

令和7年度 特別研究報告書

2種類のセンサーを用いた小型照明

龍谷大学 先端理工学部 知能情報メディア課程

Y210109 浦井 春維

指導教員 三好 力 教授

概要

近年、我が国では 1 人暮らしの高齢者が増加傾向にある。それに伴って、加齢や疾患が原因で身体を満足に動かせない高齢者の増加が懸念されている。また、家庭内でのけが防止、歩行時の不慮の転倒に対する対策の観点から手すりの設置などが自治体の補助などにより進められている。このことから、高齢者が安全安心に暮らすための手段の一つに照明の自動化が有効であると考えた。一方で室内でペットを飼っている家庭が微増傾向であり、犬や猫を飼う場合、室内ペットの寿命とされる 10～15 年の飼育が必要である。

上記の考察を統合すると、1 人暮らしで高齢、かつペットを飼育する世帯が増加し、人感センサーの誤作動が無視できなくなると予想される。

そこで、本研究では、人とペットを識別するために、既存技術の人感センサーでは個別に用いられていた赤外線センサーと超音波センサーを組み合わせた照明を提案した。

実験結果より、提案システムは実現できるということがわかった。問題点は、現在の状態では実行する際、機械の検出範囲が限定的すぎることである。なので、解決策としては、超音波センサーの数を増やすまたは、調べたい事柄舞に扱うセンサーを変更するなどが予想される。

目次	
研究概要	0
第1章 はじめに	1
第2章 既存技術・既存実験	3
2.1 センサーフュージョン関連技術	3
2.2 照明装置の関連技術	6
2.3 参考にした実験	9
第3章 提案手法	12
3.1 提案手法	12
3.2 フローチャート	13
第4章 実験	14
4.1 実験 1	14
4.2 実験 2	15
4.3 実験 3	16
4.4 実験 4	17
4.5 実験 5	18
4.6 実験 6	20
第5章 考察	21
第6章 終わりに	22
謝辞	23
参考文献	24
参考実験	24

第1章 はじめに

近年、我が国では1人暮らしの高齢者が増加傾向にある。図1-1は、1人暮らしをしている高齢者層が増加傾向にあることを示している。それに伴って、加齢や疾患が原因で身体を満足に動かせない高齢者の増加が懸念されている。また、家庭内でのけが防止のため手すりの設置などが自治体の補助などにより進められている。図1-3は、高齢者が家庭内で怪我をしないための工夫がなされている家が年々増加傾向にあることを示している。この図を見ると、歩行時の不慮の転倒に対する対策が多いことがわかる。

これらの事から、高齢者が安全・安心に暮らすための手段の一つとして照明の自動化が有効であると考えられる。

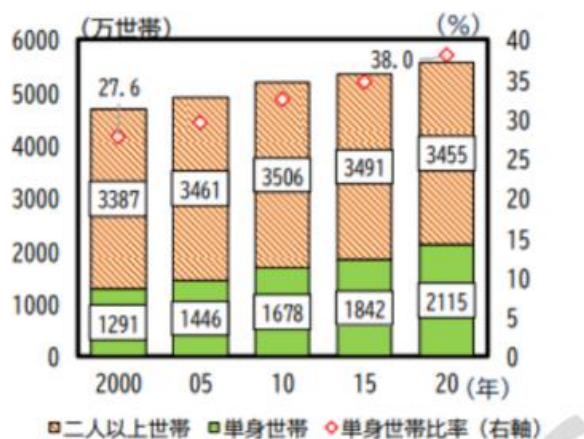


図 1.1 世帯数の推移

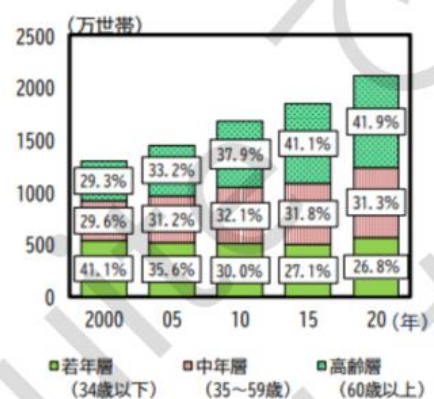


図 1.2 年齢別の単身世帯数

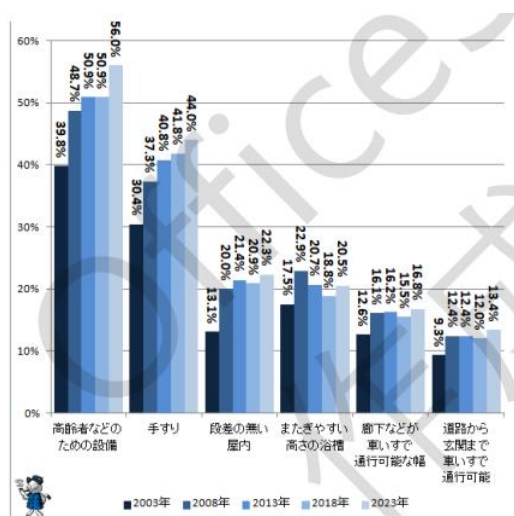


図 1.3 高齢者などのための設備がある住宅の割合

一方で室内でペットを飼っている家庭が微増傾向である。図 1-4, 図 1-5 は、新規に室内ペットを飼育している人が増加傾向にあることを示している。犬や猫を飼う場合、室内ペットの寿命とされる 10～15 年の飼育が必要である。



図 1.4 猫 新規飼育率平均飼育頭数、総飼育頭数(拡大推計)



図 1.5 犬 新規飼育率平均飼育頭数、総飼育頭数(拡大推計)

上記の考察を統合すると、図 1-1, 図 1-2 から 1 人暮らしで高齢、かつペットを飼育する世帯の増加が予想される。照明の自動化には人感センサーを用いることが多いが、室内ペットに分類される犬や猫が増えると人感センサーにより動作する装置の誤作動が無視できなくなると予想される。なので、本研究では、照明機器の人感センサーの精度の向上が必要であり、センサーフュージョンによる精度の向上を考えた。

第2章 既存技術・既存実験

2.1 センサーフュージョン関連技術

本研究の関連技術としてセンサーフュージョンを用いた自動化の観点から、既存製品を調査した。

2.1.1 ロボット・自立移動システム

この例では、ロボットに自立移動システムを搭載することで起きる人や障がい物にぶつかるという事を避けるためにセンサーフュージョンを用いている。

図 2.1.1 に、ロボット・自立移動システムにて搭載されている事例にルンバの例を示す。

製品説明：ClearView™ Pro LiDAR、お部屋のマップをすばやく作成。清掃範囲を最大化し、昼でも夜でも徹底的に掃除します。さらに、専用のセンサーが Roomba® の段差での落下を防止し、PrecisionVision™ AI テクノロジー、コード、ケーブル、ペットの排せつ物など、さまざまな形状やサイズの物体をすぐに認識し、すばやく移動します([1]より抜粋)。



図 2.1.1 ルンバ

2.1.2 スマートホーム・IoT 分野

この例では、センサーフュージョンをすることによって、使用するエネルギーの削減や利用者の行動を把握するのに用いられている。図 2.1.2 に、スマートホーム・IoT 分野での応用事例を示す。

製品説明：人の動きを検知し、スマートフォンにお知らせするスマート人感センサー。外出先から人の出入りや侵入者を確認できて、見守りや防犯に役立ちます。壁面や天井に取り付けできるコンパクト設計。赤外線センサー搭載。日中だけでなく夜間も検知可能[2]。



図 2.1.2 スマート人感センサー

2.1.3 防犯・侵入検知システム

この例では、センサーフュージョンを誤報の減少と、夜間などの低照な場所での検知制度の向上のために用いられている。

図 2.1.3 に、防犯・侵入検知システムが搭載されている製品機器を示す。これは、暗闇でも自動で動画撮影できる、小型防犯カメラである。電源などの配線工事不要の USB 充電式で、動画撮影したい場所に簡単に設置できる。周囲と温度差のある人や物の動きを検知できる人感センサー内蔵にて、自動で動画撮影可能。暗闇でも撮影できる赤外線 LED を 10 個内蔵した屋内専用[3]のカメラである。



図 2.1.3 防犯・侵入検知システム付きの小型カメラ

2.2 照明装置の関連技術

以下にこの研究を行うにあたって参考にした商品事例を記す。

2.2.1 人感センサー付きのテーブルライト

人感センサー付きのテーブルライトについて以下に記す。

このテーブルライトは、人が近づくと、機器のスイッチが自動的に ON になったり、逆に人が離れるとスイッチがオフになるセンサーを備え付けた照明である。

図 2.2.1 に、人感センサー付きのテーブルライトを示す。

製品説明：人を感知してパッと点灯!消し忘れの無い自動点灯!点灯時間は約 30 秒!暗い廊下、階段などに設置しますと、近づいたときに自動発行点灯し、誰もいなくなると自動消灯します[4]。



図 2.2.1 人感センサー機能付きテーブルライト

2.2.2 タッチ調光・調色センサー付きのテーブルライト

図 2.2.2 に、タッチセンサー付きのテーブルライトを示す。

製品説明：生活、オフィスの専門家、汎用性の高い照明ソリューションに感謝する学生を探している家族に最適です。任意の部屋で理想的な雰囲気を作成するためのタッチ調光のテクノロジーと色の変化能力を備えた LED ナイトスタンドランプを発見してください。このランプは、シームレスな調光、4つのライトモード、メモリ機能を備えた輝度レベルを提供します[5]。



図 2.2.2 タッチセンサー機能付きテーブルライト

2.2.3 超音波センサー付きのテーブルライト

超音波センサー付きのテーブルライトについて以下に記す。

このテーブルライトは、基本超音波センサーの検知範囲内に人や物が入った時に「人がいる」か「いない」という判断を行い、照明・LED・機器を ON・OFF するというセンサーを備え付けた照明である。

図 2.2.3 に、超音波人感センサー付きのテーブルライトを示す。製品説明：人の着席・離席を高度な超音波人感センサーが感知。照明の ON・OFF を自動でコントロールします。程よい早さで優しく点灯。消灯時はゆっくりとやわらかく消灯。人の目にやさしい機能です[6]。



図 2.2.3 超音波センサー機能付きテーブルライト

2.3 参考にした実験

2.3.1 人感センサーの動作

人感センサーを動作させる実験[1]がある。この実験は、人感センサーを用いて、センサーの反応する範囲内に人がいるなら点灯という実験である。図 2.3.1 に実験[1]の回路構成を示す。

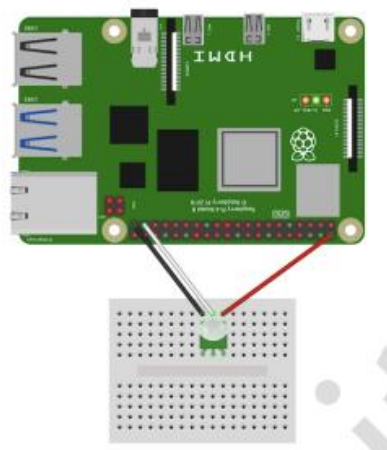


図 2.3.1 実験[1]

2.3.2 超音波センサーの動作

超音波センサーを動作させる実験[2]、実験[3]がある。2つの実験は、超音波センサーを用いて、センサーが発した超音波と超音波を跳ね返した物までの距離を測定する実験である。図 2.3.2 に実験[2]、図 2.3.3 に実験[3]の回路構成を示す。

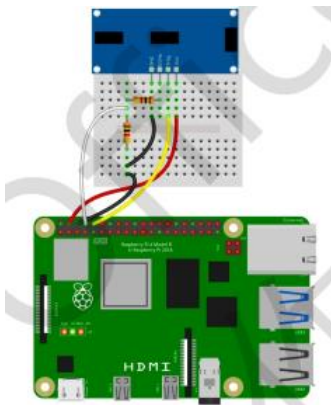


図 2.3.2 実験[2]

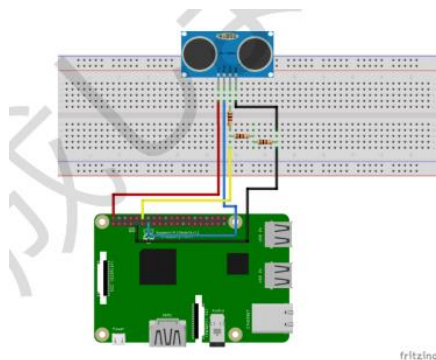


図 2.3.3 実験[3]

2.3.3 超音波センサーでの点灯・消灯

超音波センサーを動作させてバーLEDの点灯・消灯を行う実験[4]がある。この実験は、超音波センサーを用いて、反応物の距離毎にバーLEDが点灯・消灯するという実験である。図2.3.4に実験[4]の回路構成を示す。

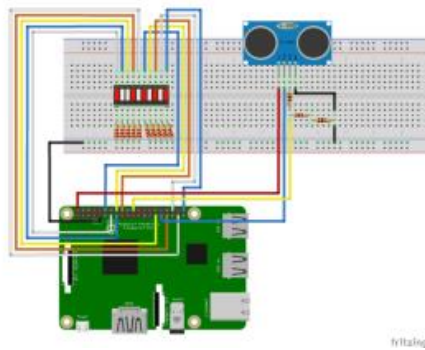


図 2.3.4 実験[4]

2.3.4 人感センサーでの点灯・消灯

人感センサーで点灯し、照明の点灯・消灯を行う実験[5]・実験[6]がある。実験[5]は、人感センサー、赤外線LED、赤外線受光モジュールの3つを用いて、人感センサーの前を人が通過すると部屋のライトが点灯、明るさはリモコンで調整するという実験。実験[6]は、人が付近にいるなら点灯、いないなら消灯を行う実験である。図2.3.5に実験[5]、図2.3.6に実験[6]の回路構成を示す。

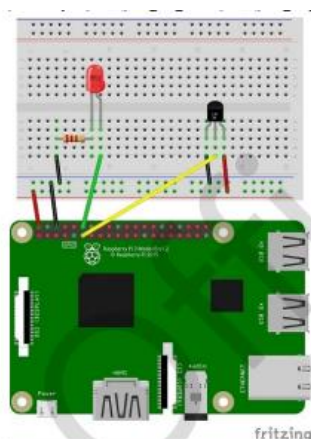


図 2.3.5 実験[5]

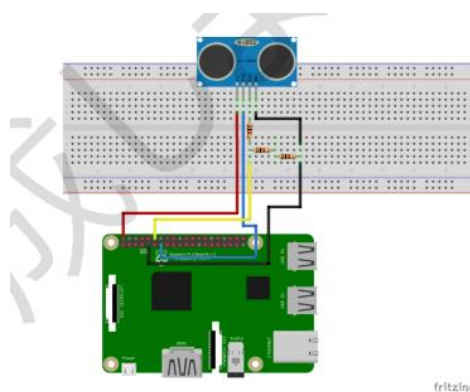


図 2.3.6 実験[6]

第3章 提案手法

3.1 提案手法

高齢者と室内ペットが同居する環境下においては、人とペットを識別し適切に反応する人感センサーあるいは、人・ペットセンサーが求められるが、既存技術を調べた結果、このような発想のシステムは実現されていない事がわかった。

そこで、本研究では、人とペットを識別するために、既存技術の人感センサーでは個別に用いられていた赤外線センサーと超音波センサーを組み合わせた照明を提案する。

この照明は、超音波センサーの発する音波が跳ね返った物が人ならば、赤外線センサーの反応に応じて一定時間点灯し、超音波センサーの発する音波が跳ね返った物が人でない、もしくは指定した範囲内に音波を跳ね返す物がないならば消灯もしくは反応しないという機能を提供する。

3.2 フローチャート

提案する照明の動作アルゴリズム図のフローチャートを図 3.2.1 に記す。

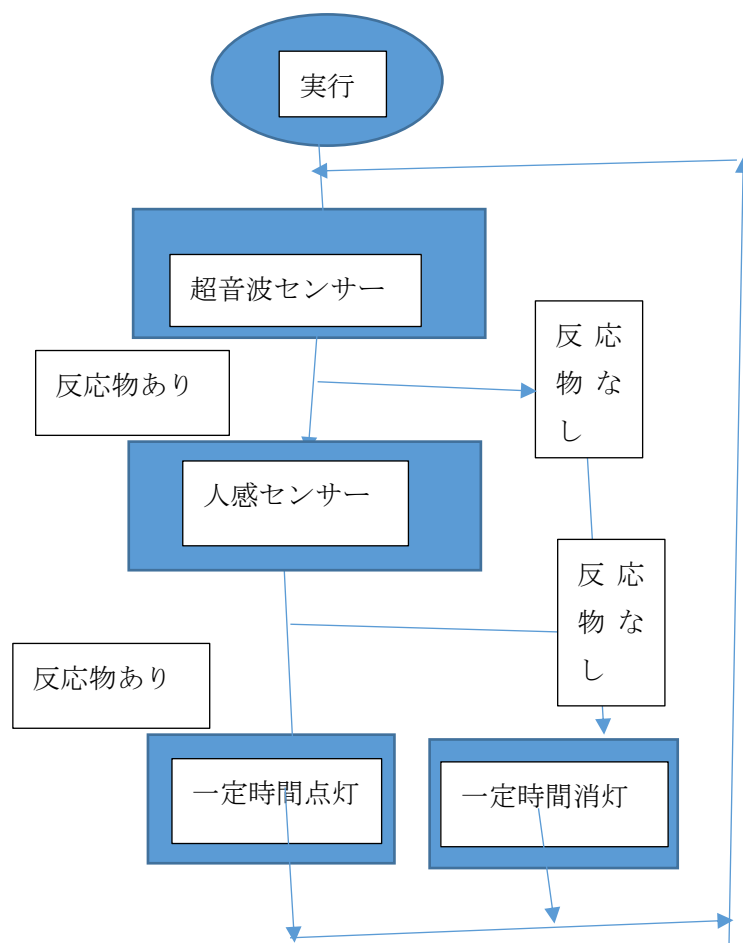


図 3.2.1 アルゴリズムのフローチャート

第4章 実験

4.1 実験1

ラズベリーパイと LED を接続して、接続した LED の点灯・消灯実験を行う。

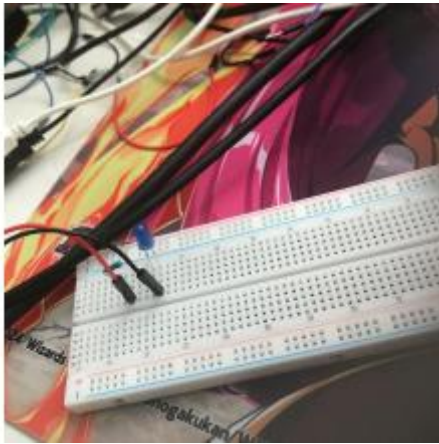


図 4.1.1 消灯状態



図 4.1.2 点灯状態

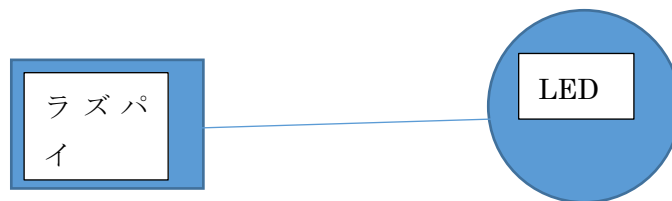


図 4.1.3 回路図

1. 実験目的 : LED が実験用プログラムに書いてある通りにラズベリーパイで LED が指示通りに点灯・消灯できる事の確認。
2. 実験装置:ラズベリーパイ 4、オスメスジャンパー線×2、抵抗(1k)×1、青色の LED×1、ブレッドボード×1
3. 実験手順:ラズベリーパイの 5V 端子(pin2)と LED の+端子を繋ぎ、GND 端子と LED の一端子との間に抵抗を挟んでからラズベリーパイの ground に繋いだ。図 4.1.3 に回路図を示す。実験用プログラムを実行した。実験回数 9。
4. 実験結果:図 4.1.2 のように点灯し、一定時間後図 4.1.1 のように消灯した。
5. 考察、目的は達成された。

4.2 実験 2

ラズベリーパイと超音波センサーを接続して超音波センサーが反応するかの実験を行う。

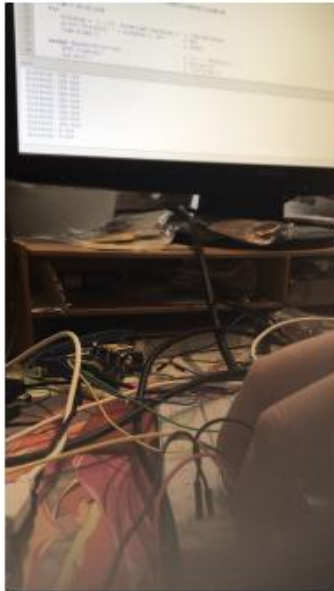


図 4.2.1 超音波センサー反応時

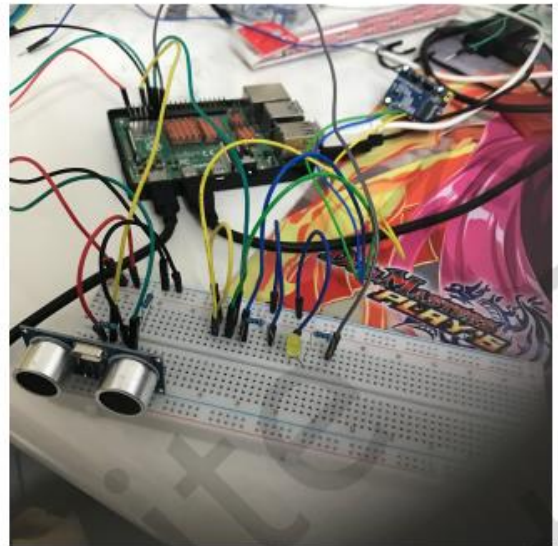


図 4.2.2 配線

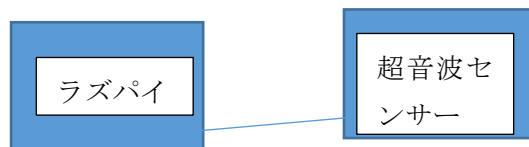


図 4.2.3 回路図

1. 実験目的: 超音波センサーと障がい物間の距離測定ができる事の確認。
2. 実験装置: オスメスジャンパー線×4、抵抗(1k)×2、オスオスジャンパー線×1、ラズベリーパイ 4、ブレッドボード×1
3. 実験手順: 超音波センサーの Ucc 端子をラズベリーパイの 5V 端子(pin2)に Trigpin をラズベリーパイの GPIO15 と接続し、Echopin をラズベリーパイの GPIO14に GND 端子を ground(pin6)に抵抗を挟む形でつないだ。図 4.2.2 に配線、図 4.2.3 に回路図を示す。その後、実験用プログラムを実行、超音波センサーの前に手を入れる、超音波センサーを動かして壁に近づけるなど障害物を超音波センサー前に置いて距離測定を行った。
実験回数 7。
4. 実験結果: 障がい物までの距離測定が成功した。
5. 考察: 目的は達成された。

4.3 実験3

ラズベリーパイと人感センサーを接続して反応するかの実験を行う。

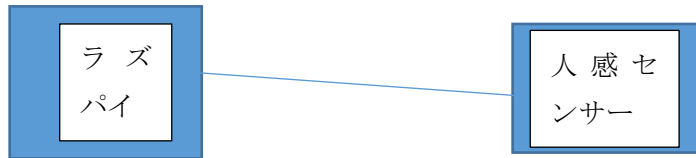


図 4.3.1 回路図

1. 実験目的:人がいるなら 1 と表示し、人がいないなら 0 と画面に表示することの確認。
2. 実験装置:人感センサー×1、オスメスジャンパー線×3、オスオスジャンパー線×1、抵抗(1k)×1、ラズベリーパイ 4×1
3. 実験手順:GND 端子をラズベリーパイの ground 端子(pin6)に抵抗を挟む形で挿し、電源に該当する端子をラズベリーパイの 5V 端子(pin2)に、モーション該当する端子をラズベリーパイの GPIO17 に挿入した。図 4.3.1 に回路図を示す。その後、実験用プログラムを起動し、センサーの前に立つ、センサーから離れるの動作を行った。実験回数 3。
4. 実験結果:センサー前に人がいれば画面に 1 と表示され、人がいなければ 0 と表示された。
5. 考察:目的は達成された。

4.4 実験4

実験1と実験3を組み合わせてLEDの点灯・消灯実験を行う。

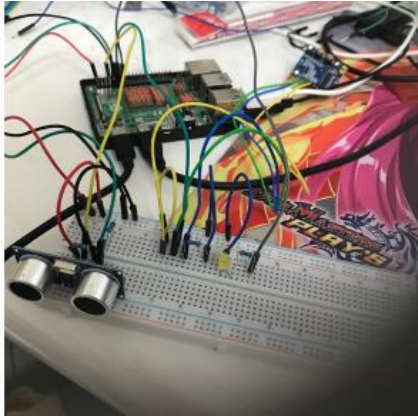


図 4.4.1 配線



図 4.4.2 点灯状態



図 4.4.3 消灯状態

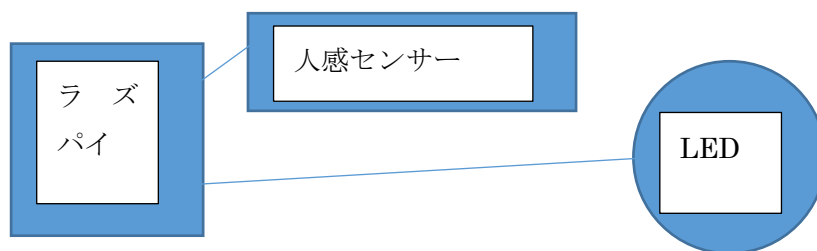


図 4.4.4 回路図

1. 実験目的: センサーの近くに人がいるなら点灯、いないなら消灯を行うことが目的。
2. 実験装置: オスメスジャンパー線×5、人感センサー×1、ラズベリーパイ×1、LED×1、オスオスジャンパー線×1、抵抗(1k)×2
3. 実験手順: 人感センサーの接続状況も LED の接続状況とも変わらない。図 4.4.1 に配線、図 4.4.4 に回路図を示す。実験用プログラムを実行後、手を人感センサーの前に置く、自身が人感センサーから離れるなどして点灯・消灯の確認を行った。実験回数 5。
4. 実験結果: 人感センサーの情報に基づいて図 4.4.2 のように点灯、図 4.4.1 のように消灯が行えた。点灯はおこなえたが、消灯させることに苦労した。
5. 考察: 目的は達成された。

4.5 実験5

実験4に超音波センサーも繋いで、LEDの点灯・消灯実験を行う(距離設定は行わない)。

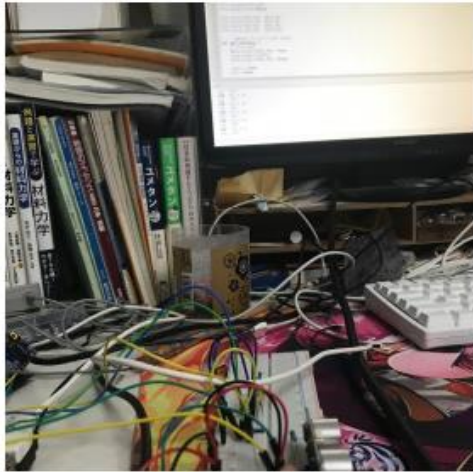


図 4.5.1 点灯状態

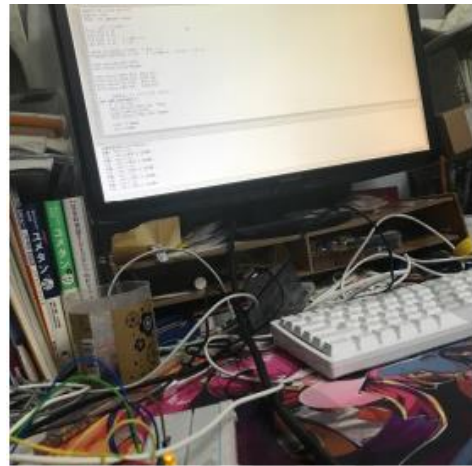


図 4.5.2 消灯状態

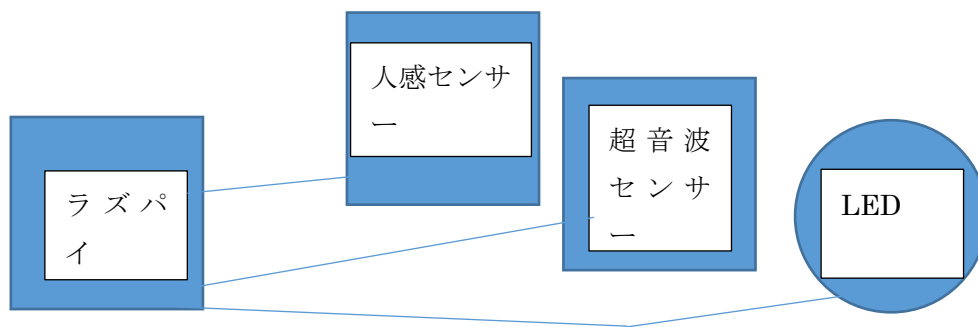


図 4.5.3 回路図

1. 実験目的: 設定した距離の値より小さい場所で超音波センサーの出した超音波がセンサーへと跳ね返ったならば、人感センサーを反応させられるようにし、かつ人がいるならLEDを点灯させ、いないならLEDを消灯させること。
2. 実験装置: オスメスジャンパー線×6、オスオスジャンパー線×5、人感センサー×1、抵抗(1k)×3、ラズベリーパイ4×1、超音波センサー×1、ブレッドボード×1
3. 実験手順: 配線は各実験と変わらないが、ラズベリーパイの5V端子やgroundに直挿しではなく、ブレッドボードの端にある土のところにそれぞれ挿すことで、ラズベリーパイ、超音波センサー、人感センサー、LEDの順にで接

続した。図 4.5.3 に示す。その後、実験用プログラムを実行し、手や無機物を超音波センサーの前に持っていった。実験回数 8。

4. 実験結果:設定した値以下なら図 4.5.2 のように距離を表示しつつ点灯し、検出位置が範囲外もしくは検出範囲に返す物がないなら図 4.5.1 のように消灯のどちらも確認できた。熱くない無機物を超音波センサーの前に置くと無反応という結果が得られた。

5. 考察:目的は達成された。

4-6 実験 6

手順4に超音波センサーも繋いで、LEDの点灯・消灯実験を行う(距離設定あり)。回路図、消灯状態、点灯状態いずれも実験5と変わらないので省略。

1. 実験目的:指定した距離以下もしくは以上の場所で超音波が超音波センサーに跳ね返れば、人感センサーが反応できる状態になり、センサーの周りに人がいるなら LED を点灯。人がいないならば消灯させることが目的。実験 4-5 との違いは、設定した値が 200mm～500mm の場合、200mm よりしたの値だとセンサーは反応を示さないが、200mm 以上ならば反応し、500mm より上の値の時はセンサーが反応しないこと。
2. 実験装置: 実験 5 と同じ。
3. 実験手順:機器の接続方法は実験 5 と同じ。しかし、こちらの場合は実験用プログラムが以下のみではない。なので、設定した値以下と値以上の場所に手や熱いもの、熱くないものを置くことでそれぞれの場合でどのような反応を示すかの確認を行った。
4. 実験結果:指定した範囲の値以上、以下でも実験 5 と変わらない反応が得られたが、違いとしては 200 mmより反応地点が小さい場合と反応地点が 500mm より上の場合のどちらもで消灯が確認できた。また、200mm～500mm 間での点灯も確認できた。熱くない無機物を超音波センサーの前に置くと無反応という結果が得られた。
5. 考察: 目的は達成された。

第5章 考察

実験 4 で点灯はおこなえたが、消灯させることで苦勞した。考えられる理由としては熱源にあたるものが近かったことか、明るすぎたことによるセンサーの誤作動などが考えられる。

実験 5、6 より、超音波センサーと人感センサーでセンサーフュージョンした結果から、超音波センサーがあたかも熱源センサーの役割を果たしている動作をした。原因は今のところ不明である。

また、実験を行う際の注意点として、人感センサーとジャンパー線を繋ぐときは GND 端子と電源端子を間違えそうになるので、確認を怠らないことや、ブレッドボードにジャンパー線を挿す時に、LED の+と-側の判別がしづらくなっているのを、こちらも接続する際は確認を忘れないことなどが事故防止のために考えられた。

第6章 終わりに

1人暮らしで高齢、かつペットを飼育する世帯の増加が予想され、室内ペットに分類される犬や猫が増えると人感センサーにより動作する装置の誤作動が無視できなくなると予想される。なので、本研究では、照明機器の人感センサーの精度の向上が必要であり、センサーフュージョンによる精度の向上を考えた。

高齢者と室内ペットが同居する環境下においては、人とペットを識別し適切に反応する人感センサーあるいは、人・ペットセンサーが求められるが、既存技術を調べた結果、このような発想のシステムは実現されていない事がわかった。

そこで、本研究では、人とペットを識別するために、既存技術の人感センサーでは個別に用いられていた赤外線センサーと超音波センサーを組み合わせた照明を提案した。

実験結果より、提案システムは実現できるということがわかった。問題点は、現在の状態では実行する際、機械の検出範囲が限定的すぎることである。なので、解決策としては、超音波センサーの数を増やすまたは、調べたい事柄舞に扱うセンサーを変更するなどが予想される。

謝辞

今回の研究、論文作成を行うにあたり、ご指導いただきました三好力教授に感謝いたします。

参考文献

[1] Roomba Max 705 Vac ロボット + AutoEmpty 充電ステーション

URL : <https://store.irobot-jp.com/item/W155060.html>

[2] カシムラ KJ-193 スマート人感センサー

URL : <https://www.kashimura.com/goods/home/kj193.html>

[3] サンワダイレクト 小型カメラ 赤外線 夜間撮影 フル HD 動体検知広角 120° USB 充電式 microSD 128GB 対応 屋内用 ブラック 1 個 400-CAM099

URL : <https://direct.sanwa.co.jp/ItemPage/400-CAM099>

[4] コモライフ 置くだけセンサーライト LED 丸型

URL:省略

[5] USB 充電付きのタッチセンシティブ LED ナイトライトと調整可能な輝度の調整可能なテーブルランプ子供と大人向けのタッチコントロール付き

URL: <https://www.amazon.co.jp/Watreketal/dp/B0FNWSF3WY>

商品番号 : B0FNWSF3WY

[6] オーデリック

T-LINEserise

URL: <https://www.odelic.co.jp/products/tline/>

参考実験

[1] <https://raspi-school.com/pir-sensor/>

[2] <https://raspi-school.com/ultrasonic-sensor>

[3] <https://denkisekkeijin.com/raspberrypi/pi-ultrasound>

[4] <https://denkisekkeijin.com/raspberrypi/pi-ultrasound-barled>

[5] <https://helloworldbreak.net/raspberrypi-human-detection-ir-1004/>

[6] <https://osoyoo.com/2017/03/15>