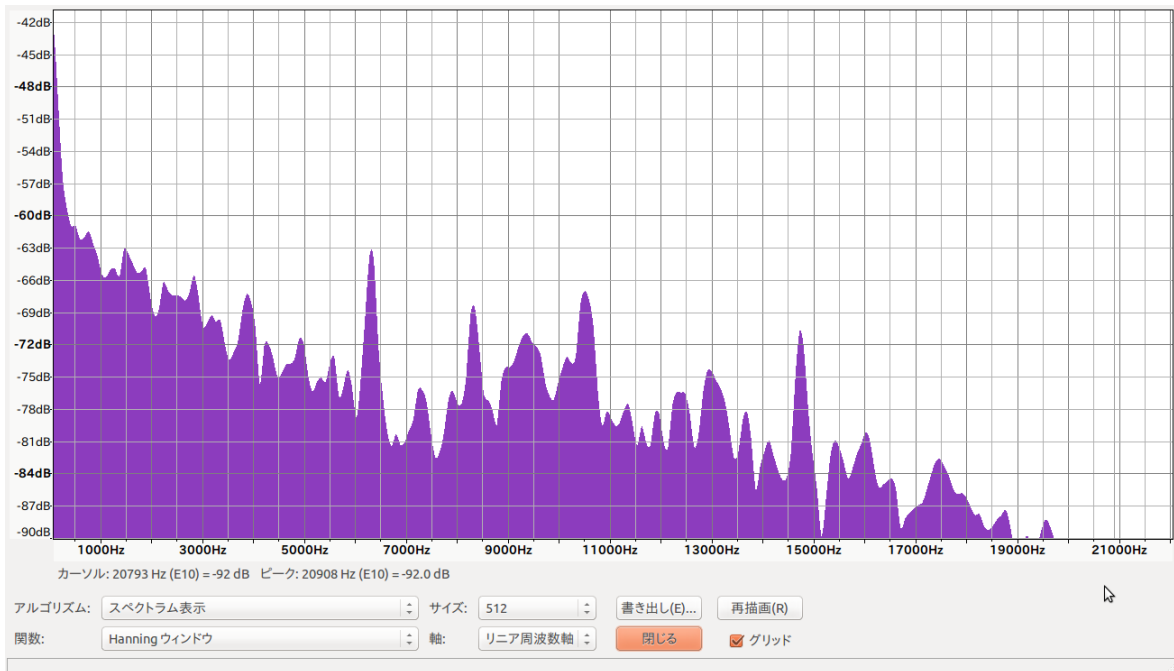


図 4.9 施錠音のスペクトルグラフ

図 4.2 を他の波形図と比較すると、他と比べ特徴的な音が出ている。また、スペクトルグラフで比較すると差異が見られなかった。(図 4.10)

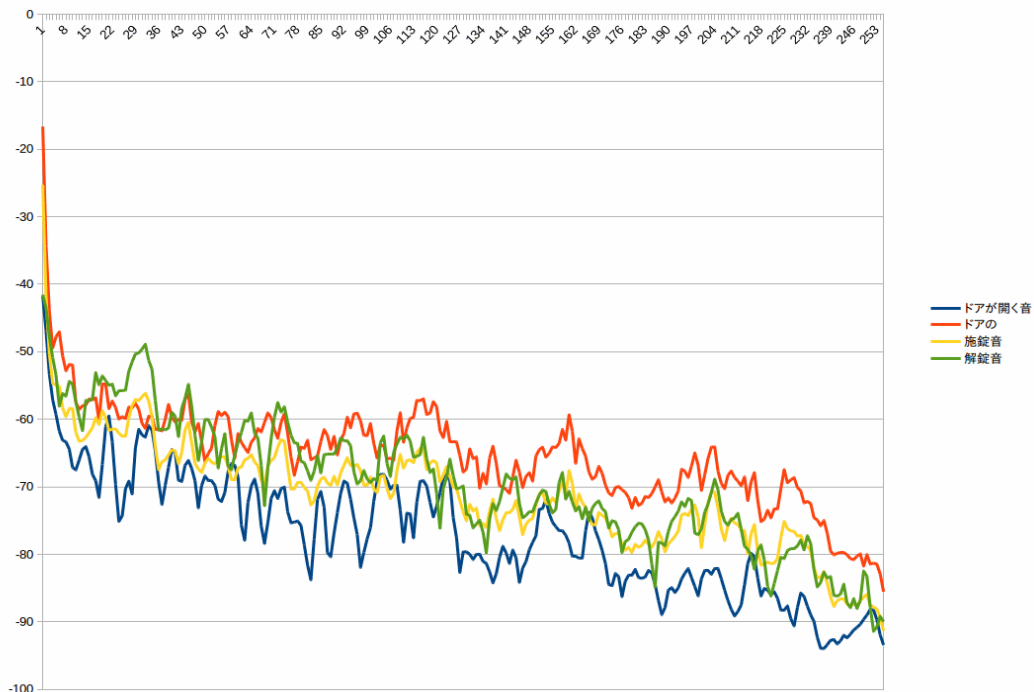


図 4.10 スペクトルグラフを合わせたグラフ

しかし、ドアの開閉音で比較するとドアが閉まる音はあきらかに大きいことがわかる。(図 4.11)

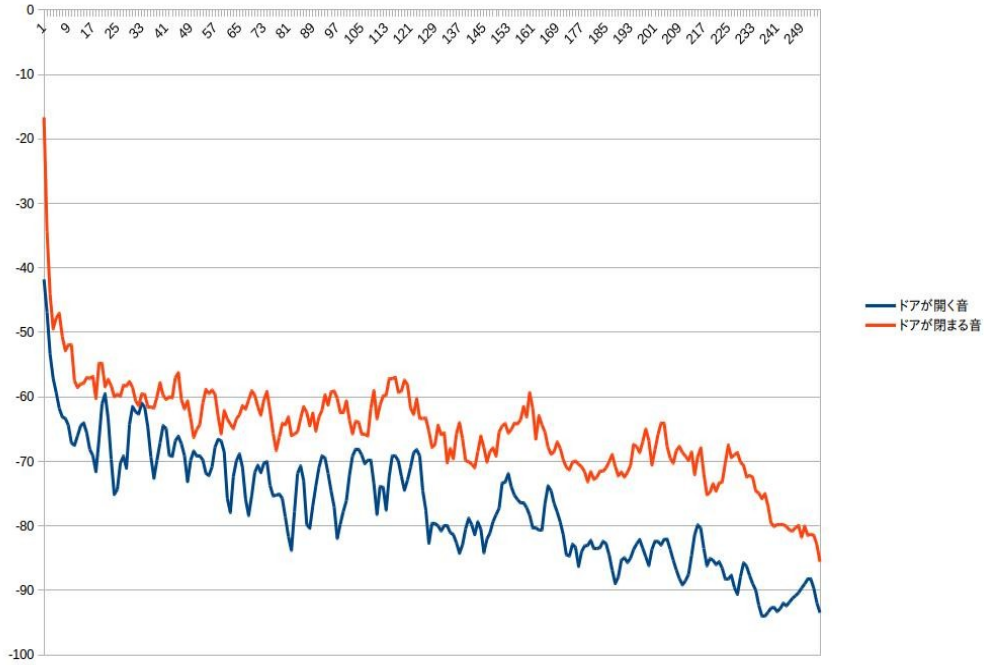


図 4.11 ドアの開閉音のスペクトルグラフを合わせたグラフ

第5章 考察

5.1 音センサーのみに対する考察

ドアの開閉音、鍵の開閉音を波形とスペクトルグラフに表した。これにより、ドアが閉まる際には強い音が出ることがわかり、鍵の施錠音と解錠音、ドアを開ける際の音は特徴の差異が小さいことがわかる。このことからドアの閉まる際の音とその他の音との判別はスペクトルや波形では判断は難しい。

実験結果よりドアが閉まる音に関する音を区別するには閾値などプログラムを設定すれば判断が可能であることが分かった。このため、鍵の閉まる音とドアの閉まる音の判別は可能であると考えられる。しかし、ドアの開く音と鍵の開く音との違いは人の耳では判別できるが、データの数値で判断するには情報が足りないと考えられる。しかし、人の行動のパターンから推測することで判別をある程度カバーすることも可能である。また、音のみではなく別のセンサーを組み合わせることによって判別しやすくなる。

行動パターンを利用する方法として、ドアと鍵の開閉の順番を利用する手段を検討する。一人暮らしであることを条件としているため、施錠している状態を基本状態とする。この状態から外出しようとするすると解錠、ドアを開ける、ドアが閉まる、施錠する。これが通常状態となるので、これを利用する。ドアの開閉音は必ずセットで起こる。そのため、ドアの閉める音とその他の音として判別して使用する。これにより「ドアの閉まる音」の直前の「その他の音」は「ドアの開く音」として推定できる。そして、問題となるのは鍵のかけ忘れであるため、施錠音がしない場合に警告、通知を出すようにする。(表 5.1)また、一人暮らしの場合は室内にいる場合でも鍵を施錠しておくことが必要であると考えられる。そのため帰宅時にも施錠音が確認されなければ警告する。

	ドアの開閉音				施錠音	通知・警告
	開錠音	ドアを開く音	ドアを閉める音			
通常状態	1	1	1	1	1	必要なし
施錠されてなかった状態	0	1	1	1	1	必要なし
施錠し忘れた状態	1	1	1	1	0	必要あり
施錠開錠がなかった状態	0	1	1	1	0	必要あり

表 5.1 ドアと鍵に関する行動パターン

5.2 照度センサーを追加した場合の考察

更に照度センサーを加えれば照明の消し忘れを感知できるようになると考えられる。例えば上記の状態に付け加えて室内の照明状況を照度センサーを使用して消し忘れについても感知することが可能となる。外出時の照明消し忘れについては外出する前の照明

状態を記憶しておき、外出後の状態を感知することで判断することが可能と考えられる。外出後に照明が点灯している状態で消し忘れの警告、通知を出すようにする。(表5.2)また、帰宅時との違いを判断するために昼夜の時間や、外出時の消し忘れ通知の有無で判断が可能と考えられる。(表 5.3)これにより外出時と帰宅時の違いを判断することが可能になると考えられる。

	外出前の照明状態	外出後の照明状態
通常状態(夜間)	1	0
津城状態(昼間)	0	0
外出時に消し忘れ(夜間)	1	1
外出時に消し忘れ(昼間)	0	1

表5.2 外出時の照明状態

	帰宅前の照明状態	帰宅後の照明状態	外出時に通知
通常状態(夜間)	0	1	0
津城状態(昼間)	0	0	0
外出時に消し忘れ(夜間)	1	1	1
外出時に消し忘れ(昼間)	1	0	1

表 5.3 帰宅時の照明状態と通知状態

第6章 最後に

今回の研究で、音を感知し判断することによって鍵のかけ忘れを判断し、使用者に通知または警告するシステムを提案した。実験では重要となる音の判別が機械にも可能かどうかを把握するため、人の耳では判別可能と思われたドアの開閉音と鍵の施錠音、解錠音をいくつか集音し波形とスペクトログラフに表して比較してみた。その結果、ドアの閉じる音とその他の音では閾値を使えば判別が可能であることがわかり、その他の音は波形やスペクトログラフでは判別が難しいことがわかった。

そのため一人暮らしである条件を利用し、外出時と帰宅時の人の行動パターンから鍵のかけ忘れ状態を判別する必要があることがわかった。ドアの閉まる音とその他の音として、2種類の音の組み合わせと考えた。これにより鍵をかけ忘れた状態かどうかを判断することが可能となる。また、照度センサーを使用して照明の消し忘れについても同じように人の行動パターンを考え、ドアと鍵の開閉時の前後で照明状況を把握していれば、照明の消し忘れを把握することが可能となると考察した。

第7章 謝辞

本研究を進めるに当たり多くの方々のご指導、ご支援をいただきました。心より深くお礼申し上げます。

また、研究中ご指導いただいた龍谷大学工学部情報メディア学科三好力教授に深く感謝いたします。

参考資料

エアコン仕組み

http://www.fujitsu-general.com/jp/products/aircon/2015/nocria_x/feature/saving.html

エアコン本体

http://www.fujitsu-general.com/jp/products/aircon/2015/nocria_x/lineup/asx25e.html

ライト

<http://www.irisohyama.co.jp/led/lda6-s4.html>

iRemocon

<http://i-remocon.com/aboutiremoconwifi/>

ホームユニット

<http://panasonic.jp/hns/>

CheckKEY

http://www.miwa-lock.co.jp/lock_day/lineup/checkkey.html