

Title	ホームネットワークを利用した家庭内の危険回避誘導システム構築に関する研究
Author(s)	松尾, 匡記
Citation	
Issue Date	2012-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/10445
Rights	
Description	Supervisor:丹 康雄, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

**ホームネットワークを利用した家庭内の危険回避
誘導システム構築に関する研究**

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報科学専攻

松尾 匡記

2012 年 3 月

修 士 論 文

ホームネットワークを利用した家庭内の危険回避 誘導システム構築に関する研究

指導教官 丹 康雄 教授

審査委員主査 丹 康雄 教授

審査委員 篠田 陽一 教授

審査委員 LIM, Azman Osman 准教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報科学専攻

1010060 松尾 匡記

提出年月: 2012 年 2 月

概 要

家庭内の誘導では、屋外で受ける誘導と異なり日常的にその誘導による影響を受けることが予想される。そのため、誘導手法が適切でないと誘導対象者となる居住者がシステムからの誘導に慣れてその誘導を無視することやその誘導が邪魔だと感じるによりこれらの誘導の有効性が低下する。そこで本稿では、現在屋内外でよく利用されている強制的な手法や明示的な手法でない新たな手法が家庭内の誘導では必要であることを提案し、様々な家庭内の家電や設備の中で居住者が家庭内で部屋から部屋に移動する際に操作する扉がそれを実現するために有用なデバイスであると注目し、それを利用した新たな誘導手法を提案しその有効性の検討を行う。本稿では、家庭内の扉の中でも介護の面から注目されている引き戸を利用した手法の有効性の検討を行う。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究の背景	1
1.2	研究の目的	1
1.3	本論文の構成	3
第2章	誘導実現のために	4
2.1	家庭内事故	4
2.2	家庭内事故を防ぐ既存手法の分類と問題点	5
2.2.1	強制的な手法	6
2.2.2	明示的な手法	7
2.2.3	家庭内誘導の必要条件	9
第3章	提案する新たな誘導手法	10
3.1	ホームネットワークとは	10
3.1.1	家庭内の既存のデバイスと提示方法別カテゴリ分け	10
3.2	提案する新たな誘導手法	13
3.2.1	対象機器以外の機器の動作制御による誘導	13
3.2.2	対象機器の動作制御による誘導	15
3.3	扉による誘導	16
3.3.1	扉の種類	16
第4章	評価実験	18
4.1	扉を開く動作に対する最適な負荷値の導出	18
4.1.1	実験の目的	18
4.1.2	実験の概要	18
4.1.3	実験環境	18
4.1.4	被験者の構成	19
4.1.5	実験手順	20
4.1.6	結果と評価	20
4.2	シナリオ実験による負荷値の評価	28
4.2.1	実験の目的	28
4.2.2	実験の概要	28

4.2.3	被験者の構成	28
4.2.4	実験手順	28
4.2.5	結果と評価	29
4.3	本手法のシステムとしての有効性評価	33
4.3.1	実験の目的	33
4.3.2	システム概要と実験環境	33
4.3.3	実験の概要	34
4.3.4	被験者の構成	34
4.3.5	実験手順	34
4.3.6	結果と評価	35
第 5 章	考察	39
5.1	節電システム	39
5.2	徘徊防止システム	40
5.3	家庭内危険回避誘導システムとしての視点	40
第 6 章	総括	42
6.1	まとめ	42
6.2	今後の課題	42
6.2.1	安全への対応	42
6.2.2	動的な負荷値の変更	42
6.2.3	長期的な有効性	43

目 次

2.1	家庭内事故死亡数、交通事故死亡数の推移	4
2.2	家庭内事故の種類別死亡数の年次推移	5
2.3	家庭内事故の年齢別死亡数	5
2.4	認知症高齢者の現状と予測	7
4.1	iHouse の外観	19
4.2	実験装置と扉, 操作部の寸法	19
4.3	錘と戸の開閉力の関係	21
4.4	左, 右開き引き戸によるそれぞれの負荷値に対する最頻値	24
4.5	左, 右開き引き戸によるそれぞれの負荷値に対する有効人数	24
4.6	操作手に荷物 (1.5kg) を持った実験姿勢	29
4.7	左, 右開き戸操作時に操作手に荷物 (1.5kg) を持った際のそれぞれの負荷値 に対する最頻値	32
4.8	左, 右開き戸操作時に操作手に荷物 (1.5kg) を持った際のそれぞれの負荷値 に対する有効人数	32
4.9	システム設置箇所	34
4.10	実験姿勢	35

表 目 次

3.1	提示方法別の家庭内誘導デバイス	12
3.2	主な対象機器とその使用により可能性を高くする家庭内事故	13
3.3	対象機器以外の機器の動作制御による誘導で利用できる誘導デバイス	14
4.1	評価と得点の対応	21
4.2	引き戸（左開き）による負荷値に対する評価	22
4.3	引き戸（右開き）による負荷値に対する評価	23
4.4	左, 右開き引き戸操作時の高齢者男性の負荷値に対する評価	26
4.5	左, 右開き引き戸操作時の若年者女性の負荷値に対する評価	27
4.6	左開き戸による操作手に荷物 (1.5kg) を持った際の負荷値に対する評価 . . .	30
4.7	右開き戸による操作手に荷物 (1.5kg) を持った際の負荷値に対する評価 . . .	31
4.8	立位状態での通常時、システム動作時の区別可能割合	36
4.9	歩行と連動して戸を操作した際の通常時、システム動作時の区別可能割合 .	36
4.10	右開きの扉を右利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率	37
4.11	右開きの扉を両利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率	37
4.12	左開きの扉を右利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率	37
4.13	左開きの扉を両利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率	38

第1章 はじめに

本章では、研究の背景と目的、本論文の構成を示す。

1.1 研究の背景

現在、家庭内では多くの事故が発生し、多くの人々が亡くなっている。それより家庭内でも家庭内で発生する危険を回避する方法が必要である。現在、家庭内で居住者の危険を回避する方法として主に用いられているのが強制的に人の行動を阻止する方法である。例えば、チャイルドロックや安全装置などが強制的に行動を阻止する方法にあたる。これらの欠点としては、行動を止められる人に心理的な影響を与えてしまう可能性があり例えば、現在の高齢化社会の流れにより増加している認知症患者は、行動を制限されていると思うことにより病状が悪化する可能性があるのでそのような方法は効果的でない場合がある。

家庭外で人が死亡や怪我をするような危険を回避する方法として多く利用されているのは、危険な場所や事故が発生する可能性のある場所で明示的な方法により人が危険な行動をしないように提示デバイスにテキストを表示したり音声による注意喚起の方法が用いられている。例えば、エスカレーターの乗降口や駅構内のアナウンスなどで利用されている。そのような方法を家庭内にも取り入れた場合には、居住者が危険な行動をしている際やまた行動をしようとしている際にそれらにより居住者が注意喚起を受けるとそれらから受けるその提示の回数が増えてくるにつれて居住者がその提示に慣れる事やその提示を邪魔だと感じるにより危険を回避する有効的な手段にならない可能性がある。

1.2 研究の目的

人を誘導する際には、システムからの情報を誘導したい人（以下、誘導対象者）に何らかの方法で伝えるまたは気付かせる必要がある。既存の誘導に関する研究では、人の視覚や聴覚などの感覚を利用して情報を提示するデバイスが利用されている [1],[2],[3]。それらは、例えば視覚を利用したデバイスである携帯型情報端末機などや聴覚を利用したスピーカーなどがある。本研究では、家庭内の家電や設備を誘導デバイスとして利用した際に人のどの感覚に影響を与えて情報を提示できるかを感覚毎にカテゴリ分けする。

家庭内誘導は、その誘導対象者に喚起したい情報を伝えることができ、尚且つその情報提示を受ける誘導対象者の行動の邪魔にならないことが必要となる。このことは、情報提示に長けていてもその提示を受ける者の邪魔となればその有効性は低くなることを示す。本研究では、そのことも踏まえて多くの家庭内の家電や設備の中で居住者が日常の生活で家庭内の部屋から部屋への移動の際に操作する扉に注目しその扉を利用した新たな誘導手法を提案する。本研究の目的は、その扉を利用した提案手法の有効性を検討することである。

1.3 本論文の構成

本論文は以下の構成となっている。

- 第1章
研究の背景と目的、本論文の構成を示す。
- 第2章
家庭内事故の現状とそれを防止する現在の手法の問題点を検討し家庭内誘導で満たすべき条件を検討する。
- 第3章
提案する誘導手法について説明する。
- 第4章
提案する手法を用いての実験の概要および結果の考察について説明する。
- 第5章
提案手法で有用となるシステムについて述べる。
- 第6章
本研究の総括、今後のまとめを述べる。

第2章 誘導実現のために

本章では、家庭内の事故の現状を説明しその事故を防ぐために現在利用されている方法で解決しようとする発生する問題について検討する。また、現在のホームネットワークを利用してその問題を解決することが可能であるかについて検討を行う。

2.1 家庭内事故

家の外より家の中の方が安全という考え方は現状と逆行している。図 2.1 に家庭内で発生する事故での死亡数と交通事故での死亡数の推移のグラフを示す [4]。また、図 2.2 には、家庭内事故の種類別死亡数の推移を示す。更に図 2.3 には、家庭内事故の年齢別死亡数の推移を示す。

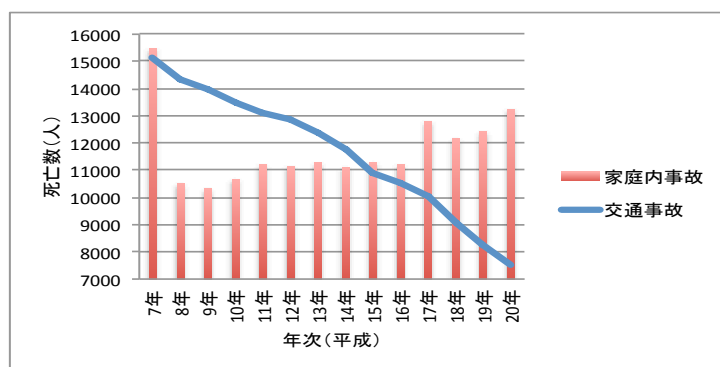


図 2.1: 家庭内事故死亡数、交通事故死亡数の推移

現在、家庭内で発生する事故での死亡数は、交通事故でのそれを大きく上回っている。また、交通事故での死亡数は、毎年継続して減少傾向にある。平成7年を100%ベースで計算すると平成20年には約49.5%まで減少している。これにはテレビやインターネットなどのメディアを通じて交通事故の悲惨なニュースなどを毎日のように放送また閲覧することによるドライバーや歩行者の意識の向上や平成16年11月に施行された「走行中の携帯電話の使用に対する罰則の強化」や平成19年6月に成立した「酒運転の罰則強化」などの道路交通法の改正などの多くの要因により減少していると考えられる。しかし家庭内で発生する事故での死亡数は、継続して減少しているとは言えずむしろ上昇傾向にある。その内訳は、多くの事故の種類がありそれらの種類別に見てもどれも減少傾向に無いこと

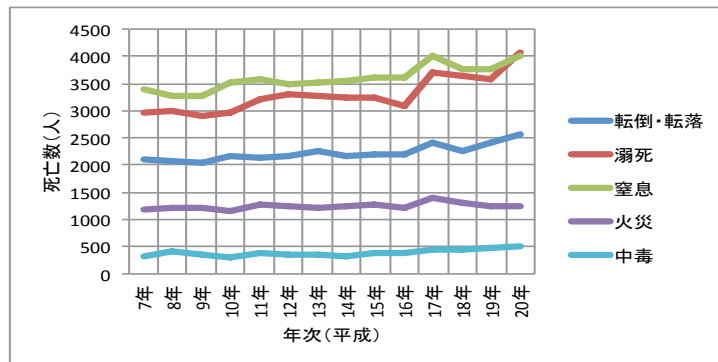


図 2.2: 家庭内事故の種類別死亡数の年次推移

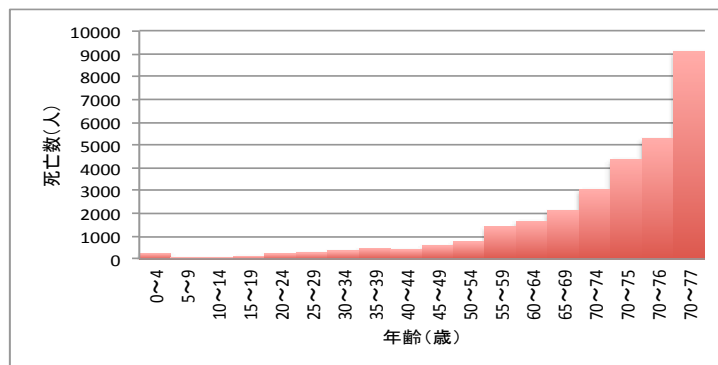


図 2.3: 家庭内事故の年齢別死亡数

が分かる。図 2.3 より家庭内の事故では高齢者が事故の被害者となり死亡するケースがその他の年齢と比べると極端に多いことが分かる。それに対して、家庭内での軽傷の回数は子供がその他の年齢に比べると圧倒的に多い。従って、多くの対策により減少した交通事故と同じように家庭内の事故に対する対策が今後より一層注目されるべき事柄であり、現在そのような事故を防止するために利用されている方法を補完するようなシステムを提案する必要がある。

2.2 家庭内事故を防ぐ既存手法の分類と問題点

本研究では、危険を以下のように定義する。

- 危険とは、家庭内事故につながる行動である。

本節では、現在家庭内で発生する危険を防ぐ方法として利用されている手法について述べ、その後現在屋外の誘導で主に利用されている方法を家庭内に導入した場合に発生する問題について検討する。

2.2.1 強制的な手法

現在、家庭内の機器や設備を安全に利用できない子供や高齢者に対してその機器や設備を利用、操作できなくさせるためにチャイルドロックのように鍵を掛ける方法が多く利用されている。チャイルドロックは、物理的な鍵だけのようなものだけではなく家庭内の家電にはチャイルドロックが機能の一つとして標準搭載されているものがある。例えば、IH クッキングヒーターなどの調理家電類やファンヒーターなどの暖房機器類には、チャイルドロックが搭載されている場合が多い。チャイルドロックは、機器やメーカーごとに多くの設定方法があり、例えば IH クッキングヒーターのチャイルドロックでは、それを設定すると全てのヒーターのキー操作ができなくなる。このロックは、設定方法と同じ操作でなければチャイルドロックを解除できないのでヒーター自体の電源を切るとチャイルドロックの設定も消去されるような簡単な方法では、ロックを解除できない仕様になっている。本研究では、物理的な鍵や機器に搭載されている機能の一つであるチャイルドロックのように居住者に対して家電の電源の操作やキーの操作などを完全にまた部分的に利用できなくする、また設備を利用できなくするこのような方法を強制的な手法と呼びそれを以下のように定義する。

- 強制的な手法

誘導対象者の意向を無視し誘導対象者の行動を阻止する手法

強制的な手法を利用して居住者の家電の操作や設備の利用を一部また完全に阻止する方法は、その利用目的である家庭内で保護者の目の届かない所で子供に事故が発生する可能性の高い機器や設備を利用させないようにできる点では長けている商品また機能である。しかし、この強制的な手法はそこまでしか提供できない。従って、それにより利用を阻止された居住者に対してその手法は何も返さずそれが問題となる可能性がある。

現在、少子高齢化社会であることは、テレビなどのメディアや学校の教育により周知の事実である。65 歳以上の人口は、2002 年では約 24,000 千人と言われこれが 2015 年には、約 33,000 千人となる予想が立てられこれは高齢者の人口が全人口の約 26 %を占める割合となる [5]。また、高齢者が増えるに伴い「何らかの介護・支援を必要とする痴呆がある高齢者」（いわゆる、痴呆性老人自立度 2 以上）の人口も増加する予想が立てられている。認知症患者数の現状とこれからの患者数の推移について図 2.4 に示す。

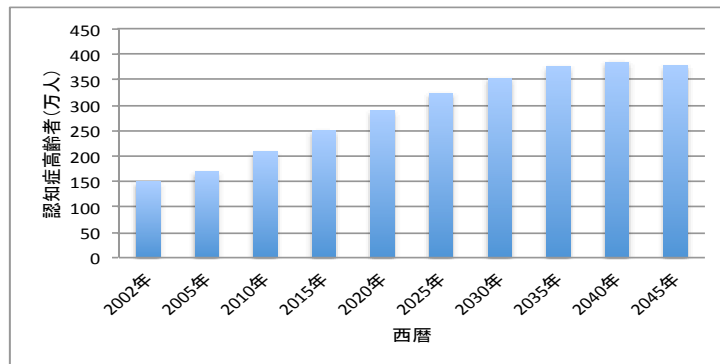


図 2.4: 認知症高齢者の現状と予測

図 2.4 より 2002 年には、認知症高齢者が約 150 万人であるが 2015 年にはそれから 100 万人増えて 250 万人となる予想が立てられている [5]。またその文献 [5] によると「何らかの介護・支援を必要とする痴呆がある高齢者」の約 50 % は居宅にいたことが 2002 年ベースで明らかとされている。それより重度となる「一定の介護を必要とする痴呆がある高齢者」（いわゆる、痴呆性老人自立度 3 以上）について述べるとそれに認定された約 3 人に 1 人は「運動能力の低下していない者」であるとされその約 6 割が居宅にいとされている。このような認知症患者が居宅にいたことには幾つかの要因が存在する。それらは、認知症患者の家族が在宅介護を選択する場合や認知症患者が入居する介護施設である特別養護老人ホームやグループホームの定員が満員となり入居できず本来は介護施設を利用したいが居宅での生活を選択しなければならない場合などがある。現在、多くの専門の施設では、定員を越える待機者数となっている。例えば、このような認知症患者が家庭内で動きまわり家電を操作することも十分に考えられそれを操作や利用することにより怪我や死亡事故に繋がる可能性が存在する。現在、それらの認知症患者の危険を防ぐために強制的な手法が利用される場合がある。例えば、認知症患者の症状の一つである徘徊を防止するために鍵を複数設置する方法が利用されている。このように認知症患者が家庭内事故に遭遇しないように行動や操作を阻止する強制的な手法を利用した場合、認知症患者が行動を制限されていると思うことにより認知症の症状を悪化させてしまう可能性があるとされている。これらにより家庭内の事故を防ぐために強制的な手法を利用することは、その家電の操作を阻止できるという利点は存在するがそれを受ける居住者や状況によってはそれらが負の影響を与える問題が存在する。

2.2.2 明示的な手法

現在、私たちは多くの誘導を利用しながらまた影響を受けながら生活している。例えば私たちは、エスカレーターの乗降口でアナウンスを受ける。それは、エスカレーターを使用する際に事故が発生しないように注意喚起するものである。その他にも、駅構内では同様に事故を防ぐための注意喚起のアナウンスが流されている。また、対象者の聴覚を利用

するだけではなく高速道路上の看板など対象者の視覚を利用して私たちの行動に影響を与える情報を提示する場合もある。このように、事故が多く発生する場所では視覚や聴覚を利用して事故が発生しないように誘導する手法が利用されている。本研究では、このようにユーザに誘導する方法を明示的な手法と呼び以下のように定義する。

- 明示的な手法

誘導対象者に対して音声やテキストを利用して誘導対象者の行動に影響を与える手法

この方法は、その行動を行いたい誘導対象者がその行動を完全に阻止される強制的な誘導とは異なり、その誘導に従わなければならないといったことは起こらない。しかし、この方法を家庭内で利用する場合を検討すると有効なシステムとはならない。なぜなら、以下のような可能性が考えられるからである。

- 日常的に誘導を受ける居住者がその誘導に慣れることでその誘導を無視するようになる可能性
- 音声やテキストによる提示手法は環境に依存するので誘導対象者がその誘導を見逃す可能性
- 誘導対象者以外の居住者に対しての影響

私たちは、初めて行く場所や危険で有ることを既知している場所では、周囲に目を配りそこで受ける誘導には敏感に反応しそれに従い行動する。しかし、そのような場所でも回数を繰り返すことにより慣れが発生し徐々にその誘導を気にしつつも自らの判断で行動しそれが更に進むとその誘導さえも気にしなくなる。同様のことが同じ手法を家庭内で利用した場合にも考えられる。また、家庭内では屋外で受ける誘導とは異なりその誘導を日常的に受けることで屋外での場合よりさらに短期間でその誘導に慣れる可能性があり誘導の提示が有るにも関わらず「このぐらいは大丈夫だろう」「邪魔である」と感じるようになることでその誘導に従わなくなる可能性が考えられる。また、それは自宅内であることも関係してくる。

2つ目の可能性は、視覚や聴覚を利用する提示手法であることによる問題である。視覚は人間の得る5つの感覚（視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚）からの情報の約80%以上を占めている[6]。これにより、誘導デバイスからの提示に誘導対象者が気を取られすぎることによりその誘導より回避したかった事故が発生する可能性がある。また、自発的に利用するようなナビゲーションシステムとは異なりシステム側からの受動的なものであるため注視量によっては、その誘導を見逃す可能性も考えられる。それに対して聴覚を利用する手法の場合は、家庭内ではテレビやオーディオまたそれ以外の生活音が継続的に発生するためそれにより提示を聞き逃してしまう可能性がある。

3つ目の可能性は、システムからの誘導が誘導対象者以外の居住者に対して影響する場合が考えられる。例えば、システムからの音声による誘導によりその他の居住者もその危

険に気付くことができる長所が考えられるが人によってはそれを邪魔に感じる可能性がある。

家庭内での誘導に明示的な手法を利用した際には、このような可能性が考えられることから有効的な手法とならない可能性がある。

2.2.3 家庭内誘導の必要条件

宋 [7] によると、居住者が家電の操作を行うときの心理過程には、以下の3つの段階が存在する。

- 意向の形成

ユーザーは外部からの要因（騒音、湿度など）や自分自身の要因（音楽を聴きたい、映画が見たいなど）により様々な意向を形成する。

- 行動の生成

形成している意向に対してそれぞれの行動候補を形成する。

- 行動の決定

いろいろな行動に対し、ユーザーは最終的に一つを選び行動する。

強制的な手法では、この心理過程の段階全て踏んで居住者が行動を実行した際にそれを阻止する手法である。この時、居住者は家電や設備から何らかの返答を期待する。例えば、操作した家電がファンヒーターであればスイッチが入り、部屋内の温度が暖かくなることを期待したり、またそれが扉であれば扉が開き部屋間の移動ができることを期待する。しかしこの手法は、これらの心理過程を経て家電や設備の操作を行なっても居住者が期待する返答は得られない。これが、居住者に心理的影響を与える要因だと考える。これにより居住者を誘導するためには、行動が決定される前に外部から居住者に影響を与える必要がある。本研究で定義した明示的な手法は、これを満たす手法である。この手法は、居住者が行動を決定するまでに何らかの影響を与える方法でありそれにより居住者の行動を変える手法である。これにより強制的な手法の問題は、解決できる方法となるが明示的に示す点に問題があり先述したように家庭内では有効的ではない可能性がある。しかし、心理的な影響を与えずに居住者を家電や設備の操作から誘導するためには、明示的な手法のように居住者が最終的に一つを選んで行動した際にその行動が実行することができる必要がある。これらにより家庭内誘導に必要な条件を以下に示す。

- 居住者が行いたい行動が可能である

- 誘導の提示に直接的なテキストや音声を利用しない

本研究では、これらを満たす新たな家庭内誘導手法を提案する。

第3章 提案する新たな誘導手法

本研究では、危険回避誘導システム、誘導デバイスを以下のように定義する。

- 危険回避誘導システムとは、家庭内事故につながる行動を取らないように居住者を導くシステムである。
- 誘導デバイスとは、危険回避誘導システムで家庭内事故につながる行動を取らないように居住者を導くために利用する家電また設備である。

本稿では、このシステムを実現するための新たな誘導手法を提案する。

3.1 ホームネットワークとは

ホームネットワークシステムは、宅内外のネットワークを利用してネットワークに接続されている家電や設備を制御や管理することで、様々な付加価値サービスを提供可能にするシステムである。対象となる家電や設備は、例えばテレビなどの AV 機器やエアコンなどの白物家電またドアなどの分野の異なる様々なものがその対象となる。それらを管理、制御して実現する付加価値サービスには、省エネサービスやシアターサービス等、様々なサービスが想定される。この様なシステムは、既に商品化され例えば Feminity[8] やライフニティ[9] などである。また現在、家庭内のセンサ類からの情報により家庭内の状況を取得できる。これらを利用して既存の手法の問題を解決できるかの検討を行う。

3.1.1 家庭内の既存のデバイスと提示方法別カテゴリ分け

本研究で新たに提案する手法では、家庭内の機器を誘導デバイスとして利用する。まず、現在家庭内に存在する機器を提示方法別にカテゴリ分けを行う。既存のホームネットワークに関する研究で増田[10]や板野[11]は、ホームネットワークに存在する機器の網羅的な機器カテゴリを作成している。本研究では、その網羅的な家電機器のリストに新たにデバイスを追加したものを以下に示す。

- AV 機器
テレビ・DVD プレイヤー/レコーダー・デジタルカメラ・オーディオ・ラジオ・スピーカー・PC・BD プレイヤー/レコーダー・ヘッドフォン

- 調理家電

冷蔵庫・電子レンジ・換気扇・ガスコンロ・炊飯器・電気ポット・温水器・IH クッキングヒーター・トースター・コーヒーマーカー・オーブン・ホットプレート

- 生活家電

エアコン・室内照明・扇風機・暖房機器・加湿器・除湿機・空気清浄機・ドライヤー・電動ミシン・シェーバー・アロマ加湿器・掃除機・電動歯ブラシ・衣類乾燥機・アイロン・食器洗い乾燥機・生ゴミ処理機・布団乾燥機・ワインセラー・電気スタンド

- その他の電気機器

コピー機・プリンタ・スキャナ・ファックス・携帯電話・固定電話・インターフォン・バスルーム・マッサージ機・フィットネス機器・デジタル時計・ホームユースロボット・介護ベット・電子楽器・電子ペット・トイレ設備・電動車いす・電話充電器・窓・扉・カーテン

これらの家庭内デバイスの中で誘導デバイスとして利用可能であるものについて誘導デバイスとして利用した際に居住者のどの感覚を刺激する誘導デバイスとなるか視覚・聴覚・触覚について分類したものを表3.1に示す。残りの感覚である嗅覚や味覚については、文献[6]により健康状態やそのときの状況など様々な事象により知覚の仕方が変わるのでそれにより誘導対象者が誘導情報を受け取るのは難しいとされているのでそれらについての分類は行わない。

表 3.1: 提示方法別の家庭内誘導デバイス

感覚	主な家庭内デバイス
視覚（視覚利用独立誘導デバイス）	テレビ ノートパソコン 室内照明 電気スタンド 携帯電話
視覚（視覚利用独立誘導デバイスを補助するデバイス）	BD レコーダー BD プレイヤー DVD レコーダー DVD プレイヤー
聴覚（聴覚利用独立誘導デバイス）	テレビ オーディオ ラジオ ノートパソコン 携帯電話
聴覚（聴覚利用独立誘導デバイスを補助するデバイス）	AV アンプ BD レコーダー BD プレイヤー DVD プレイヤー
触覚（能動的触覚利用誘導デバイス）	扉 窓
触覚（受動的触覚利用誘導デバイス）	エアコン ファンヒーター ストーブ こたつ あんか 電気カーペット 扇風機

3.2 提案する新たな誘導手法

本研究で新たに提案する手法を2つに分けてそれぞれについて説明する。

3.2.1 対象機器以外の機器の動作制御による誘導

本研究では、対象機器を以下のように定義する。

- 対象機器とは、その機器を使用することが家庭内事故につながる可能性を高くする行動となる家電また設備である。

家庭内の様々な機器がこの対象機器になり、主な対象機器とその使用により可能性を高くする家庭内事故を表3.2に示す。表3.2の火災・やけど、溺死のカテゴリに扉が対象機器例に含まれている。これについては、小節3.2.2で説明する。

表 3.2: 主な対象機器とその使用により可能性を高くする家庭内事故

対象機器例	対象機器を使用することにより可能性を高くする家庭内事故
IH クッキングヒーター トースター コーヒーメーカー オーブン ホットプレート 扉	火災・やけど
窓 階段	転倒・転落
洗面台 浴槽 扉	溺死

本研究での提案する1つ目の手法は、誘導対象者が操作しようとしている対象機器自体の動作を制御するのではなく明示的な手法と同様にそれ以外の誘導対象者の感覚を刺激する誘導デバイスの動作を制御することにより誘導対象者の元々の対象機器への興味を低減する方法である。例えば、私たちは部屋でテレビを観ている際に部屋の隅の方から何らかの音がすると視線をテレビの画面から音のした方向に移したり、その場所に歩いて行くなどの行動を取る。この方法では、誘導対象者が対象機器を使用しようとしたときにシステムから誘導対象者の視覚や聴覚に影響を与えることのできる家電の動作を制御することでそのような状況を作り出す。この手法に利用できる家電や機器を表3.3に示す。

本手法は明示的な手法と同様に視覚や聴覚に影響を与える手法である。しかし、明示的な手法では、直接的に対象機器を操作しないように音声やテキストで提示するが本手法の

表 3.3: 対象機器以外の機器の動作制御による誘導で利用できる誘導デバイス

感覚	主な家庭内デバイス
視覚（視覚利用独立誘導デバイス）	テレビ ノートパソコン 室内照明 電気スタンド 携帯電話
視覚（視覚利用独立誘導デバイスを補助するデバイス）	BD レコーダー BD プレイヤー DVD レコーダー DVD プレイヤー
聴覚（聴覚利用独立誘導デバイス）	テレビ オーディオ ラジオ ノートパソコン 携帯電話
聴覚（聴覚利用独立誘導デバイスを補助するデバイス）	AV アンプ BD レコーダー BD プレイヤー DVD プレイヤー

場合は、明示的にその対象機器を操作しないように提示はせず、その対象機器から他の機器また場所へと誘導対象者の興味を変える手法となりその部分が明示的な手法と本手法が異なる点である。また明示的な手法では、システムから受ける提示を誘導対象者が検知した上でそれを誘導であることを認知する必要がある。なぜなら、誘導対象者が認知できなければシステムの提示より誘導できないからである。しかし、本手法は機器が動作した際にそれを誘導対象者が検知する必要があるが誘導であると誘導対象者は認知する必要がない。従ってこの手法は、事前の知識が全く必要ではないため子供にも有効であると考え。特に子供は、多くの事柄に興味を示しこのような提示を受けると今まで興味を示していたものから興味を変えることができその操作を阻止できると考える。しかし、本手法は、家庭内の誘導デバイスの位置に大きく依存する。実際の家庭では、部屋によって利用できる誘導デバイス数やそれらの配置が異なる。これにより、対象機器と誘導デバイスの位置関係が家庭毎に異なることでその有効的な関係値（例えば、この対象機器を利用した場合この誘導デバイスの動作を制御するなど）を家庭毎に求める必要がある。

3.2.2 対象機器の動作制御による誘導

本研究での提案する2つ目の手法は、誘導対象者が操作しようとしている対象機器の動作を制御することによりその機器を操作しないように誘導対象者を誘導する手法である。従ってこの手法では、先ほどの対象機器以外の機器を誘導デバイスとして利用する手法で考慮点となる誘導対象機器と誘導デバイスの位置関係などを考慮しなくてもよいという利点がある。既存の強制的な方法も対象機器の動作を対象機器自体に付属される機能や後付けする機器によりそれを利用させたくない居住者の行動を阻止している。この方法も居住者が利用しようとしている機器の動作を制御する方法であるが操作を完全に止めてしまう既存の方法とは異なり、操作することに負荷を掛ける方法である。この負荷を掛けることで誘導対象者に返す情報を通常時とは異なるものとし、それにより通常時とは異なることを示すことでその行動を止めるように誘導する。この方法は、既存の強制的な方法とは異なり誘導対象者は、その対象機器を負荷は加えられている状態ではあるが完全にその操作が不可能とはならず通常通り操作することができる。これにより、既存の強制的な方法で問題である誘導対象者の心理的影響を低減できると考える。しかし、負荷の値が強すぎると強制的な方法と同じく心理的影響を与える結果となる。そこで、この提案する誘導手法を実現するためには、以下の2点を同時に満たす負荷の値を求める必要がある。

1. 誘導対象者に対して通常時とは異なることを示せる
2. 誘導対象者が邪魔だと感じない

負荷の値は、家電や設備ごとその他にもその誘導対象者また誘導対象者の置かれている状況により異なる。また、この手法は誘導対象者に対して明示的に示さない。従って、それを受ける誘導対象者自身が直感的に何をすれば良いかを判断できるような制約を掛ける必要がある。それには、それぞれの機器の動作がどのように変化すると利用者はこのような行動を取ると言ったものが一般的に一对一の関係となる機器や設備が望ましい。そうでなければ、制約を受けた誘導対象者が何をすればよいか分からない状態になるからである。表3.2には、主な対象機器とその使用により可能性を高くする家庭内事故を示したがそこでは、扉の使用により火災・やけど、溺死が発生する可能性が高くなるとしている。これは、家庭内で扉は、部屋と部屋の間を移動する際に使用され例えば、溺死が発生する可能性の高い洗面所や浴槽に入るためにも扉が使用される。従って、扉を使用することは状況によっては事故を発生させる可能性を高めるといえる。また、火災・やけどの事故については、燃焼機器を使用したまま扉を使用して部屋を移動することは火災を発生させる可能性を高めているといえる。これにより、本研究ではそれらの事故を発生させる可能性を高める機器内に扉を含めている。これを裏側から見るとその扉の動作を制御してその扉を使用しないように誘導することでそれらの事故が発生する可能性を低くする事ができるとも言える。そこで本研究で提案する手法は、家庭内で部屋から部屋の移動の際に使用される扉に注目し誘導対象者が扉を開く動作に負荷をかける手法である。部屋の移動の際に扉にそのような負荷をかけることでその部屋に入らない方がいい（部屋から出ない

ほうが良い) ということを誘導対象者が直感的に判断できるデバイスである。これらの点から本研究では、扉の動作を制御する手法がそれぞれ問題のある強制的な手法でも明示的な手法でもない新たな誘導手法として有効であると考え、扉の動作を制御する誘導の有効性を検討する。

部屋の移動の際に扉にそのような負荷をかけることでその部屋に入らない方がいい(部屋から出ないほうが良い) ということを誘導対象者が直感的に判断できるデバイスである。これらの点から本研究では、扉の動作を制御する手法がそれぞれ問題のある強制的な手法でも明示的な手法でもない新たな誘導手法として有効であると考え、扉の動作を制御する誘導の有効性を検討する。

3.3 扉による誘導

本研究では、システムが誘導対象者を部屋に留めさせたいもしくは部屋に入らせたくない場合に誘導対象者が扉を開く際に通常時には感じない負荷をかける。これにより、誘導対象者にその部屋から出ないほうが良い(その部屋に入らないほうが良い) ということを気付かせることで誘導対象者をその部屋に留めさせたりもしくはその部屋に入らさないように誘導できると考える。まず、本研究で対象とする扉の種類を検討する。

3.3.1 扉の種類

現在、家庭内では様々な種類の扉が設置され利用されている。主に家庭内で利用されている扉の開閉方法は3種類である。それぞれの種類と特徴を以下にまとめる。

- 開き戸

洋室で多く利用されている開閉方法である。短所としては、扉が動く扇形のスペースには、物を置くことが出来ずその部分がデッドスペースとなる。また、突然扉が開くことにより扉の近くの廊下を歩いている人や部屋内で扉の近くにいる人に扉が衝突する恐れもある。

- 引き戸

和室や開き戸が設置できない狭いスペースの場合に多く用いられる。開き戸のように大きな開閉スペースが必要ないことや開閉動作が楽であることが長所であるが、設置するために壁面が必要である。

- 折れ戸

開き戸よりも開閉スペースが必要でない形状であるため、狭い空間のクローゼットなどの収納扉に利用されることが多い。

2000 年から介護保険の制度がスタートしている。この制度では、要支援や要介護 1～5 に認定されているものが自宅の改修を行うときに必要な書類を提出することで 1 割の自己負担で住宅改修ができる。この介護保険が適用になる住宅の改修には幾つかの条件があり、それらは以下の項目で示されている [12]。

1. 手すりの取付け
2. 段差の解消
3. 滑りの防止及び移動の円滑化等のための床または通路面の材料の変更
4. 引き戸等への扉の取替え
5. 様式便器等への便器の取替え
6. その他前各号の住宅改修に付帯して必要となる住宅改修

項目 4. により要支援や要介護に認められた方の自立支援のために開き戸より引き戸が注目されていると言える。本研究では、この介護保険が対象となっている住宅改修サービスを利用してこれから先、多くの家庭で開き戸から引き戸に取り替えをする住宅が増加、また新築する際に家庭内の扉に引き戸が利用されることが増えると予想して多く利用されている開き戸を利用するのではなく引き戸を研究の対象として利用する。引き戸を利用して強制的また明示的でない誘導を行うためには、下の条件を満たす値が人それぞれどのような傾向があるのか知る必要があり、本研究では実験により調査した。

1. 誘導対象者に対して通常時とは異なることを示せる
2. 誘導対象者が邪魔だと感じない

第4章 評価実験

本章では、本研究で提案した扉を利用した新たな提案手法についての有効性の検討を行ったのでそれを示す。評価実験は、主に分けると2種類である。

4.1 扉を開く動作に対する最適な負荷値の導出

4.1.1 実験の目的

誘導対象者を部屋から出ないようにまた部屋に入らさないようにするだけであれば既存の強制的な手法のように扉を施錠することにより可能である。しかしその手法では、誘導対象者によっては有効的でない場合がある。本手法でも誘導対象者が扉を開ける際にシステムから加える負荷の値を適切な値に設定しておかないと強制的な手法と同様の結果を招くおそれがある。そこで本実験の目的は、扉の操作に制約を受ける誘導対象者がその制約に気付き尚且つその制約を邪魔だと感じない値が人それぞれどのような傾向があるのかを導出することである。

4.1.2 実験の概要

田中ら [13] が実験で利用している装置と同様の装置を実際の家庭内の引き戸に設置し、扉の開閉力を変化させ、引き戸を操作する際に被験者がそれを通常時の開閉力と比べてその操作感をどのように感じるかを調査する官能評価実験を行った。

4.1.3 実験環境

実験には、図 4.1 に示した石川県能美市のいしかわサイエンスパーク内に建設されている実験住宅である iHouse を利用する。その iHouse 内の和室の引き戸に図 4.2 に示すように実験装置を設置した。本実験装置は、引き戸の開閉力を錘により変更するものとなる。実験で利用した引き戸の質量は、10.45kg でありその戸の静止摩擦係数は、0.0335 である。また、その戸の最大静止摩擦力（以降、開閉力）は、0.35kg 重（ $= 3.432\text{N}$ ）である。戸の開閉力の規定としては JIS A 4702 及び JIS A 4706 では、戸を円滑に開閉できる力を 50N としている。また、田中らの実験により開閉力が 30N となると開閉のしやすさが悪化し

たという結果となった。本実験では、田中らの実験で得られた 30N 以上の開閉力の条件では実験する必要がないと判断し、実験装置の錘を 0.1kg～3kg まで変化させそれにより開閉力を制御する。



図 4.1: iHouse の外観

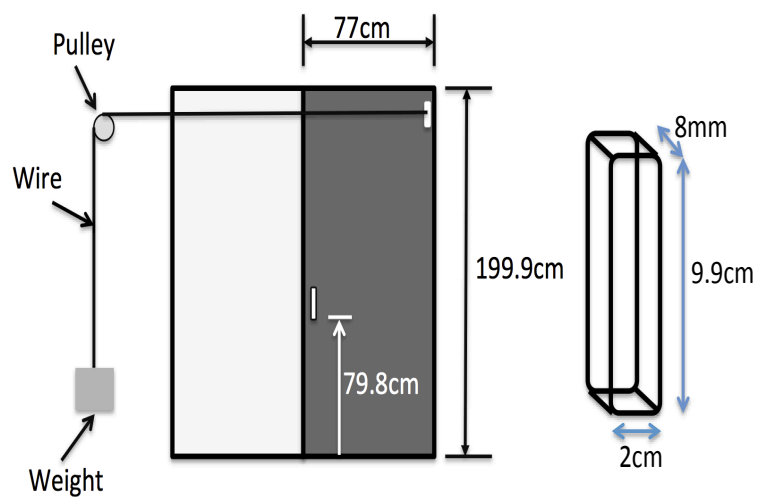


図 4.2: 実験装置と扉, 操作部の寸法

4.1.4 被験者の構成

被験者の構成は、高齢者（男 1 名）と若年者（男 6 名）の計 7 名である。

4.1.5 実験手順

本実験では、開閉力を変化させた際にその操作感を通常時の操作感と比べてどのように感じるかを調査するため2重刺激の方法により実験を行った。被験者は、通常時の扉を操作した後に錘により開閉力を変更した扉の操作を行う。このとき、被験者はその操作感を通常時と比べてどのように感じるかを5段階（妨害が分からない、妨害が分かるが気にならない、妨害が気になるが邪魔にならない、妨害が邪魔になる、妨害が非常に邪魔になる）評価する。この一連の流れを1セットとし錘を0.1kg～3.0kgまでランダムに変更し計30セットの実験を行った。これを被験者から見て右に扉を開く（右開き）と左に扉を開く（左開き）の両方で扉を開ける際にシステムから与えるべき適切な負荷について官能評価を行った。被験者には、普段引き戸を利用する際と同じように自然に扉を開いてもらうため、操作部の持ち方や扉に対しての立ち位置などについては制約を設けずに実験を行った。

4.1.6 結果と評価

本実験では、錘を変更して扉の開閉力を制御する。従って、それぞれの錘を付けた際に扉の開閉力がどのように変わるのかを実測したものを図4.3に示す。図4.3より錘が2.5kg以下の時は錘と開閉力は比例の関係となっている。しかし、2.6kg以上では、錘を重くしてもほぼ開閉力が変化していないこの理由としては、戸の上部から滑車を介して錘を設置しているので錘が重くなると扉を開く際に戸の上部が錘により強く引っ張られるようになる。それにより開閉力を測定する際に戸が斜めになり操作部の位置で測定する開閉力が有効な値を測定することが出来なかったためである。これにより、本実験の結果を検討する際には、錘が2.5kgまでの数値を利用しそれ以降の錘の場合の結果は検討に含まない。

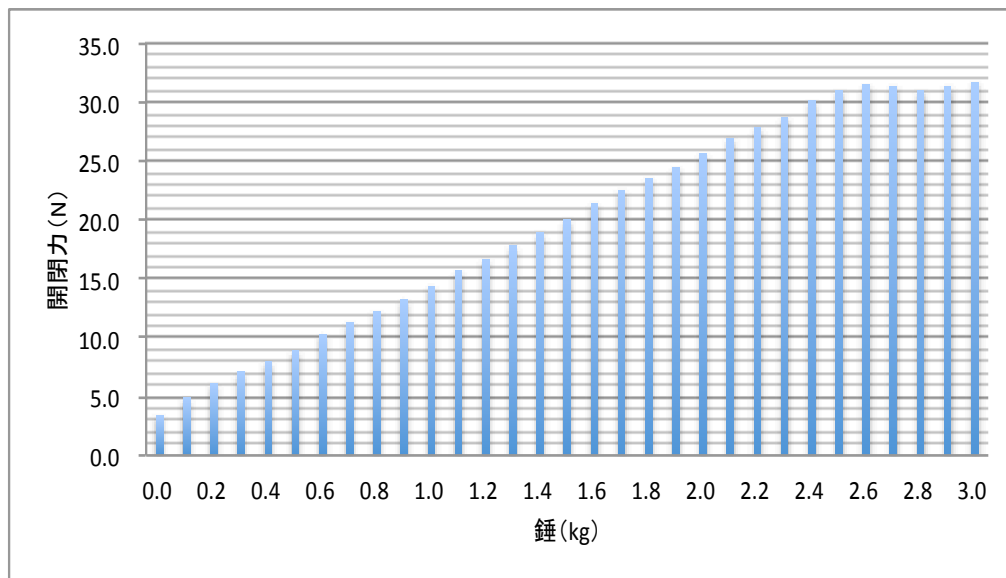


図 4.3: 鍾と戸の開閉力の関係

被験者のそれぞれの負荷値に対する5段階評価を以下の表4.1に示すように得点化することで結果を検討した。表4.2に左開き引き戸を操作する場合のそれぞれの負荷値に対する平均得点、得点の中央値、得点の最頻値を示し、表4.3に右開き引き戸のそれらを示す。負荷値は、通常時の開閉力に対してどの程度負荷が加わっているかの数値である。それは、鍾を利用して開閉力を変化させた時の開閉力から通常時（鍾なし）の開閉力を差し引いた値である。

表 4.1: 評価と得点の対応

評価	得点
妨害が分からない	5
妨害が分かるが気にならない	4
妨害が気になるが邪魔にならない	3
妨害が邪魔になる	2
妨害が非常に邪魔になる	1

表 4.2: 引き戸（左開き）による負荷値に対する評価

錘値	開閉力	負荷値	平均点	中央値	最頻値
0.1kg	4.903N	1.471N	5.00	5	5
0.2kg	6.129N	2.697N	4.86	5	5
0.3kg	7.110N	3.677N	4.29	5	5
0.4kg	8.009N	4.576N	4.57	5	5
0.5kg	8.908N	5.475N	4.14	4	4
0.6kg	10.297N	6.865N	4.29	4	4
0.7kg	11.278N	7.845N	3.86	4	4
0.8kg	12.258N	8.826N	4.29	4	4
0.9kg	13.239N	9.807N	3.71	4	3
1.0kg	14.383N	10.951N	3.14	3	3
1.1kg	15.691N	12.258N	3.57	4	4
1.2kg	16.671N	13.239N	2.43	2	2
1.3kg	17.815N	14.383N	2.43	2	2
1.4kg	18.960N	15.527N	2.43	2	2
1.5kg	20.104N	16.671N	2.57	2	2
1.6kg	21.411N	17.979N	2.14	2	2
1.7kg	22.555N	19.123N	2.14	2	2
1.8kg	23.536N	20.104N	1.71	2	1
1.9kg	24.517N	21.084N	1.71	2	2
2.0kg	25.661N	22.228N	1.71	2	1
2.1kg	26.968N	23.536N	1.71	2	1
2.2kg	27.867N	24.435N	1.29	1	1
2.3kg	28.766N	25.334N	1.43	1	1
2.4kg	30.155N	26.723N	1.29	1	1
2.5kg	31.054N	27.622N	1.29	1	1

表 4.3: 引き戸（右開き）による負荷値に対する評価

錘値	開閉力	負荷値	平均点	中央値	最頻値
0.1kg	4.903N	1.471N	5.00	5	5
0.2kg	6.129N	2.697N	5.00	5	5
0.3kg	7.110N	3.677N	4.86	5	5
0.4kg	8.009N	4.576N	4.57	5	5
0.5kg	8.908N	5.475N	4.71	5	5
0.6kg	10.297N	6.865N	4.29	4	4
0.7kg	11.278N	7.845N	4.00	4	4
0.8kg	12.258N	8.826N	3.14	3	4
0.9kg	13.239N	9.807N	3.43	3	3
1.0kg	14.383N	10.951N	2.71	3	2
1.1kg	15.691N	12.258N	3.29	3	3
1.2kg	16.671N	13.239N	3.14	3	4
1.3kg	17.815N	14.383N	2.14	2	3
1.4kg	18.960N	15.527N	2.57	3	3
1.5kg	20.104N	16.671N	2.43	2	2
1.6kg	21.411N	17.979N	2.43	2	2
1.7kg	22.555N	19.123N	2.29	2	2
1.8kg	23.536N	20.104N	1.86	2	2
1.9kg	24.517N	21.084N	1.43	1	1
2.0kg	25.661N	22.228N	1.71	2	2
2.1kg	26.968N	23.536N	1.71	2	1
2.2kg	27.867N	24.435N	1.57	2	2
2.3kg	28.766N	25.334N	1.43	1	1
2.4kg	30.155N	26.723N	1.29	1	1
2.5kg	31.054N	27.622N	1.14	1	1

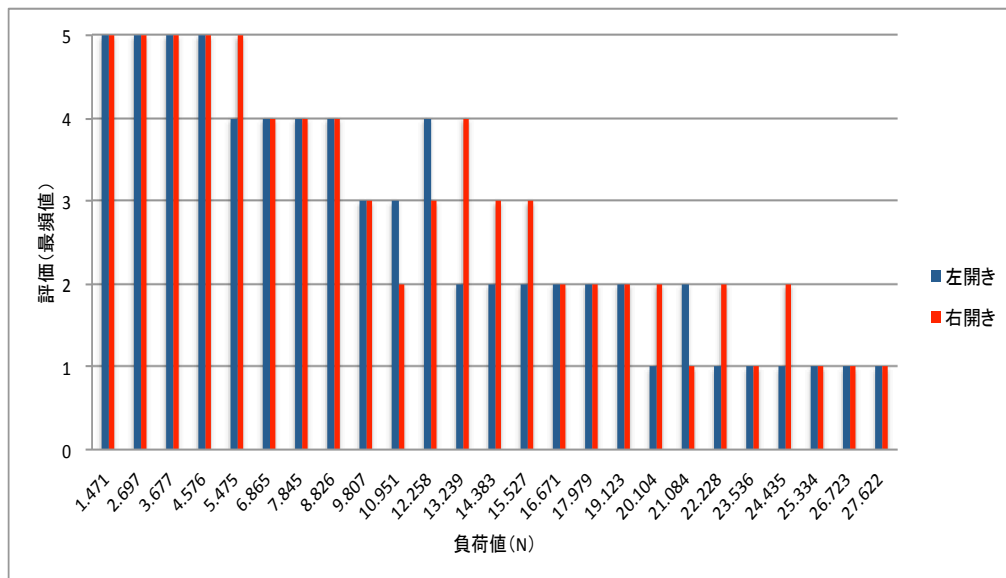


図 4.4: 左, 右開き引き戸によるそれぞれの負荷値に対する最頻値

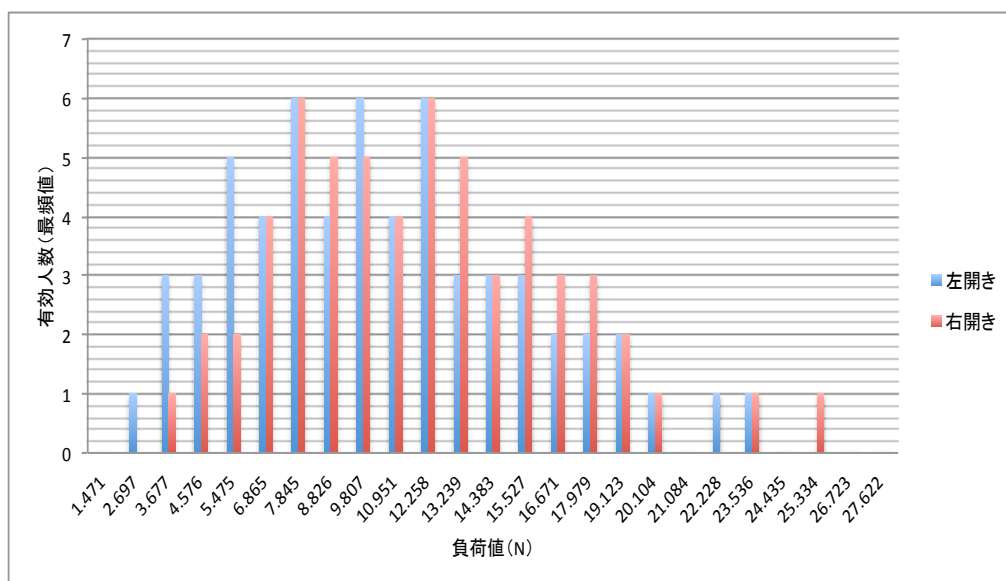


図 4.5: 左, 右開き引き戸によるそれぞれの負荷値に対する有効人数

負荷値の評価においては、評価得点が3～4にあたる負荷が誘導対象者に対して通常時と異なることを示せ且つその負荷を被験者が邪魔だと感じなかった値である。本実験では、それぞれの負荷値に対する被験者の評価の最頻値に注目する。左開きの引き戸と右開きの引き戸それぞれの負荷値に対する被験者の評価の最頻値を図4.4に示す。本実験で求めたい値は、右開き、左開きの引き戸で共に評価得点が3～4にあたる負荷値である。図

4.4よりその値は、6.865N以上9.807N以下であることが言える。また、図4.4から軽すぎる負荷値であると被験者が通常時と区別ができていないことや約17N以上の負荷値では、被験者がそれを邪魔だと感じていることが分かる。

図4.5には、右開き、左開き引き戸のそれぞれの負荷値に対する有効人数を示す。その有効人数とは、その負荷値において「妨害が気になるが邪魔にならない」または「妨害が分かるが気にならない」と評価した被験者の総数である。図4.4から求めた6.865N以上9.807N以下という負荷値の範囲では、右開き、左開きの場合ともに全被験者の71.4%に有効であるという結果となった。

本実験では、若年者の男性の被験者数がその他の被験者数より多い、これより本実験で得られた最適な負荷値6.865N以上9.807N以下という値は、若年者男性の評価値が影響している値といえる。その他の被験者は、この値をどう評価しているかについて検討する。本実験では、若年者の男性以外に高齢者の男性と若年者の女性にも対しても実験を行った。高齢者の男性の結果を表4.4に若年者の女性の結果を表4.5に示す。今回、高齢者の被験者は1名であったがその被験者の結果は、今回の実験で求めた6.865N以上9.807N以下の値が有効であると示唆するものとなっている。また若年者の女性の結果では、約10N以上の負荷値でその負荷を邪魔だと感じる被験者がおりまた、若年者男性や高齢者男性に比べて負荷値に対して評価が低いこれより女性の場合には、負荷値を軽めに設定する必要が示唆される。

表 4.4: 左, 右開き引き戸操作時の高齢者男性の負荷値に対する評価

錘値	開閉力	負荷値	評価 (左開き)	評価 (右開き)
0.1kg	4.903N	1.471N	5	5
0.2kg	6.129N	2.697N	4	5
0.3kg	7.110N	3.677N	4	4
0.4kg	8.009N	4.576N	4	3
0.5kg	8.908N	5.475N	4	4
0.6kg	10.297N	6.865N	4	4
0.7kg	11.278N	7.845N	3	4
0.8kg	12.258N	8.826N	4	3
0.9kg	13.239N	9.807N	3	3
1.0kg	14.383N	10.951N	3	2
1.1kg	15.691N	12.258N	4	3
1.2kg	16.671N	13.239N	2	3
1.3kg	17.815N	14.383N	2	2
1.4kg	18.960N	15.527N	2	2
1.5kg	20.104N	16.671N	2	2
1.6kg	21.411N	17.979N	2	2
1.7kg	22.555N	19.123N	2	2
1.8kg	23.536N	20.104N	2	2
1.9kg	24.517N	21.084N	2	1
2.0kg	25.661N	22.228N	2	2
2.1kg	26.968N	23.536N	2	2
2.2kg	27.867N	24.435N	1	2
2.3kg	28.766N	25.334N	2	1
2.4kg	30.155N	26.723N	1	1
2.5kg	31.054N	27.622N	1	1

表 4.5: 左, 右開き引き戸操作時の若年者女性の負荷値に対する評価

錘値	開閉力	負荷値	評価平均（左開き）	評価平均（右開き）
0.1kg	4.903N	1.471N	5.00	4.50
0.2kg	6.129N	2.697N	4.50	5.00
0.3kg	7.110N	3.677N	4.50	4.50
0.4kg	8.009N	4.576N	4.00	4.00
0.5kg	8.908N	5.475N	3.50	4.50
0.6kg	10.297N	6.865N	3.50	3.50
0.7kg	11.278N	7.845N	3.50	3.50
0.8kg	12.258N	8.826N	3.00	3.50
0.9kg	13.239N	9.807N	2.50	2.50
1.0kg	14.383N	10.951N	2.00	2.50
1.1kg	15.691N	12.258N	3.00	2.00
1.2kg	16.671N	13.239N	1.50	2.50
1.3kg	17.815N	14.383N	1.50	2.00
1.4kg	18.960N	15.527N	2.50	2.00
1.5kg	20.104N	16.671N	2.50	2.00
1.6kg	21.411N	17.979N	2.00	1.50
1.7kg	22.555N	19.123N	2.00	2.00
1.8kg	23.536N	20.104N	2.00	2.00
1.9kg	24.517N	21.084N	1.50	1.50
2.0kg	25.661N	22.228N	1.00	1.50
2.1kg	26.968N	23.536N	1.50	1.50
2.2kg	27.867N	24.435N	1.00	1.50
2.3kg	28.766N	25.334N	1.00	1.00
2.4kg	30.155N	26.723N	1.00	1.00
2.5kg	31.054N	27.622N	1.00	1.00

4.2 シナリオ実験による負荷値の評価

4.2.1 実験の目的

4.1 節の実験では、被験者は引き戸以外から何も影響を受けない状態で実験を行った。そのため引き戸を操作する際にそれから伝わる感覚に集中できる状態である。しかし、例えば私たちは実生活で荷物を持ちながら部屋を移動することが多々ある。このような状況で引き戸を操作する際に私たちは、荷物を廊下や部屋内に置いて引き戸を操作することはせず荷物で両手がふさがれている状態でも荷物を持った手で引き戸を操作することがある。そのような場合で本手法を利用すると戸を操作する手にはシステムからの扉の閉まる方向の負荷の力以外に荷物を持っていることにより生じる力が加わる。本実験では、そのような際にも 4.1 節により求めた負荷値が有効であるかを評価する。

4.2.2 実験の概要

4.1 節の実験と同様の装置を利用し同様に戸の開閉力を変化させ、操作手で荷物を持った状態で引き戸を操作する際に被験者がそれを通常時の開閉力と比べてその操作感どのように感じるかを調査する官能評価実験を行った。

4.2.3 被験者の構成

被験者の構成は、高齢者（男 1 名）、若年者（男 6 名）の計 7 名である。

4.2.4 実験手順

4.1 節の実験と同様の手順で実験を行いその際に図 4.6 に示すように被験者はスーパーの袋に 500g のペットボトル 3 本、計 1.5kg の荷物を持ち右、左開きの引き戸で戸を開ける際にそれぞれの負荷値に対する評価がどのようになるかについて官能評価を行った。4.1 節と同様に被験者には、普段引き戸を利用する際と同じように自然に戸を開いてもらうため、操作部の持ち方や戸に対しての立ち位置などについては制約を設けずに実験を行った。



図 4.6: 操作手に荷物 (1.5kg) を持った実験姿勢

4.2.5 結果と評価

4.1 節の実験と同様に被験者の 5 段階評価を表 4.1 に示したとおり得点化することで結果を検討した。表 4.6 に左開きのそれぞれの負荷値に対する平均得点、得点の中央値、得点の最頻値を示し、表 4.7 に右開きのそれらの値を示す。

表 4.6: 左開き戸による操作手に荷物 (1.5kg) を持った際の負荷値に対する評価

錘値	開閉力	負荷値	平均点	中央値	最頻値
0.1kg	4.903N	1.471N	5.00	5	5
0.2kg	6.129N	2.697N	4.86	5	5
0.3kg	7.110N	3.677N	4.14	4	4
0.4kg	8.009N	4.576N	4.43	5	5
0.5kg	8.908N	5.475N	4.29	4	4
0.6kg	10.297N	6.865N	4.14	4	4
0.7kg	11.278N	7.845N	4.14	4	4
0.8kg	12.258N	8.826N	4.00	4	4
0.9kg	13.239N	9.807N	4.00	4	4
1.0kg	14.383N	10.951N	3.29	3	3
1.1kg	15.691N	12.258N	3.00	4	4
1.2kg	16.671N	13.239N	3.14	3	3
1.3kg	17.815N	14.383N	2.57	3	3
1.4kg	18.960N	15.527N	2.57	2	2
1.5kg	20.104N	16.671N	2.43	2	2
1.6kg	21.411N	17.979N	2.00	2	2
1.7kg	22.555N	19.123N	2.00	1	1
1.8kg	23.536N	20.104N	1.71	2	2
1.9kg	24.517N	21.084N	2.00	2	2
2.0kg	25.661N	22.228N	1.57	2	2
2.1kg	26.968N	23.536N	1.43	1	1
2.2kg	27.867N	24.435N	1.14	1	1
2.3kg	28.766N	25.334N	1.14	1	1
2.4kg	30.155N	26.723N	1.14	1	1
2.5kg	31.054N	27.622N	1.29	1	1

表 4.7: 右開き戸による操作手に荷物 (1.5kg) を持った際の負荷値に対する評価

錘値	開閉力	負荷値	平均点	中央値	最頻値
0.1kg	4.903N	1.471N	4.71	5	5
0.2kg	6.129N	2.697N	4.71	5	5
0.3kg	7.110N	3.677N	4.71	5	5
0.4kg	8.009N	4.576N	4.57	5	5
0.5kg	8.908N	5.475N	4.14	4	4
0.6kg	10.297N	6.865N	4.14	4	4
0.7kg	11.278N	7.845N	3.71	4	4
0.8kg	12.258N	8.826N	3.43	4	4
0.9kg	13.239N	9.807N	3.00	3	4
1.0kg	14.383N	10.951N	3.00	3	4
1.1kg	15.691N	12.258N	3.29	4	4
1.2kg	16.671N	13.239N	2.86	3	3
1.3kg	17.815N	14.383N	2.71	3	3
1.4kg	18.960N	15.527N	2.57	3	3
1.5kg	20.104N	16.671N	2.86	3	3
1.6kg	21.411N	17.979N	2.29	2	2
1.7kg	22.555N	19.123N	2.14	2	3
1.8kg	23.536N	20.104N	2.00	2	2
1.9kg	24.517N	21.084N	1.86	2	1
2.0kg	25.661N	22.228N	1.57	1	1
2.1kg	26.968N	23.536N	2.00	2	2
2.2kg	27.867N	24.435N	1.43	1	1
2.3kg	28.766N	25.334N	1.57	1	1
2.4kg	30.155N	26.723N	1.29	1	1
2.5kg	31.054N	27.622N	1.17	1	1

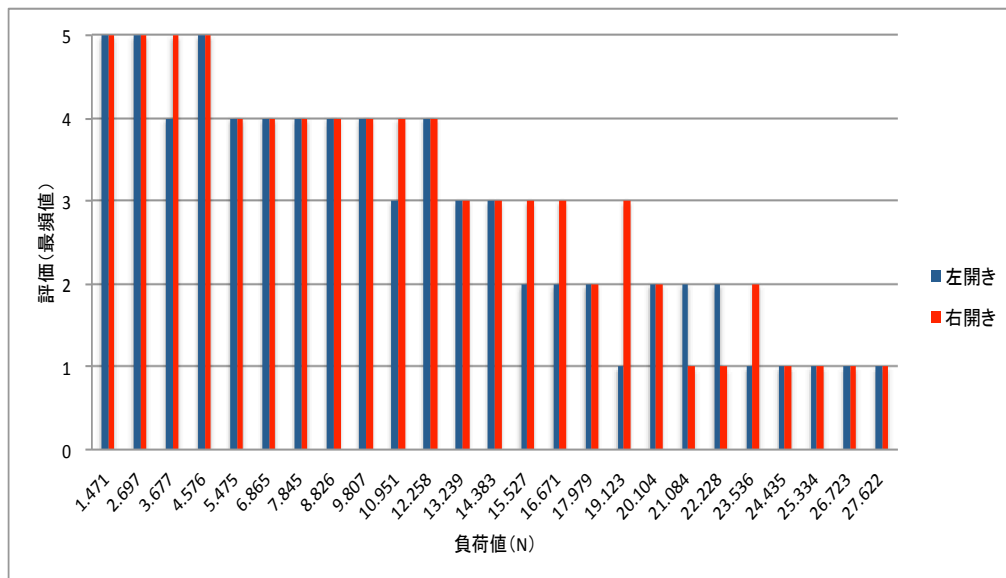


図 4.7: 左, 右開き戸操作時に操作手に荷物 (1.5kg) を持った際のそれぞれの負荷値に対する最頻値

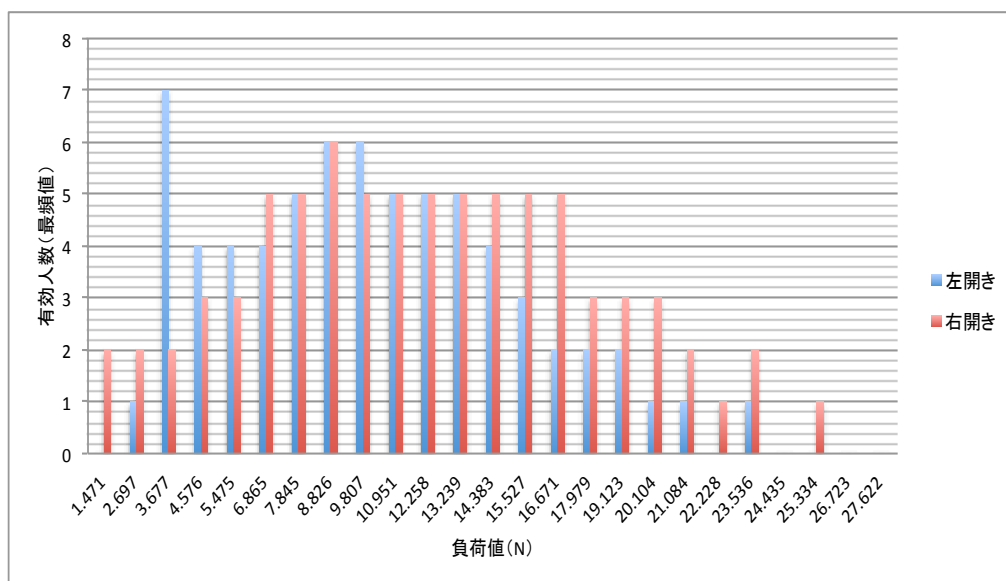


図 4.8: 左, 右開き戸操作時に操作手に荷物 (1.5kg) を持った際のそれぞれの負荷値に対する有効人数

本評価でも 4.1 節の時と同様にそれぞれの負荷値に対する被験者の評価の最頻値に注目しその結果を図 4.7 に示す。図 4.7 より右開き、左開きの引き戸で共に評価得点が 3~4 にあたる負荷値は、5.475N 以上 14.383N 以下である。この値は、4.1 節の実験で負荷に集中

できる状態での実験の時より通常時とは異なることを示せ尚且つその負荷を誘導対象者が邪魔だと感じない値が広範囲になっていることが分かる。それは、軽い方向だけではなく両方向に範囲が広がっている。これより被験者は、荷物を持つことにより通常時と錘により戸の開閉力を変化させた時にその通常時に対する負荷値が小さい時にはその負荷に敏感にまた負荷値が大きい部分では少しであるがその負荷に鈍感になる傾向があることが分かる。

4.1 節と同様に右開き、左開き扉のそれぞれの負荷値に対して有効だと評価した被験者数を図 4.8 に示す。4.1 節の評価実験により求めた 6.865N 以上 12.258N 以下という負荷値の範囲では、この操作手に 1.5kg の荷物を持った場合では、右開きの扉の場合には全被験者の 74.2 % に有効であるという結果となり左開きの戸では全被験者の 77.1 % に有効であり荷物を持った状態でも評価実験で求めた負荷値は 7 割以上の被験者に有効である結果となった。しかし、先にも述べたように 4.1 節の負荷に集中できる状態での実験の時と比べて t 検定の結果、右開きでは $0.714 > 0.1$ 、左開きでは $0.265 > 0.1$ でありそれぞれの負荷値の評価の平均に有意差があり荷物を持った場合と持たない場合では、戸を操作する際に通常時と負荷を加えた場合の感覚に差があることが分かった。そのような場合でも 4.1 節で求めた負荷値は、7 割以上の被験者で有効であった。

4.3 本手法のシステムとしての有効性評価

4.3.1 実験の目的

4.1,4.2 節の実験は、適切な負荷値を求めるために実際の住宅に実験装置設置して実験を行った。本節での実験では、提案手法をシステムとして作成しそのシステムの有効性を評価することを目的とする。

4.3.2 システム概要と実験環境

提案手法をシステムとして実現するためには、戸のアクチュエータを制御することが必要である。現在、家庭内の戸のアクチュエータは多くのメーカーから販売されている。その中では、開き戸に対するものが多くの割合を占めるが引き戸のアクチュエータも販売されている。それらは、室内の引き戸に簡単にドライバーなどの工具で後付けできるものや自動ドアシステムとして業者が設置するものがある。前者は、それを設置することで引き戸を自動で閉まるようにでき引き戸の開けっ放しを防ぐことができる。後者は、よく屋外で見るような自動ドアシステムで人感センサやスイッチと連動して自動的に戸の開閉をするシステムである。

現在、販売されている自動ドアシステムでは、提案手法のような操作者が戸を開くときに開閉力を制御してその動作に負荷を加えることはできない。そこで本研究では、そのような販売されているアクチュエータを利用するのではなく DC モーター (BLE23AA-3)

と扉センサ（ADH02）を利用して本手法を実現できるシステムを作成しそれを 4.1,4.2 節の実験でも利用した iHouse の引き戸に設置してそのシステムの有効性を評価する実験を行った。このシステムは、扉センサが扉が開いたことを検知するとモーターが扉の端に止めたワイヤーを巻き取るように回転しそれにより被験者が扉を開く際にその動作に負荷をかけるシステムである。本システムは、図 4.9 に示すように設置した。

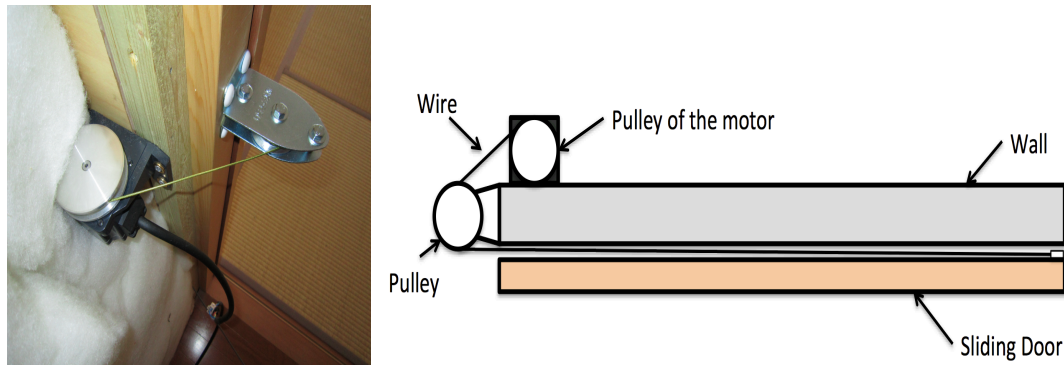


図 4.9: システム設置箇所

4.3.3 実験の概要

4.1,4.2 節の評価実験では、引き戸に滑車を介して接続している錘の重量を変更することにより引き戸を開く際の開閉力を変更することができた。しかし本システムでは、4.1,4.2 節のように約 1N ごとに開閉力を変更することは実現できない。従って、システムが動作した際の開閉力については 1 種類で実験を行った。これにより、通常時とシステムが動作した際の開閉力は 1 対 1 である。本実験では、被験者が通常時と本システムが動作している時の区別が可能であるかを調査する官能評価実験を行った。

4.3.4 被験者の構成

被験者の構成は、高齢者（男 1 名）、若年者（男 5 名）の計 6 名である。

4.3.5 実験手順

本実験では、実験中に引き戸を操作する際の姿勢を固定したものと操作する姿勢を固定せず部屋の移動を想定し歩行と連動して引き戸を操作する 2 種類の実験を行った。まず、姿勢を固定して行った実験について述べる。本実験で固定した姿勢は、戸に対する脚の位置と戸の操作部を操作する手の指の本数である。図 4.10 に固定した脚の位置を示す。この姿勢は、引き戸を操作する動作のうち最も力が発揮できる姿勢であると田中ら [10] が実

験で利用しているものを使用した。右手で戸を開く場合は、右足つま先位置を操作部の正面から 100mm 離れたところに合わせ、左足は右足先端から後方 300mm とし、左右の足幅は任意とした。田中らは、立位で右手で引き戸を開閉する動作を想定してこの姿勢を利用しているが本実験では、右開き、左開きの引き戸をそれぞれ右手、左手で操作した際の両方を想定した。そのため左手で操作する際には、図 4.10 に示すように脚を右手で操作する際の反対の位置にして実験を行った。

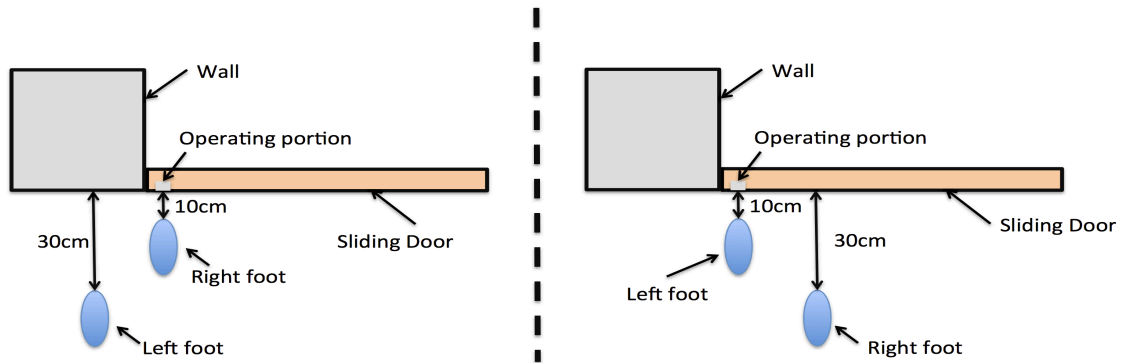


図 4.10: 実験姿勢

実験では、各条件（右開き戸で操作手が右手、右開き戸で操作手が左手、左開き戸で操作手が右手、左開き戸で操作手が左手）においてそれぞれまず最初にシステムを動作させた場合と通常時の場合の開閉力で被験者は戸を開きその後、5分間隔でシステムを動作させた場合と通常時のどちらかの状態を示しそれがシステムが動作して扉を開くのに負荷をかけた場合とシステムが動作していない通常時のどちらの場合であるかを申告させた。これを合わせて5回提示しその際の実験姿勢は図 4.10 のように固定して戸を操作する手の親指以外の4本の指を操作部に手をかけた状態で戸を開き官能評価実験を行った。実験から次の実験までの5分間は、被験者は部屋内で談笑したりテレビを観たりした。

部屋の移動を想定し歩行と連動して引き戸を操作する実験では、実験姿勢に制約を設けず同様に5分間隔で官能評価実験を行った。こちらの場合は、被験者は部屋の中央から引き戸に向かって歩行しそれと連動して引き戸を操作した。この実験では、提示（実験前にシステム動作時と通常時の開閉力で戸を開く）からの間隔を6時間開けたものと提示から1週間開けたものも合わせて実験を行った。

4.3.6 結果と評価

被験者の回答から通常時とシステムが動作した時を区別できた確率を導出しそれにより検討を行う。表 4.8 に右開き、左開き戸を右手、左手それぞれで操作した場合の正答率を示す。その結果より通常時を通常時であると被験者が区別できシステム動作時のそれに対する区別も通常時との大きな差はみられず概ね区別可能であった。次に歩行と連動して扉

を操作した場合の結果を表 4.9 に示す。その実験でも通常時を通常時と区別できない被験者はおらず、システム動作時に対する区別も通常時との大きな差はみられず概ね区別可能であった。また、歩行と連動して扉を操作する実験では、被験者の引き戸を開く姿勢に制約を設けなかったためそれぞれの被験者で引き戸に対する脚の位置や操作部を持つ操作手の指の本数や使用する指の違いがあった。被験者が実験中に姿勢を固定しなかった場合にどのような姿勢で引き戸を開きその姿勢と実験前に行った Chapman 利き手テストで得られた利き手の違いによる正答率を表 4.10-4.13 に示す。利き手テストにより本実験の被験者は、右利きと両利きに区別された。表 4.10 には右開きの扉を右利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率、表 4.11 には左開きの扉を右利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率、表 4.12 には右開きの扉を両利きの人が操作した場合の姿勢別正答率、表 4.13 には左開きの扉を両利きの人が操作した場合の姿勢別正答率をそれぞれ示す。表 4.10-4.13 内の指は、親（親指）、人（人差し指）、中（中指）、薬（薬指）、小（小指）それぞれ引き戸を開く際に使用した指によりまた右手左手どちらの手を使用したかにより場合分けをしている。表 4.10-4.13 内の斜線部はその状況で扉を開いた被験者がいなかったことを示す。それぞれの表より姿勢や利き手は、今回の実験では正答率に影響を及ぼさなかったことが示唆される。

本実験は、実験前に通常時とシステムが動作した場合を提示してその 5 分後に実験を行いそれから 5 分間隔で実験を行なった。この場合、1 回目の実験は提示から実験までが 5 分間となりその 1 回目だけの実験結果では、被験者はそれぞれの状態を区別可能であった。次にその提示からの間隔を長く開けることによって被験者の正答率に変化があるかの実験を行ったが提示から 6 時間開けた場合や提示から 1 週間開けた場合でも同様に被験者はそれぞれの状態を区別可能であった。

表 4.8: 立位状態での通常時、システム動作時の区別可能割合

扉仕様	操作手	通常時を区別可能	システム動作時を区別可能
右開き	右	10/10	14/15
右開き	左	10/10	15/15
左開き	右	10/10	14/15
左開き	左	10/10	15/15

表 4.9: 歩行と連動して戸を操作した際の通常時、システム動作時の区別可能割合

戸の仕様	通常時を区別可能	システム動作時を区別可能
右開き	10/10	15/15
左開き	10/10	14/15

表 4.10: 右開きの扉を右利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率

脚 \ 手・指	人・中・薬・小		人・中・薬		薬・小		親・人	
	右手	左手	右手	左手	右手	左手	右手	左手
右前	5/5			1/1		1/1	1/1	
並行	1/1	1/1						
左前		4/4		1/1				

表 4.11: 右開きの扉を両利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率

脚 \ 手・指	人・中・薬・小		人・中・薬		人・中	
	右手	左手	右手	左手	右手	左手
右前	2/2			1/1	3/3	
並行	2/2		1/1	3/3		
左前				1/1		2/2

表 4.12: 左開きの扉を右利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率

脚 \ 手・指	人・中・薬・小		人・中・薬	
	右手	左手	右手	左手
右前	3/3		7/8	1/1
並行	3/3			
左前				

表 4.13: 左開きの扉を両利きの人が操作した場合の姿勢別の正答率

脚 \ 手・指	人・中・薬・小		人・中・薬		人・中	
	右手	左手	右手	左手	右手	左手
右前		2/2	1/1			1/1
並行		1/1	4/4		4/4	1/1
左前					1/1	

本実験では、被験者は戸の仕様（右開き、左開き）や扉を操作する手（右手、左手）または提示からの間隔（5 分間、6 時間、1 週間）を変更してもそれが通常時であるかシステムが動作している時かをほぼ 100 % に近い確率で区別可能という結果となった。ここからは、その結果になった要因について考察する。

私たちは、実生活で引き戸を開く際に戸が動き出すまでにすごく力が必要であっても動き出した後には戸を簡単に動かせるという経験をする。これは、摩擦力の種類が変わることが関係する。その摩擦力は、戸が静止している時は静止摩擦力で戸が動き始めると動摩擦力である。その静止摩擦力の最大の値が戸の開閉力である。この開閉力より戸が動き出した後にかかる動摩擦力の方が小さいのでこれより戸が動き出したら簡単に動かせる。これを踏まえて本システムが動作する時に被験者が感じる感覚について検討する。本システムを動作させた際にワイヤーを巻き取って扉が開くことに負荷を与える DC モーターが回転するまでには、扉が開いたことを扉のセンサが検知してその情報が中継の回路からモーターのドライバに行きそのドライバがモーターを回転させるという過程となる。これより被験者が引き戸を開く際に必要な開閉力は通常時と同様の力（利用した引き戸では 3.432N）となりその状態からモーターが回転をはじめて引き戸を閉める方向に負荷がかかるので被験者は、扉を開いている途中で引き戸が動き始める際には感じなかった負荷を感じるようになる。これは、実生活で引き戸を操作するときには感じられないものであり、通常時であれば先に述べたように戸が動き出すまでが一番力が必要でありそれから簡単に扉が開く、それに対して本システムでは、戸を開く一連の動作の中で戸が動き出すまでが一番力が必要でなく戸が動き出してから戸を開くために力が必要になる。これにより通常時とシステム動作時との区別が容易であったと考える。またシステムが動作した際には、4.1,4.2 節の実験での負荷値で表すと錘が 1.3kg のときとほぼ同様の負荷値（約 14N）となる。この負荷値は、4.1,4.2 節の実験では、被験者全員が「妨害が分かるが気にならない」以上の評価をしており「妨害が分からない」と評価した被験者はいなかった。それから本システムでは、通常時とシステムが動作している時の区別がほぼ 100 % に近い確率で可能という結果が得られたと考える。

第5章 考察

4.1節また4.2節では、住宅内の引き戸に図4.2の実験装置を設置して提案手法で戸を開く際に居住者に与える最適な負荷値について調査また評価実験した。また、4.3節では、それをシステムとして作成したときにそのシステムの評価実験を行った。それら実験により開閉力の強弱の戸を操作する被験者は通常時と負荷が加わっている時を感じ分けることができその負荷値によっては戸を操作する動作に心理的な影響を与えるものとなる。またその負荷値による心理的な影響は、被験者ごとに全く異なるということではなく、ある程度の同様の傾向があることがわかった。評価実験によりその負荷値を適切に設定することで通常時とは異なることを示せ尚且つその負荷を誘導対象者が邪魔だと感じない負荷値を見つけ出すことは可能であることがわかった。また本実験では、通常時の開閉力に比べて6.865N以上9.807N以下の負荷値を加えることが適切であると求められた。また、この負荷値は、室内の軽い扉では有効であり実験によりこの適切な負荷値を用いることでその扉に対してはその負荷値が一樣に有効となる知見が得られた。しかし、扉の重量や仕様により適切な負荷値が変化する可能性がありその他の扉に対しても実験を行い適切な負荷値を求める必要があると考える。

本章では、その値を見つけ出すことができたことにより戸を操作する際にその値の負荷を提示してできること、この戸を利用した提案手法の有用性の考察を行う。

5.1 節電システム

近年、省エネ家電が次々に発売され家電を購入する際にどの家電を購入数するかを選択の動機の一つとなっている。それらの省エネ家電は機器単体で省エネを行うだけではなく機器同士が連携して更に省エネを実現するシステムも提案されている。それは、家庭内の家電機器・ガス製品などエネルギー消費機器をICT技術を応用してネットワーク化し更にセンサー情報などを駆使して消費エネルギーの管理・制御を図る一連のシステムである[15]。そのシステムでは、各機器の電源のオンとオフの状態やそれらの消費電力などの情報を居住者が見えるように可視化することで省エネの意識改革を行いそれらの省エネの行動を促すという気付きの喚起が第一のステップとされている。それらを行うためのユーザインターフェース機器には身の回りにあるデジタルテレビが注目されている。また、デジタルテレビがない部屋では、携帯電話などの情報端末により居住者に気付きを与える。これらの方法は、見える化ということで居住者の視覚を利用して省エネ意識を喚起している。本研究での提案手法では、その省エネ意識喚起の部分で「見える化」だけでなく新た

に「触れる化」という部屋の移動の際に扉を操作する居住者にその行動に適切な負荷を与えそれにより省エネ意識喚起し居住者に省エネ行動を促す新たなユーザインタフェース機器として利用することが可能であると考える。これにより、例えば居住者が部屋を移動する際に家電の電源を入れたままで移動しようとした際に提案手法によりそれを気付かせその家電の電源を切る行動を促すことが可能である。省エネの行動は、システムから居住者に強制的にさせるものではなく促すことが重要であり提案手法では、居住者に邪魔だと感じない程度に扉の開閉時の負荷によりそれを促すことができる。

5.2 徘徊防止システム

先述したようにこれから認知症患者が現在よりも増加し、専門の介護施設の定員が満員で入居できずやむなく在宅介護を選択する場面が増えてくる。認知症患者の代表的な症状として徘徊がある。専門の介護施設では、タグを利用して出入り口にゲートを設置してそのタグを感知した時点でスタッフの携帯電話にコールしていがたアナウンスを流す老人徘徊防止システムが導入されている[16]。これにより認知症患者の安全を確保することができたり、認知症患者の徘徊に気を配るスタッフの精神的な負担を軽減できる。家庭内では、同様のシステムとしては、玄関の扉のセンサや玄関付近の赤外線センサが作動すると音や光によりそれを知らせる徘徊防止システムがある。現在のシステムでは、認知症患者の行動を常に気にしていなくてもよくそのシステムからのチャイムや光を気にしながら生活すればよいので認知症患者とともに生活する居住者の負担軽減になり有効である。このシステムは、認知症患者に対しては何も示さずに居住者に対して何かを提示するシステムである。本提案手法は、その徘徊防止システムの新たな手法として認知症患者に対しても提示を行うものとなる。家庭内の複数のセンサにより居住者の行動を検知することが可能であり、これにより認知症患者以外の居住者に提示デバイスで認知症患者が外出しようとしていることを通知することは可能である。それに加えて本手法では、既存のシステムと違い認知症患者に対しても戸の開閉力を変更して提示する。これにより認知症患者が戸を開く際に戸がなにか変だと思うことによりその場に留まらせその時間を利用してその他の居住者が認知症患者のところまで駆けつけることができると考える。この方法は、既存の鍵により完全に行動を阻止する方法と違い認知症患者は通常時よりも力を加えると戸を開くことができる従って介護施設で問題となっているような身体拘束また家庭内での問題となる虐待などの接触を防ぐことができなかつその徘徊を防止できる可能性があると考える。

5.3 家庭内危険回避誘導システムとしての視点

本研究では、対象機器を扉とした場合に対象者に与える適切な負荷値を官能評価実験により求めた。しかしこの値は、室内の軽い扉を利用する際という限定的な場合に有効とな

るものであり、家庭内全体の危険を回避するためには扉以外のその他の対象機器に対する誘導手法を検討しなければならない。また、3.2.1で示した対象機器以外の機器の動作制御による誘導に対しての検討も必要となる。更に、対象者だけでなくその他の居住者に対して対象者に危険が迫っていることを提示し対象者以外の居住者を含めて危険回避する誘導法や高齢者や子供などの事故が発生する可能性の高い居住者だけに焦点を当てた危険回避法ではなく付加価値としてその他の居住者に対しても同じ方法を利用することで危険を回避できるような誘導法が求められる。

第6章 総括

6.1 まとめ

本研究では、家庭内で居住者の危険を回避するために現在利用されている強制的な手法や明示的な手法に属さない新たな誘導手法として扉を利用した手法を提案した。強制的な手法や明示的な手法でない新たな誘導手法を構築するための基礎的な実験ではあるが、それぞれの被験者の扉を開くことに対する負荷値の評価に同様の傾向があることを示すことができ、その負荷値を適切に設定することで提案する扉を利用した手法は家庭内の居住者を誘導するシステムで重要な通常時とは異なること示せかつ居住者が邪魔だと感じないものとなる重要な知覚を得ることができた。これを利用した誘導システムを構築することで節電、また燃焼機器の消し忘れなどの不注意の事故防止などの意識喚起の部分で「触れる」ことによる新たな意識喚起ユーザインタフェース機器として省エネや事故防止行動を促す誘導の一部分を提案手法が担う事ができる。

6.2 今後の課題

6.2.1 安全への対応

本研究で提案した手法は、扉を開く居住者に対してその動作に負荷をかけることで通常時と異なる状況を居住者に提示する。この手法は、扉を開く居住者が指を挟んだりするような危険と隣り合わせの手法となる。本研究の実験では、扉の操作部以外の部分に触れないように注意したが実生活ではそのような事故が発生してしまうおそれがある。そのような状況にならないようにシステム側で負荷をかける制御だけでなくそのような安全に配慮した制御する必要がある。現在、販売されている自動ドアシステムでは、扉が閉まる際に利用者に触れたことを検知すると扉が開く方向に動作する挟み込み防止の安全機能が標準で搭載されている。このように本提案手法でも安全面からの考察が必要となる。

6.2.2 動的な負荷値の変更

本実験で利用したシステムでは、システムの仕様により負荷値の変更を行うことが出来なかった。そのため実験では、負荷値を一定としてそのシステムが動作した時と通常時を被験者が区別できるかの実験を行った。実際に本提案手法をシステムとして運用する場合

には、センサから得られた家庭内の状況によりシステムから居住者が扉を操作する動作に対する負荷値を動的に変更できればよりシステムの有効性が高くなると考える。例えば、居住者を誘導したい情報のプライオリティを付けてプライオリティの高い誘導が必要だとシステムが判断すれば居住者に対する喚起（扉の動作に対する負荷値）を強くすることで居住者に緊急度を伝達できる。しかし、このシステムが有効であるためには居住者が通常時とシステムが動作した時を区別できることに加えてそのシステムが動作した際の負荷値に対しても区別できる必要がある。そのような実験含めて検討考察が必要である。

6.2.3 長期的な有効性

家庭内での不慮の事故は、様々な要因により発生する。これより危険回避誘導システムは、日常的に利用されるものであると考える。それには、長期的に有効であることが必要である。なぜなら、2.2.2でも述べたように対象者がその誘導に慣れるなどによりその誘導を無視するようになる可能性が考えられるからである。従って、本提案手法も実験中という決まった期間だけでなく試験的に家庭内に導入して実際の環境での危険回避誘導システムとしての有効性の検討が必要である。それにより本提案手法がどの状況で有効であり、どの状況で誘導を無視するのかの検討を行えると考ええる。これにより、いくつかの状況ではその他の危険回避手法との併用が必要であるなどの観点からも検討が必要である。

謝辞

本稿を執筆するにあたりまして、研究に対する御指導を賜りました丹康雄教授に心から深く感謝すると共に、ここに御礼申し上げます。適切なご助言を頂きました Lim Azman Osman 准教授に深く感謝致します。

また、貴重なご助言やご意見を頂いた丹研究室の皆様、また実験に参加して頂いた皆様には深く感謝の言葉を申し上げます。

参考文献

- [1] 野村 篤史, 林 勇吾, 小川 均, “スマートフォンを落ちいた屋内における避難誘導エージェント”, 情報処理学会第 73 回全国大会, pp.545-547, 2011
- [2] 戸澤 清茂, 今宮 淳美, 小谷 信司, “視覚障害者の歩行時での有効な音声情報の分析”, 電子情報通信学会技術研究報告, WIT2006-28, 2006
- [3] 五代 智也, 生原 悟, 林田 和人, 渡辺 仁史, “振動刺激による歩行時の誘導効果に関する研究”, 日本建築学会学術講演梗概集 E-1 建築計画 1, pp.1059-1060, 2006
- [4] 厚生労働省, “平成 21 年度「不慮の事故死亡統計」の概況”, on-line available at <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/tokusyuu/furyo10/dl/gaikyo.pdf>
- [5] 厚生労働省老健局, “2015 年の高齢者介護”, on-line available at <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/kentou/15kourei/>
- [6] 山本 篤史, 屋代 智之, “振動を用いた歩行者ナビゲーションの提案”, 情報処理学会第 65 回全国大会, Vol.3 pp.312-313, 2003.3
- [7] 宋 慶輝, “仮想ホームネットワークにおけるユーザーのモデリングに関する研究”, 北陸先端科学技術大学院大学修士論文, 2007.3
- [8] 東芝ライテック株式会社, FRMINITY, on-line available at <http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/>
- [9] Panasonic 株式会社, ライフィニティ, on-line available at <http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/lifinity/kahs/>
- [10] 増田 耕一, “ホームネットワークにおける異常状態のモデル化とその検知手法に関する研究”, 北陸先端科学技術大学院大学修士論文, 2006.3
- [11] 板野 良輔, “ホームネットワークにおけるユーザー行動のモデリングに関する研究”, 北陸先端科学技術大学院大学修士論文, 2008.3
- [12] 厚生省, “厚生労働大臣が定める居宅介護住宅改修費等の支給に関わる住宅改修の種類”, 厚生省告示第 95 号, 平成 11 年 3 月

- [13] 田中 眞二, 赤澤 堅造, 布田 健, 佐藤 克志, 加藤 正男, 後藤 義明, 横林 優, 古瀬 敏, 山本 篤史, 屋代 智之, “ 高齢者の使用を考慮した引戸の適正な開閉力と操作部形状に関する基礎的検討 ”, 生体医工学, Vol.42 No.4 pp.347-353, 2004
- [14] 田中 眞二, 前川 陽, 奥野 竜平, 赤澤 堅造, “ 高齢者の使用を考慮した引戸操作性の計測・評価のための実物大実験装置の開発と評価 ”, 生体医工学, Vol.43 No.4 pp.795-799, 2005
- [15] シャープ株式会社, シャープエコハウスの紹介,
on-line available at http://www.sharp.co.jp/corporate/rd/36/pdf/101_04.pdf
- [16] ACTUNI 株式会社, 老人徘徊防止システム,
on-line available at <http://www.actuni.co.jp/products/security/solution/hospital/index.html>
- [17] Chapman 利き手テスト,
on-line available at <http://www.h6.dion.ne.jp/fff/old/technique/handedness/chapman.pdf>