

Title	ホームネットワークにおけるプッシュ型情報提示システムの実用化に向けた研究
Author(s)	金井, 拓哉
Citation	
Issue Date	2012-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/10448">http://hdl.handle.net/10119/10448</a>
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における  
プッシュ型情報提示システムの  
実用化に向けた研究

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

金井 拓哉

2012年3月

修 士 論 文

ホームネットワークにおける  
プッシュ型情報提示システムの  
実用化に向けた研究

指導教官 丹 康雄 教授

審査委員主査 丹 康雄教授  
審査委員 Lim, Azman Osman 准教授  
審査委員 篠田 陽一 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

1010017 金井 拓哉

提出年月: 2012 年 2 月

## 概要

本稿は、先行研究のプッシュ型情報通知システムの実用化に向けた諸課題の解決方法を提案する。プッシュ型情報通知システムとは家電をユーザへの情報提示端末として利用し、ユーザに情報通知を行うシステムである。プッシュ型情報通知システムにはユーザへの情報の伝えかたや伝わりかたに実用化に向けた諸課題が存在する。

本研究ではこれらの諸課題の解決方法を提案する。提案手法を用いたプッシュ型情報提示システムを提案する。提案手法の有効性を評価実験や先行研究のシステムと比較することで評価と検証を行う。

# 目次

<b>第1章</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	研究背景	1
1.2	研究目的	3
1.3	本論文の構成	5
<b>第2章</b>	<b>ホームネットワークとプッシュ型情報通知システム</b>	<b>6</b>
2.1	ホームネットワークの概要	6
2.2	プッシュ型情報通知システムの概要	7
2.2.1	システムの機能構成	8
2.2.2	表示デバイスの分類	9
2.2.3	プッシュ型情報の種類	9
2.2.4	統一形式のプッシュ型情報の定義	10
<b>第3章</b>	<b>プッシュ型情報提示システムの提案</b>	<b>13</b>
3.1	提案システムで扱うプッシュ型情報	13
3.2	提案システムで用いる統一形式のプッシュ型情報の定義	14
3.2.1	情報	14
3.2.2	制御情報	14
3.3	提示デバイスと表現方式	15
3.3.1	動画	15
3.3.2	音声	16
3.3.3	文字	16
3.3.4	アラーム	16
3.3.5	シグナル	16
3.3.6	電子メール	16
3.4	プッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムの比較	17
3.5	諸課題の内容と提案手法	25
3.5.1	課題1. 情報の到達性	25
3.5.2	課題2. リアルタイム性の確保	32
3.5.3	課題3. 情報の多重化	33
3.5.4	課題4. 提示デバイスの動作頻度の問題	35
3.5.5	課題5. サーバ管理の問題	35

<b>第 4 章</b>	<b>提案システムの評価実験</b>	<b>37</b>
4.1	実験環境	37
4.2	開発環境	38
4.3	実験概要	39
4.3.1	実験の目的	39
4.3.2	シナリオと設定	40
4.3.3	実験の方法	40
4.3.4	実験に用いた照明の提示パターン	42
4.4	実験結果	43
4.4.1	被験者のデータ	43
4.4.2	実験結果	43
4.5	評価	47
4.5.1	課題 1. 情報の到達性	47
4.5.2	課題 2. リアルタイム性の確保	48
4.5.3	課題 3. 情報の多重化	50
<b>第 5 章</b>	<b>提案手法の全体的な評価</b>	<b>52</b>
5.1	課題 1. 情報の到達性	52
5.2	課題 2. リアルタイム性の確保	53
5.3	課題 3. 情報の多重化	53
5.4	課題 4. 提示デバイスの動作頻度の問題	54
5.5	課題 5. サーバ管理の問題	55
<b>第 6 章</b>	<b>考察</b>	<b>59</b>
6.1	提案システムについて	59
6.1.1	動作シナリオ 1: 緊急地震速報受信	59
6.1.2	動作シナリオ 2: 洗濯機の完了通知	60
6.1.3	動作シナリオ 3: インターホンの来客通知	61
6.2	今後の課題	63
<b>第 7 章</b>	<b>まとめ</b>	<b>64</b>

# 目 次

1.1	家庭内からのプッシュ型情報	1
1.2	家庭外からのプッシュ型情報	2
1.3	プッシュ型情報通知システム	3
2.1	緊急地震速報の通知例	7
2.2	プッシュ型情報通知システムの機能構成	8
3.1	プッシュ型情報通知システムのデータフロー図	18
3.2	プッシュ型情報提示システムのデータフロー図	18
3.3	照明のみを用いた緊急地震速報の通知例	33
3.4	照明のみを用いた洗濯機の完了通知の通知例	34
4.1	iHouse 外観	37
4.2	iHouse リビングの間取り図	38
4.3	リビングルーム	38
4.4	LED 主照明	39
4.5	LED ダウンライト	39
4.6	被験者の位置	41
4.7	被験者の着席場所	41
4.8	1 サイクルの点滅時間	47
4.9	追加実験時の被験者の着席場所	49
5.1	機能を宅外に移したシステム構成例	56
5.2	機能を宅内に設置したシステム構成例	57

# 表 目 次

2.1	統一形式プッシュ型情報項目	10
2.2	プライオリティの定義	11
2.3	定型番号の定義	12
3.1	プッシュ型情報の分類	13
3.2	統一形式プッシュ型情報項目	14
3.3	提示デバイスの表現形式	16
3.4	提示デバイスの分類: AV・情報家電	19
3.5	提示デバイスの分類: 調理・生活家電	20
3.6	提示デバイスの分類: 健康・美容家電	21
3.7	提示デバイスの分類: 照明器具	22
3.8	提示デバイスの分類: 季節家電	23
3.9	プッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムの違い	24
3.10	ユーザのアクション: 動画	27
3.11	ユーザのアクション: 音声	28
3.12	ユーザのアクション: 文字	29
3.13	ユーザのアクション: アラーム	30
3.14	ユーザのアクション: シグナル	30
3.15	ユーザのアクション: 電子メール	31
3.16	表現形式による多重化の必要性	34
4.1	開発環境	40
4.2	情報の種類と提示パターン	42
4.3	日中の被験者	43
4.4	夜間の被験者	43
4.5	全体の実験結果	44
4.6	実施時間ごとの実験結果	44
4.7	詳細結果: 日中	45
4.8	詳細結果: 夜間	46
4.9	被験者の気付きまでの点滅サイクル数: 日中	47
4.10	被験者の気付きまでの点滅サイクル数: 夜間	48
4.11	被験者の気付いた際の行動	48

4.12	追加実験: 日中	50
4.13	追加実験: 夜間	50
4.14	情報を認識するまでの点滅サイクル数: 日中	50
4.15	情報を認識するまでの点滅サイクル数: 夜間	51
5.1	先行研究との比較: 課題 1. 情報の到達性	52
5.2	先行研究との比較: 課題 3. 情報の多重化	54
5.3	先行研究との比較: 課題 4. 提示デバイスの動作頻度の問題	55
5.4	先行研究との比較: 課題 5. サーバ管理の問題	58

# 第1章 はじめに

## 1.1 研究背景

家庭内のネットワークに様々な家電機器やセンサを接続したホームネットワークが一般家庭にも浸透しつつある。ホームネットワークが構築された家庭内では、ホームネットワークに接続された家電機器やセンサなどからネットワーク経由で色々な情報を入手することが可能となる。またネットワークを経由して制御することも可能である。さらに、各家庭にインターネットが接続されることにより、家庭外から色々な情報を入手することが可能となった。

このような家庭内において、プッシュ型情報と呼ばれるユーザに単方向に流れる情報が多く存在する。プッシュ型情報の発生源は図 1.1 のような家庭内と図 1.2 のような家庭外の2種類ある。家庭内から発生するプッシュ型情報としては、洗濯機や乾燥機の完了通知、電子レンジなどの完了通知、火災報知器の作動情報などの情報がある。また、家庭外で発生するプッシュ型情報としては、緊急地震速報などが代表例である。



図 1.1: 家庭内からのプッシュ型情報

先行研究で、ホームネットワークに接続された家電機器を、ユーザへの情報提示端末として利用するプッシュ型情報通知システムが提案された。プッシュ型情報とはユーザに向

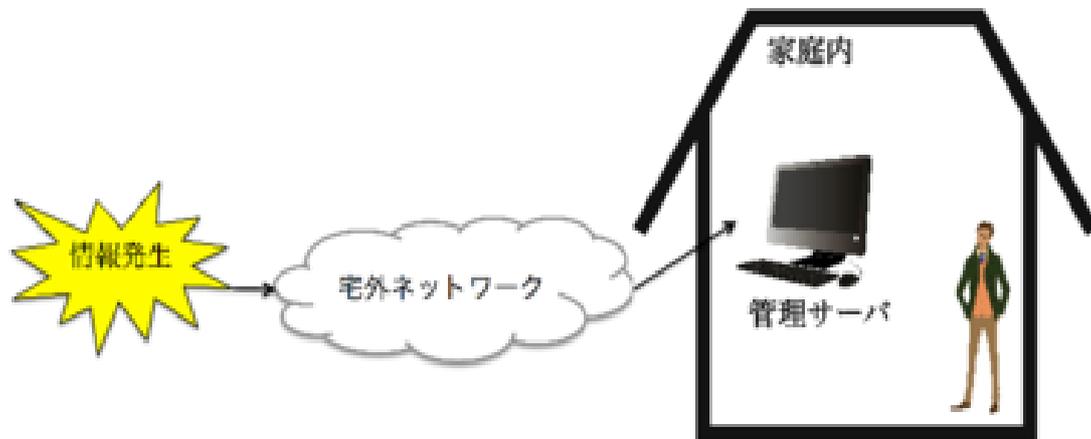


図 1.2: 家庭外からのプッシュ型情報

けて単方向に発信される形式の通知型情報である。従来、ユーザは情報発生端末の付近でのみ情報を受け取ることが可能であった。プッシュ型情報通知システムでは、情報提示端末としてユーザの身の回りの家電を利用する。身の回りの家電を提示デバイスとして使用することで、ユーザが情報発生端末の付近にいなくても情報を伝えることができる。

また、プッシュ型情報通知システムでは、情報発生端末と提示デバイスの中に管理命令機能を持ったサーバを導入する。管理命令機能では、プッシュ型情報を発信する機器から情報を受信し、提示家電への操作命令などを行う。サーバを導入することで、情報発生端末は提示に用いる家電の種類を意識することなくユーザに通知したい情報の発信を行うことが可能となった。情報提示端末は様々な家電を提示デバイスとして利用できるようになった。

## 1.2 研究目的

先行研究でのプッシュ型情報通知システムは図 1.3 のように、ユーザの身の周りの家電を介して情報をユーザに提示することに特化したシンプルなシステムである。しかしながら、先行研究でのプッシュ型情報通知システムには情報の伝え方や伝わり方に実用化に向けた諸課題が存在する。

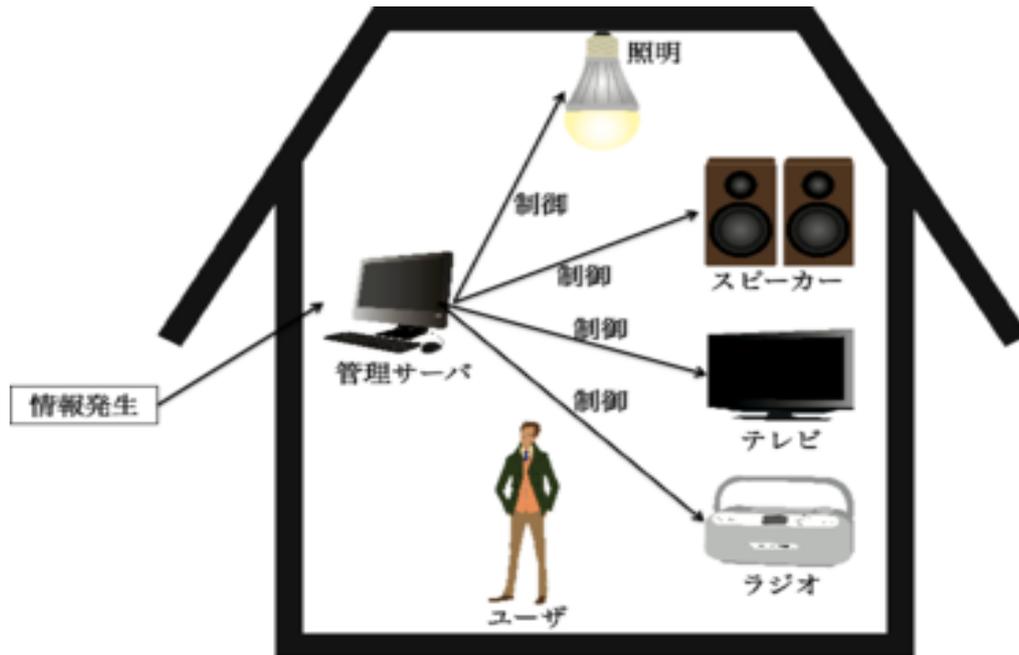


図 1.3: プッシュ型情報通知システム

本研究では、これらの諸課題を以下の 5 つに分類する。

- 課題 1 情報の到達性  
ユーザが提示デバイスの動作に気がつくか。
- 課題 2 リアルタイム性の確保  
一定時間以内にユーザが情報を受け取れるか。
- 課題 3 情報の多重化  
システムが提示した情報をユーザが正しく認識できるか。
- 課題 4 提示デバイスの動作頻度の問題  
提示デバイスが頻繁に動作することに関する問題。

- 課題5 サーバ管理の問題

宅内にシステムに関する全てのサーバを設置することによる、運用・コストに関する問題.

本研究の目的は、これらの実用化に向けた課題を解決することである。これらの課題を諸課題を解決したシステムを用いるメリットは、プッシュ型情報の種類に応じて異なった提示パターンで情報を提示する点がある。先行研究のシステムでは提示デバイスとして利用する家電はユーザの状況や家電の状況に応じて自動的に選択を行う。しかし、家電の動作パターンは常に一定である。したがって、ユーザは提示されている情報がどのような情報なのかを区別することは難しかった。また、情報の通知は一度きりであったため、ユーザが情報を正しく受け取ったかどうかは判別できなかった。提案システムではユーザが提示されている情報がどのような情報なのか区別し、ユーザが正しく情報を受け取る可能性を向上させることが可能である。

本研究では、このような情報の伝え方や伝わり方を考慮したシステムの検討を行い、提案するシステムが有用であるかの検討を行う。

## 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 はじめに  
研究の背景と目的, 本論文を通しての全体の説明を行う。
- 第2章 ホームネットワークとプッシュ型情報通知システム  
ホームネットワークの説明と先行研究であるプッシュ型情報通知システムの説明を行う。
- 第3章 プッシュ型情報提示システムの提案  
先行研究のシステムでの諸課題の解決方法の検討を行い, 実現可能なシステムの提案を行う。
- 第4章 提案システムの評価実験  
評価実験について述べる。提案システムで用いる諸課題の解決方法に対する検証を行う。
- 第5章 提案手法の全体的な評価  
諸課題解決のための提案手法に対する評価を述べる。
- 第6章 考察  
提案システムの考察と今後の課題について述べる。
- 第7章 まとめ  
本論文の総括を行う。

## 第2章 ホームネットワークとプッシュ型 情報通知システム

本章ではホームネットワークの説明と先行研究であるプッシュ型情報通知システムの概要についてまとめる。

### 2.1 ホームネットワークの概要

ホームネットワークとは住宅内のローカルネットワークを用いて家電の制御や管理を行うことが可能なネットワークである。ホームネットワークに対応する家電はネットワークを経由して家電の操作を行うことが可能となる。また、ホームネットワークはインターネット等の外部のネットワークに接続することができ、家庭内からだけでなく、家庭外からも家電の制御や情報の取得が可能である。

#### ホームネットワークのプロトコル

ホームネットワークのプロトコルについて代表的な規格の説明を行う。

- ECHONET

ECHONET(Energy Conservation and Homecare Network) とは、ECHONET 機器オブジェクトで規定されている様々な家電やセンサを対象とした国際的な通信規格である。ネットワーク経由で家電の制御を行うことが可能で、スマートグリッドやスマートハウス、少子高齢化等、安心して生活を行うためのシステム基盤の構築に取り組んでいる。規格の制定等はエコーネットコンソーシアムが行っており、様々な会員企業によりエコーネット対応機器が市場に投入されつつある。

また、Plug & Play 機能により、比較的容易に設置や変更が可能である。

- UPnP

UPnP(Universal Plug and Play) とは、機器を接続するだけでネットワークに接続し、利用することを可能にするプロトコルである。UPnP を用いることで複雑な設定なしにネットワークに接続でき、ネットワーク経由で情報の取得や制御が可能である。

- DLNA

DLNA(Digital Living Network Alliance) は家電やパソコン, モバイル機器などの異なるメーカー間の機器を容易に相互接続するための規格である. DLNA 対応機器ではメーカーを問わず, ネットワークを経由して動画や音楽や写真などのコンテンツを共有することが可能となる.

## 2.2 プッシュ型情報通知システムの概要

プッシュ型情報通知システムとは, ホームネットワークとホームネットワークに接続された家電機器を用いてユーザに情報の通知を行うシステムである. プッシュ型情報とは, ユーザに向けて単方向に流れる情報である. システムの動作例として, 図 2.1 に緊急地震速報の通知例を示す.

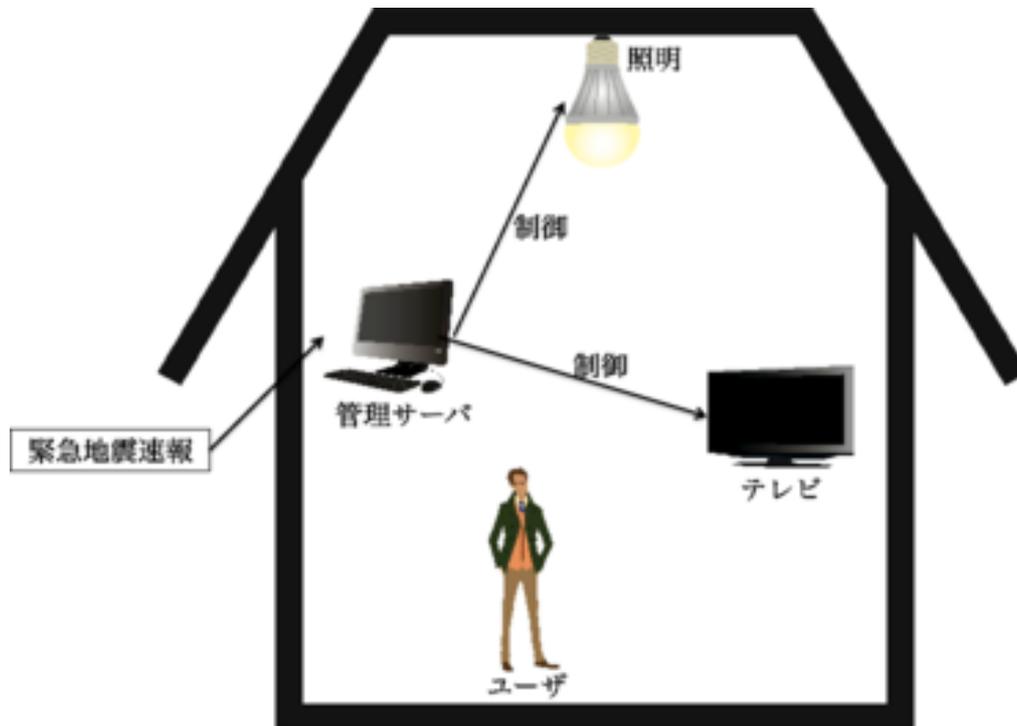


図 2.1: 緊急地震速報の通知例

まず, 緊急地震速報が家庭外で発生する. 家庭外で発生した緊急地震速報はインターネットを通じて家庭内に設置した管理サーバまで送信される. 管理サーバは適切な提示デバイスを選択する. その後, ホームネットワークを通じて提示デバイスである各家電に情報が送信される. 各家電では, 受信した情報を家電が持つ機能を利用してユーザに情報を通知する. 図 2.1 では提示デバイスとしてテレビと照明を使用する.

## 2.2.1 システムの機能構成

プッシュ型情報通知システムの機能構成は図 2.2 のようになる。

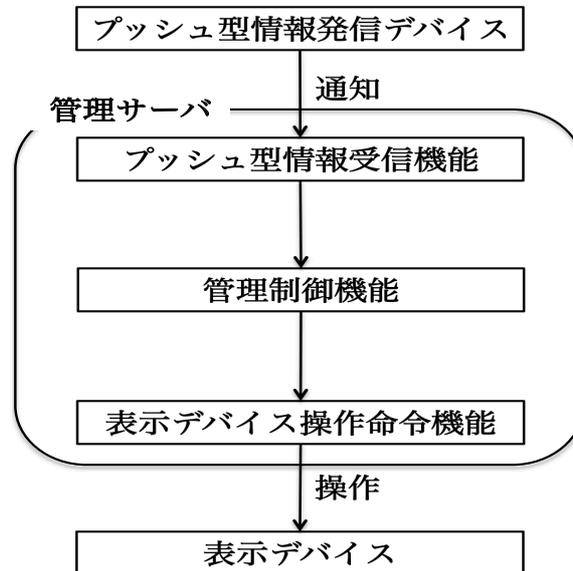


図 2.2: プッシュ型情報通知システムの機能構成

各機能の説明は以下に示す。

### プッシュ型情報発信デバイス

プッシュ型情報発信デバイスはプッシュ型情報を発生させる機器やサービスである。プッシュ型情報発信デバイスは各発信デバイスのプロトコルを用いて情報を発信する。

### プッシュ型情報受信機能

プッシュ型情報受信機能はプッシュ型情報発信デバイスから様々なプロトコルで発信されたプッシュ型情報の受信を行う機能を持つ。各プロトコルで発信されたプッシュ型情報は統一形式のプッシュ型情報に変換される。様々なプロトコルのプッシュ型情報から統一形式のプッシュ型情報に変換を行う際には情報の変換テーブルを用いる。

### 管理制御機能

管理制御機能ではプッシュ型情報発信デバイスとプッシュ型情報受信機能の制御を行う。また、プッシュ型情報受信機能から発信された統一形式のプッシュ型情報を表示デバイス操作命令機能への転送等も行う。

## 表示デバイス操作機能

表示デバイス操作機能は表示デバイスとして使用する家電の制御を行う機能である。家電によって制御に使用されるプロトコルは異なる。したがって、各家電のプロトコルの命令コマンドを利用して家電の制御を行う。

## 表示デバイス

表示デバイスはユーザへ情報を通知するのに使用する家電である。表示デバイス操作命令機能が制御を行う。

### 2.2.2 表示デバイスの分類

プッシュ型情報通知システムは家電をユーザへの情報提示デバイスとして使用する。提示デバイスの提示方法を以下のように分類する。

- 動画  
動画と音声を用いて情報の通知を行う。
- 音声  
音声のみを用いて情報の通知を行う。
- 文字  
文字を用いて情報の通知を行う。
- アラーム  
アラーム音を用いて情報の通知を行う。
- シグナル  
光などの単純な視覚情報を用いて情報の通知を行う。

### 2.2.3 プッシュ型情報の種類

プッシュ型情報通知システムでは、3つの形式のプッシュ型情報が存在する。

- 各プロトコルのプッシュ型情報  
プッシュ型情報発信デバイスによって出力されるプッシュ型情報である。発信デバイスによって異なったプロトコルのプッシュ型情報となる。

- 統一形式のプッシュ型情報  
情報発信デバイスから発信されたプッシュ型情報はプッシュ型情報受信機能で各プロトコルから統一形式のプッシュ型情報に変換される。統一形式のプッシュ型情報の定義は次の節で示す。
- 各家電への命令コマンド  
表示デバイスとして使用する家電を制御するのに使用される情報形式である。

## 2.2.4 統一形式のプッシュ型情報の定義

プッシュ型情報発信デバイスから発信された各プロトコルのプッシュ型情報は、プッシュ型情報変換機能で統一形式のプッシュ型情報に変換される。統一形式のプッシュ型情報は表 2.1 のように定義される。

表 2.1: 統一形式プッシュ型情報項目

項目名		説明
情報	メッセージ	情報の内容
	固有識別名	情報が発生した機器名もしくはサービス名
	受信プロトコル名	情報を受信したプロトコル名
重要度	プライオリティ	情報の緊急度
	定型番号	家電での情報表示時に使用する番号

フィールドは大別して情報と重要度の2つに分けられる。

### 情報

情報は各プロトコルのプッシュ型情報が持っていた情報形式が変換された情報が入る。

- メッセージ  
プッシュ型情報の内容を示す情報が入る。
- 固有識別名  
プッシュ型情報を発信した機器やサービス名が入る。
- 受信プロトコル名  
情報を受信したプロトコル名が入る。

## 重要度

- プライオリティ  
プライオリティは表 2.2 のように 4 段階で定義される。

表 2.2: プライオリティの定義

プライオリティ	説明
1	緊急
2	障害異常
3	通知
4	通常

- 緊急  
プライオリティが緊急とは、ユーザにすぐに通知する必要がある情報である。
  - 障害異常  
プライオリティが障害異常とは、機器やサービスの障害や異常を示す情報である。
  - 通知  
プライオリティが通知とは、ユーザに通知を行う必要があるが、緊急性がない情報である。
  - 通常  
プライオリティが通常とは、ユーザに通知する必要がない情報である。表示デバイスの情報を収集する際などに使用されるプライオリティである。
- 定型番号  
ユーザへ情報を通知する方法を決定する際に使用される。通常はプライオリティや表示デバイスとして使用する家電の状態等の情報によって表示デバイスが決定される。定型番号が指定されている場合は、定型番号に従って表示デバイスを選択することが可能となる。定型番号は表 2.3 のように 3 つのパターンが存在する。定型番号を用いることで、特定のプッシュ型情報に対してユーザが指定した動作を表示デバイスとなる家電に指定することができる。  
定型番号が 0 の場合は、ユーザの位置や提示デバイスとして使用する家電の使用状況等から適切な提示デバイスをシステムが自動的に選択する。  
XXX のように数字 3 桁の場合、事前に提案システムで予約されている番号である。予約されている番号は家庭外で発生する火事や自然災害等の緊急情報となる。  
XXXX のように数字 4 桁の場合、ユーザが独自に動作を決めることが可能となる。ユーザはあらかじめ情報変換テーブルや定型動作を登録する必要がある。

表 2.3: 定型番号の定義

定型番号	桁数	説明
0	1	定型番号無指定のプッシュ型情報
XXX	3	システムで定義されている定型番号
XXXX	4	ユーザが定義した定型番号

# 第3章 プッシュ型情報提示システムの提案

本研究では、先行研究のシステムでの諸課題を解決したプッシュ型情報提示システムの提案を行う。本章ではまず、先行研究のシステムとの変更点を述べる。その後、諸課題ごとの詳細な問題点と解決策を提案する。

## 3.1 提案システムで扱うプッシュ型情報

先行研究でのプッシュ型情報通知システムでは、表 2.2 のようにプライオリティによってプッシュ型情報の種類を分類していた。提案システムでは、プッシュ型情報を重要度の高低と即時性の有無の 2 つの観点から分類する。重要度とは情報の大切さを表し、即時性とはユーザにすぐに伝える必要があるかを表す。

表 3.1: プッシュ型情報の分類

重要度 \ 即時性	有	無
高	緊急地震速報 火災報知器	台風情報
低	インターホン	洗濯機の完了通知

表 3.1 は提案システムが扱うプッシュ型情報を重要度と即時性で分類した一例である。重要度が高く、即時性が有の情報の例として、緊急地震速報や火災報知器の作動情報などが考えられる。重要度が高く、即時性が無の情報としては、台風情報のような、ユーザに今すぐに通知する必要性はないがユーザに危険をもたらす情報などがある。即時性が求められるが重要度が低い情報はインターホンや電子レンジの完了通知などが当てはまる。最後に、重要度が低く、即時性も無い情報としては洗濯機の完了通知などがある。

## 3.2 提案システムで用いる統一形式のプッシュ型情報の定義

先行研究での統一形式のプッシュ型情報を表 2.1 のように定義した。提案システムでは表 3.2 のように定義する。

表 3.2: 統一形式プッシュ型情報項目

項目名		説明
情報	メッセージ	情報の内容.
	情報源名	情報が発生した機器名もしくはサービス名.
	受信日時	情報を受信した日時.
制御情報	重要度	情報の重要度の高低. 情報源によって設定された値.
	即時性	情報の即時性の有無.
	要通知性	情報を通知する必要があるか. ユーザが設定する値.
	定型番号	家電での情報提示時に使用する番号.
	許容時間	情報を受信してからユーザが認識するまでの許容時間.
	通知上限回数	通知を行う上限回数. 通常は 1 で到達確認を行わない.
	通知回数	今までに通知した回数

提案システムでの統一形式のプッシュ型情報のフィールドは大別して情報フィールドと制御情報フィールドがある。

### 3.2.1 情報

情報フィールドは各プロトコルのプッシュ型情報が持っていた情報が変換された情報が入る。

- メッセージ  
プッシュ型情報の内容を示す情報が入る。
- 情報源名  
プッシュ型情報を発信した機器名やサービス名が入る。
- 受信日時  
プッシュ型情報を管理サーバが受信した日時が入る。

### 3.2.2 制御情報

制御情報フィールドには各プロトコルのプッシュ型情報から統一形式のプッシュ型情報に変換する際に付加される情報である。あらかじめ登録されている変換テーブルを用いて情報を付加していく。

- 重要度  
情報の重要度を表現した値が入る。情報の重要度は高と低の2種類で定義される。重要度の高低は情報源によって設定された値となる。
- 即時性  
情報の即時性を表す値が入る。即時性は有と無の2種類で定義される。
- 要通知性  
ユーザへの通知を行うかどうかを指定する。ユーザが設定した値が入る。
- 定型番号  
ユーザへ情報を通知する方法を決定する際に使用される。定型番号の種類は先行研究でのプッシュ型情報通知システムと同様で、表2.3のようになる。
- 許容時間  
ユーザが情報を受け取るまでの許容時間が入る。即時性が有の情報にのみ付加される。
- 通知上限回数  
プッシュ型情報を通知する上限の回数が入る。ユーザが情報を受け取っていない場合など、プッシュ型情報を繰り返し提示する際に使用される。プッシュ型情報の種類によって、あらかじめ変換テーブルに登録されている回数が入る。通常の情報には1となり、到達確認を行わない。
- 通知回数  
システムがプッシュ型情報をユーザに何度提示したかの回数を表す。

### 3.3 提示デバイスと表現方式

提案システムでは、ユーザへ情報を提示するために家電を利用する。提示に用いる家電の表現形式は先行研究では5種類であった。提案システムでは表現形式を表3.3の6種類に分類する。

それぞれの表現形式の説明を行う。

#### 3.3.1 動画

表現形式が動画とは、動画と音声を用いて情報の提示を行う。6種類の表現形式の中で最も提示できる情報量が多い表現形式である。代表的な提示デバイスとしてはテレビなどがある。

表 3.3: 提示デバイスの表現形式

表現形式	説明	代表的な提示デバイス
動画	音声を含む動画再生	テレビ
音声	音声などの再生	ラジオ, スピーカ
文字	文字のみを表示	電光掲示板, フォトフレーム
アラーム	単純な音による通知	ブザー, アラーム
シグナル	単純な視覚情報による通知	照明器具
電子メール	電子メールによる通知	携帯電話, スマートフォン

### 3.3.2 音声

表現形式が音声とは、音声のみを用いて情報の提示を行う。代表的な提示デバイスとしてラジオやスピーカなどがある。

### 3.3.3 文字

表現形式が文字とは、文字のみを用いて情報の提示を行う。代表的な提示デバイスとして電光掲示板やフォトフレームなどがある。

### 3.3.4 アラーム

表現形式がアラームとは、ブザーやアラーム音などの単純な音情報を用いて情報の提示を行う。表現形式がアラームの場合、ユーザに提示できる情報量は動画や音声などの表現形式と比べて少ない。代表的な提示デバイスとしてブザーなどがある。

### 3.3.5 シグナル

表現形式がシグナルとは、単純な視覚情報を用いて情報の提示を行う。単純な視覚情報とは、照明器具の点滅や明滅などがある。表現形式がアラームの場合と同様に、ユーザに通知できる情報量は少ない。代表的な提示デバイスとして照明器具などがある。

### 3.3.6 電子メール

表現形式が電子メールとは、ユーザが所持している携帯電話やスマートフォンなどのモバイル通信端末に対して電子メールを送信することで情報の提示を行う。ユーザに提示で

きる情報量は多い。代表的な提示デバイスとして携帯電話やスマートフォンがある。

また、一般家庭に存在すると考えられる家電機器を、提示に使用する表現形式で分類した。家電機器をAV・情報家電、調理・生活家電、健康・美容関係、照明器具、季節家電のこのカテゴリによって分類した。表3.4はAV機器や情報家電の分類である。表3.5は調理・生活家電の分類である。表3.6は健康・美容関係の分類である。表3.7は照明器具の分類である。表3.8は季節家電の分類である。

### 3.4 プッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムの比較

先行研究のシステムはプッシュ型情報通知システムと定義されていた。提案システムはプッシュ型情報提示システムとする。本節では、プッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムの比較を行う。

本研究でのプッシュ型情報通知システムの課題は以下の5つであった。

- 課題1. 情報の到達性
- 課題2. リアルタイム性の確保
- 課題3. 情報の多重化
- 課題4. 提示デバイスの動作頻度の問題
- 課題5. サーバ管理の問題

表3.9は上述の課題に対する先行研究と提案システムの比較を行った表である。

次に、プッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムの違いをデータフロー図を示す。図3.1は先行研究であるプッシュ型情報通知システムのデータフロー図である。図3.2は提案システムであるプッシュ型情報通知システムのデータフロー図である。

先行研究でのプッシュ型情報通知システムは提示した情報を後に確認することはできなかった。提案システムでは履歴トレイを用いることで、提示した後に情報を参照することができる。また、到達確認待ち情報トレイはユーザに到達したかわからない情報を一時的に保存する。

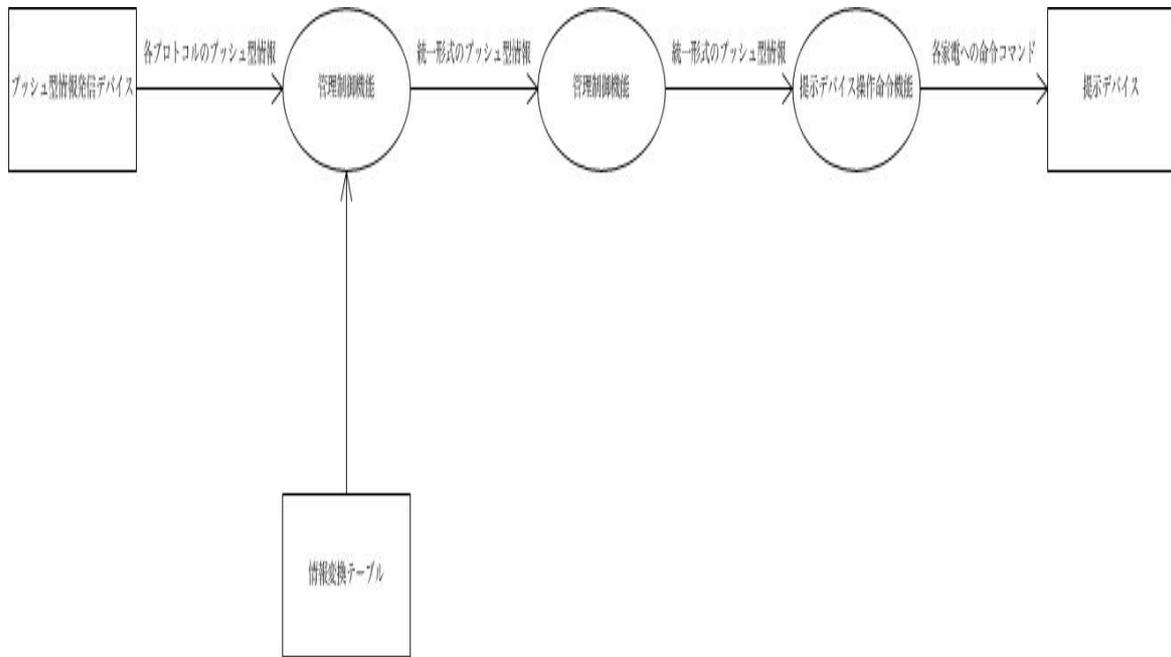


図 3.1: プッシュ型情報通知システムのデータフロー図

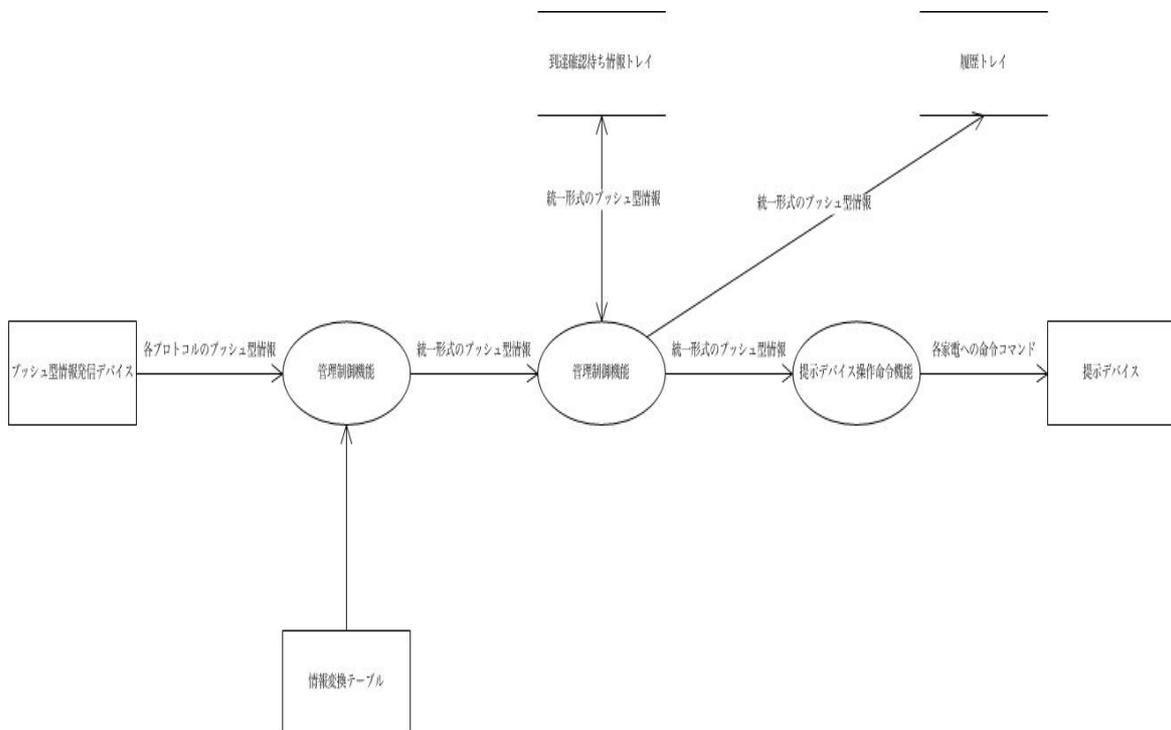


図 3.2: プッシュ型情報提示システムのデータフロー図

表 3.4: 提示デバイスの分類: AV・情報家電

カテゴリ	サブカテゴリ	家電名	表現形式					
			動画	音声	文字	アラーム	シグナル	電子メール
AV・情報家電	映像関連	テレビ	○	○	○			
		HDDレコーダ						
		DVDレコーダ						
		BDレコーダ						
	オーディオ関連	コンポ		○		○		
		スピーカー		○		○		
		ラジオ		○				
	情報家電	携帯電話・スマートフォン						○
		プリンタ			○			○
		モニタ		○				○
		パソコン		○			○	
		電話機						○
		インターホン						○

表 3.5: 提示デバイスの分類: 調理・生活家電

カテゴリ	サブカテゴリ	家電名	表現形式					
			動画	音声	文字	アラーム	シグナル	電子メール
調理・生活家電	キッチン家電	炊飯器						
		電子レンジ						
		冷蔵庫						
		食器洗い機						
		電気ポット・ケトル						
		トースター						
		IHクッキングヒーター						
		ガスコンロ						
		ホームベーカリー						
		コーヒーマーカー						
	たこ焼き器							
	ホットプレート							
	生活家電	掃除機						
		アイロン						
		ミシン						
布団乾燥機								
乾燥機								
洗濯機								
火災報知機					○			

表 3.6: 提示デバイスの分類: 健康・美容家電

カテゴリ	サブカテゴリ	家電名	表現形式					
			動画	音声	文字	アラーム	シグナル	電子メール
健康・美容家電		空気清浄機						
		血圧計						
		マッサージ機						
		体重計・体脂肪計						
		ドライヤー						

表 3.7: 提示デバイスの分類:照明器具

カテゴリ	サブカテゴリ	家電名	表現形式					
			動画	音声	文字	アラーム	シグナル	電子メール
照明器具		シーリングライト					○	
		スタンド照明					○	
		ダウンライト					○	

表 3.8: 提示デバイスの分類: 季節家電  
表現形式

カテゴリ	サブカテゴリ	家電名	表現形式					
			動画	音声	文字	アラーム	シグナル	電子メール
季節家電		ストーブ・ヒータ						
		カーペット						
		加湿器						
		除湿器						
		こたつ						
		扇風機						
		ダウンライト						

表 3.9: ブラッシュ型情報通知システムとブラッシュ型情報提示システムの違い

	ブラッシュ型情報通知システム	ブラッシュ型情報提示システム
課題 1. 情報の到達性	1 度だけ提示する	ユーザが情報を受け取るまで
課題 2. リアルタイム性の確保	考慮していない	または一定の回数まで提示
課題 3. 情報の多重化	同一デバイスでは複数の情報を提示できない	情報を認識しやすい提示パターンで通知を行う
課題 4. 提示デバイスの動作頻度の問題	提示する情報はシステムが選択	同一デバイスで複数の種類の情報を提示する
課題 5. サーバ管理の問題	全ての機能を宅内に設置	ユーザが提示する情報を選択可能 全ての機能を宅内に設置 データストアは宅外に設置する

## 3.5 諸課題の内容と提案手法

### 3.5.1 課題1. 情報の到達性

課題1. 情報の到達性 の課題点を述べた後, 解決方法を提案する.

#### 課題の詳細

課題1. 情報の到達性とは, ユーザが情報を受け取ったかどうか分からないという問題である.

先行研究でのプッシュ型情報通知システムでは, システムがユーザに情報を通知する. 提示は一度のみである. そのため, システムはユーザが情報を受け取ったかどうか判別していない. ユーザが情報を受け取ることができない理由として以下のような場合が考えられる.

- 表示デバイスの故障  
表示デバイスの故障や蛍光灯のような電球切れなどの理由により, 実環境では提示デバイスが正常に動作していない場合が考えられる.
- ユーザがシステムの提示に気がついていない  
表示デバイスは正しく動作しているにも関わらず, ユーザが何かしらの理由により提示されたことに気がついていない状態が考えられる.

#### 提案方式

ユーザに情報が提示され, ユーザが情報を受け取ったかどうかの確認方法として以下の2つの方法が存在する.

- ★ ユーザが明示的にシステムに反応を返す方法
- ★ ユーザが明示的にシステムに反応を返さない方法

前者のユーザが明示的にシステムに反応を返す方法とは, ユーザはシステムが情報を提示していることに気付いた際に何かしらの行動を行ってもらうという方法である. 具体的には, ユーザが提示に気付いた際に実空間上に設置したボタンを押してもらう方法や, ユーザに何か言葉を喋ってもらうなどの方法が考えられる.

後者のユーザが明示的にシステムに反応を返さない方法とは, ユーザはシステムが情報を提示していることに気付いても決まった行動を行う必要はない. システム自身が, ユーザが情報を受け取ったかを判断する方法である. 具体的には, 提示した際のユーザの反応をホームネットワークに接続されたセンサなどを用いてセンシングする. センシングしたデータからユーザに情報が到達したかを判断する方法などが考えられる.

提案システムではユーザに情報が到達したかの確認機構として、ユーザが明示的にシステムに反応を返さない方法を用いる。表現形式ごとにユーザが提示に気付いた際にとりうる行動のリストを作成する。ユーザがリストに分類された行動を行い、システムが実空間上に設置したセンサ等を用いて行動を確認できた場合に、ユーザに情報が到達したとする。ユーザに情報が到達した場合、システムはユーザへ再び情報提示を行わないようにする。しかし、ユーザが分類した行動を行わなかった場合はシステムはユーザへ再び情報提示を行う。また、通知確認を行う情報は表 3.2 の通知上限回数が 2 以上の場合にのみ行い、1 の場合は到達確認を行わない。

表 3.10 ~ 3.15 は表現形式ごとにユーザが気付いた際にとりうる行動をまとめた表である。行動の種類と詳細な行動内容で行動を分類し、センシングに用いることができるセンサをまとめた。センサの選択には一般的に普及しているセンサを用いた。

- 表 3.10 は動画による表現形式の場合である。
- 表 3.11 は音声による表現形式の場合である。
- 表 3.12 は文字による表現形式の場合である。
- 表 3.13 はアラームによる表現形式の場合である。
- 表 3.14 はシグナルによる表現形式の場合である。
- 表 3.15 は電子メールによる表現形式の場合である。

ユーザが情報を受け取った時の行動の分類方法として、行動の種類を以下の 4 種類に分類した。それぞれの行動の種類に対して、詳細な行動内容を設定した。詳細な行動内容とは、具体的な行動内容を表す。

- ユーザの行動  
ユーザ自身が行動することで、ユーザに情報が到達したと考える。
- 提示デバイスの操作  
提示デバイス进行操作することにより、ユーザに情報が到達したと考える。
- 情報発信デバイスの操作  
情報発信デバイス进行操作することにより、ユーザに情報が到達したと考える。

- その他

提案システムでは管理サーバに履歴確認の為の機能を作成した。ユーザが、この機能を用いて提示された情報を確認することで情報が到達したと考える。

また提案システムでは、プッシュ型情報が半永久的に提示されることを防ぐために一定期間内に情報がユーザに到達しなかった場合にも再び提示を行わないようにする。一定期間内とは、表 3.2 で定義した通知上限回数と通知回数を用いる。通知回数が通知上限回数を超えた場合、再提示を行わない。

表 3.10: ユーザのアクション: 動画

表現形式: 動画		
行動の種類	詳細な行動内容	使用可能なセンサ
ユーザの行動	座る	三次元加速度センサ
	立ち上がる	三次元加速度センサ
	移動する	三次元加速度センサ, 人感センサ
	提示デバイス付近に移動する	人感センサ
	提示デバイスを見る	なし
	情報発信デバイス付近に移動する	人感センサ
	情報発信デバイスを見る	なし
	家の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
	部屋の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
提示デバイスの操作	音量を上げる	音センサ
	音量を下げる	音センサ
	電源を消す	音センサ, 照度センサ, 電力センサ
	選局する	音センサ, 照度センサ
	提示デバイスを動かす	音センサ, 照度センサ
情報発信デバイスの操作	電源を入れる	電力センサ
	電源を切る	電力センサ
	通知内容に沿った行動を行う	なし
その他	管理サーバの履歴を確認する	なし

表 3.11: ユーザのアクション: 音声

表現形式: 音声		
行動の種類	詳細な行動内容	使用可能なセンサ
ユーザの行動	座る	三次元加速度センサ
	立ち上がる	三次元加速度センサ
	提示デバイス付近に移動する	人感センサ
	提示デバイスを見る	なし
	情報発信デバイス付近に移動する	人感センサ
	情報発信デバイスを見る	なし
	家の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
	部屋の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
提示デバイスの操作	音量を上げる	音センサ
	音量を下げる	音センサ
	電源を消す	音センサ, 電力センサ
	提示デバイスを動かす	音センサ
情報発信デバイスの操作	電源を入れる	電力センサ
	電源を切る	電力センサ
	通知内容に沿った行動を行う	なし
その他	管理サーバの履歴を確認する	なし

表 3.12: ユーザのアクション: 文字

表現形式: 文字		
行動の種類	詳細な行動内容	使用可能なセンサ
ユーザの行動	座る	三次元加速度センサ
	立ち上がる	三次元加速度センサ
	提示デバイス付近に移動する	人感センサ
	提示デバイスを見る	なし
	情報発信デバイス付近に移動する	人感センサ
	情報発信デバイスを見る	なし
	家の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
	部屋の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
提示デバイスの操作	文字を大きくする	なし
	文字を小さくする	なし
	スクロールする	なし
	提示デバイスを動かす	音センサ
情報発信デバイスの操作	電源を消す	照度センサ, 電力センサ
	電源を入れる	電力センサ
	電源を切る	電力センサ
	通知内容に沿った行動を行う	なし
その他	管理サーバの履歴を確認する	なし

表 3.13: ユーザのアクション: アラーム

表現形式: アラーム		
行動の種類	詳細な行動内容	使用可能なセンサ
ユーザの行動	座る	三次元加速度センサ
	立ち上がる	三次元加速度センサ
	提示デバイス付近に移動する	人感センサ
	提示デバイスを見る	なし
	情報発信デバイス付近に移動する	人感センサ
	情報発信デバイスを見る	なし
	家の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
	部屋の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
	何もしない	なし
情報発信デバイスの操作	電源を入れる	電力センサ
	電源を切る	電力センサ
	通知内容に沿った行動を行う	なし
その他	管理サーバの履歴を確認する	なし

表 3.14: ユーザのアクション: シグナル

表現形式: シグナル		
行動の種類	詳細な行動内容	使用可能なセンサ
ユーザの行動	座る	三次元加速度センサ
	立ち上がる	三次元加速度センサ
	提示デバイス付近に移動する	人感センサ
	提示デバイスを見る	なし
	情報発信デバイス付近に移動する	人感センサ
	情報発信デバイスを見る	なし
	家の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
	部屋の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
	何もしない	なし
情報発信デバイスの操作	電源を入れる	電力センサ
	電源を切る	電力センサ
	通知内容に沿った行動を行う	なし
その他	管理サーバの履歴を確認する	なし

表 3.15: ユーザのアクション: 電子メール

表現形式: 電子メール		
行動の種類	詳細な行動内容	使用可能なセンサ
ユーザの行動	座る	三次元加速度センサ
	立ち上がる	三次元加速度センサ
	周辺を動く	人感センサ
	提示デバイス付近に移動する	人感センサ
	提示デバイスを見る	なし
	情報発信デバイス付近に移動する	人感センサ
	情報発信デバイスを見る	なし
	家の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
	部屋の外に出る	ドアセンサ, 人感センサ
提示デバイスの操作	メール画面を開く	なし
	送信者を確認する	なし
情報発信デバイスの操作	電源を入れる	電力センサ
	電源を切る	電力センサ
	通知内容に沿った行動を行う	なし
その他	管理サーバの履歴を確認する	なし

### 3.5.2 課題2. リアルタイム性の確保

課題2. リアルタイム性の確保 の課題点を述べた後, 解決方法を提案する.

#### 課題の詳細

リアルタイム性の確保とは, ユーザが一定時間内に情報を受け取れないかもしれないという問題である. このような問題が生じる場合として, 緊急地震速報などが考えられる. プッシュ型情報発信デバイスから緊急地震速報が管理サーバに送信されてきた場合, ユーザは一定時間内に情報を認識する必要がある. 一定時間内にユーザが情報を認識できなかった場合, プッシュ型情報は意味を為さない.

先行研究であるプッシュ型情報通知システムでは, 一定時間内にユーザが認識すべき情報をいつ認識するかという点を考慮していない.

#### 提案方式

先行研究でのプッシュ型情報通知システムでは, ユーザの位置や家電機器の使用状況などから表示デバイスを自動的に選択する. ユーザやシステムによって指定された定型番号が存在する場合は, これらを優先する.

提案システムでは, ユーザが情報を認識するまでの時間を考慮して提示デバイスや提示デバイスを選択する. また, 設定された時間内に提示可能な提示デバイスが存在しない場合には通知を行わない.

提示デバイスが提示してからユーザが認識するまでのリアルタイム性を確保するための方法として以下のような方法が考えられる.

- システムの遅延時間を短縮する方法  
システムの遅延時間を短縮することにより, ユーザに情報を伝えるまでの時間を短くする.
- 表示デバイスの種類による差を用いる方法  
表示デバイスの種類とは, 表示デバイスとして用いる家電の種類である. 表示デバイスの種類による差とは, 使用する家電の違いによって発生する認識するまでの時間の差を用いて提示する.
- 表現形式の種類による差を用いる方法  
表現形式の種類によって発生する認識までの時間を用いて提示する.
- 提示するパターンによる差を用いる方法  
同一の表現形式で同一の表示デバイスを用いた場合でも提示するパターンの違いによって発生する認識するまでの時間の差を用いて提示する.

提案システムでは、提示するパターンによる差を用いてリアルタイム性を解決する。表 3.1 のように分類したプッシュ型情報の中で、即時性が求められる情報を提示する際にユーザが情報を認識しやすいパターンを用いて提示を行うようにする。

### 3.5.3 課題 3. 情報の多重化

課題 3. 情報の多重化 の課題点を述べた後、解決方法を提案する。

#### 課題の詳細

情報の多重化とは、情報量の少ない提示デバイスを使用した場合にユーザが情報を区別できないという問題である。

先行研究のプッシュ型情報通知システムでは、プッシュ型情報が発生すると、システムが提示デバイスを自動的に選択する。選択された表示デバイスを用いてユーザに情報を提示する。しかし、選択した提示デバイスの伝達に用いられる情報量が低い場合がある。例えば、提示デバイスとして照明を選択する。照明器具は照明の点滅でユーザに情報を通知する。点滅パターンは常に一定である。したがって、ユーザは提示された情報が何の情報であったかを点滅パターンから判別することができない。具体例として、図 3.3 のような緊急地震速報を表すプッシュ型情報と、図 3.4 のような洗濯機の完了通知が提示デバイスとして照明を用いて通知される。先に述べたように、照明による点滅パターンに差はない。したがって、ユーザ側は提示された情報が何の情報であったかを区別することができなくなる。

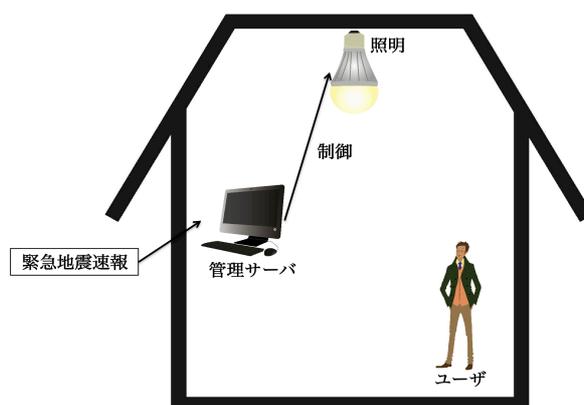


図 3.3: 照明のみを用いた緊急地震速報の通知例

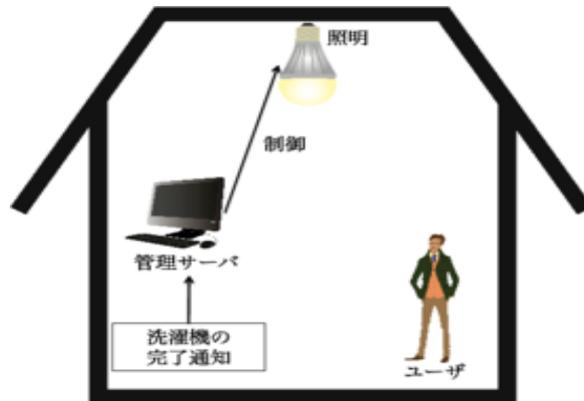


図 3.4: 照明のみを用いた洗濯機の完了通知の通知例

### 提案方式

一つのプッシュ型情報に対して一つの提示パターンを作成する。ユーザが全ての提示パターンを暗記することで、提示パターンから情報を正しく認識することが可能である。しかし、この手法では提示パターンの総数が莫大なものになってしまう。そのためユーザが全ての提示パターンと、そのパターンに対応するプッシュ型情報の内容を暗記するのは不可能である。

表現形式による情報量の多さで多重化の必要性を分類すると表 3.16 のようになる。

表 3.16: 表現形式による多重化の必要性

表現形式	多重化の必要性	
	有	無
動画		○
音声		○
文字		○
アラーム	○	
シグナル	○	
電子メール		○

表現形式が動画、音声、文字、電子メールの場合、ユーザに伝達できる情報量が多い。したがって、プッシュ型情報が持つメッセージや重要度を提示することにより、ユーザは正しく情報を区別することが可能である。表現形式がアラームやシグナルの場合、提示できる情報量が少ない。したがってユーザは提示されたプッシュ型情報を正しく区別できない。

提案システムでは、表現形式が持つ情報量が少ない表現形式を利用して提示を行う場合、ユーザはどのような種類の情報であるかを区別できるようにする。情報の種類とは、表 3.1

で定義したプッシュ型情報の4つの種類のことである。一つの情報の種類に一つの提示パターンを作成する。ユーザは複数の提示パターンから提示パターンを見分けることで情報の種類を区別できるようにする。

### 3.5.4 課題4. 提示デバイスの動作頻度の問題

課題4. 提示デバイスの動作頻度の問題 の課題点を述べた後、解決方法を提案する。

#### 課題の詳細

表示デバイスの動作頻度の問題とは、表示デバイスが動作を行い過ぎるという課題である。

先行研究でのプッシュ型情報通知システムでは、プッシュ型情報が発生するたびにシステムが家電を制御してユーザに情報の通知を行った。したがって、プッシュ型情報が増えると家電の動作する頻度も多くなった。デバイスが頻繁に動作することにより、重要な情報をユーザが正しく認識できない可能性がある。また、ユーザにとって何かしら不利益をもたらすことも考えられる。

#### 提案方式

提案システムでは、ユーザに通知を行う情報と通知を行わない2種類の情報に分類する。表3.2で定義した要通知性のフィールドを用いることで実現する。通知するかどうかの選択はユーザが各プッシュ型情報に対してそれぞれ情報変換テーブルに登録する必要がある。提案システムはユーザが設定した要通知性から通知を行う情報のみを通知する。通知を行わない情報は通知を行わずに、提示済み情報として処理される。

### 3.5.5 課題5. サーバ管理の問題

課題5. サーバ管理の問題 の課題点を述べた後、解決方法を提案する。

#### 課題の詳細

サーバ管理の問題とは、管理サーバの設置場所に関する問題である。

先行研究でのプッシュ型情報通知システムでは管理サーバ内の全ての機能を宅内に設置したサーバを用いて行う。宅内に管理サーバを設置することで、ユーザがサーバの管理やメンテナンスを行う必要がある。また、初期費用や運用コストなどの問題も生じる。

## 提案方式

先行研究でのシステムの機能構成は図 2.2 で示される。これらの機能構成を宅外のサービス等を利用することで代用できるかを検討する。リアルタイム性を確保したシステムであるかや、各家庭によって異なる環境構成にどのように対応するかを考慮する。

提案システムでは管理サーバ内の 3 つの機能に対してクラウド化を行うことが可能であるかを検討する。

## 第4章 提案システムの評価実験

本章では, 評価実験を通して提案手法の有効性を検討する.

### 4.1 実験環境

実験は実験住宅である iHouse(図 4.1) のリビングルームで行った. 図 4.2 は, リビングルームの部屋の間取りと家具の配置図である. 図 4.3 は, リビングルームの実際の写真である.



図 4.1: iHouse 外観

提示デバイスとして照明器具を用いた. 照明器具は図 4.4 のような LED 主照明 (中央 1 台) と図 4.5 のような LED ダウンライト (部屋の周囲 6 台) のように構成されている. 照明の制御には UPnP のプログラムを用いた. ECHONET/UPnP ゲートウェイを用いることで, ECHONET に対応した照明デバイスをプログラムで制御した. UPnP のライブラリには Cyberlink forJava を用いた. また, 主照明とダウンライトは独立して動作させることが可能である.

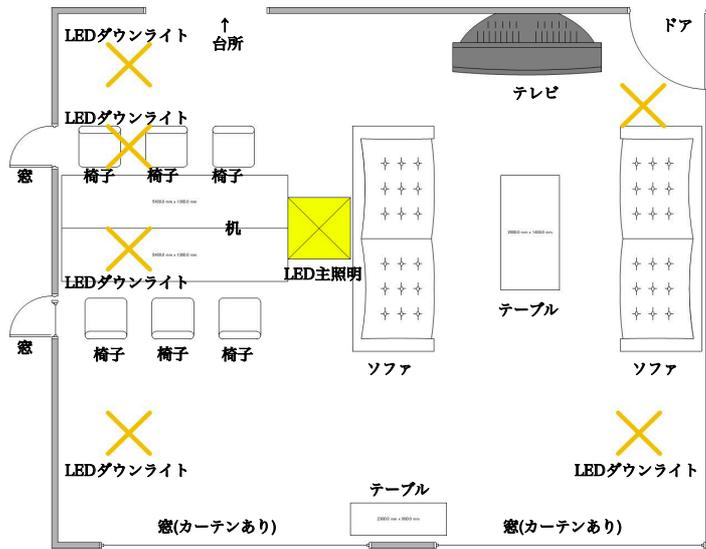


図 4.2: iHouse リビングの間取り図



図 4.3: リビングルーム

## 4.2 開発環境

開発環境は以下のような環境である。



図 4.4: LED 主照明



図 4.5: LED ダウンライト

## 4.3 実験概要

### 4.3.1 実験の目的

本実験の目的は、課題1. 情報の到達性, 課題2. リアルタイム性の確保, 課題3. 情報の多重化の提案方式の有効性を評価することである. 具体的には以下の3点を評価する.

表 4.1: 開発環境

開発マシン	MacOS 10.6.8 Darwin Kernel Version 10.8.0
Java コンパイラ	javac 1.6.0_29
Java ランタイム	Java(TM) SE Runtime Environment (build 1.6.0_29-b1140210M3527)
UPnP ライブラリ	Cyberlink for Java

- 課題 1. 情報の到達性  
ユーザが情報の提示に気付いた際にどのような行動をするか。本実験では、提示デバイスが動作した時に被験者が 3.5.1 で提案する行動を行うかどうかの検証を行う。
- 課題 2. リアルタイム性の確保  
異なる提示パターンによってリアルタイム性を確保することが可能であるかの検証を行う。
- 課題 3. 情報の多重化  
表現形式が持つ情報量が少ない提示デバイスを用いた際に、提示パターンの種類で情報を区別することができるか。

#### 4.3.2 シナリオと設定

実験のシナリオ及び設定として、以下のようにした。

- ユーザが集中して作業を行っている状態である。
- 照明器具が直接視界に入っていない。
- システムがいつ情報を提示するか、被験者にはわからない。

#### 4.3.3 実験の方法

図 4.6 の被験者の位置に着席してもらおう。図 4.7 は実際に実験を行った場所の写真である。被験者が集中した状況を作成するために、実験中は足し算を解いてもらうものとした。

実験を開始する前に被験者には照明の点滅パターンと情報の種類を暗記してもらおう。実験開始と共に被験者には机の上で足し算を行い、計算中のランダムな時間に照明器具を用いて情報を提示する。被験者は提示に気付いた時点で別紙のアンケート用紙に情報の種類を記入する。記入後再び計算を行う。

実験にあたって、日中と夜間で周囲の明るさが異なる。日中と夜間では照明の点滅がユーザに与える影響が異なると考えられる。本実験は日中と夜間の時間帯にそれぞれ実施した。

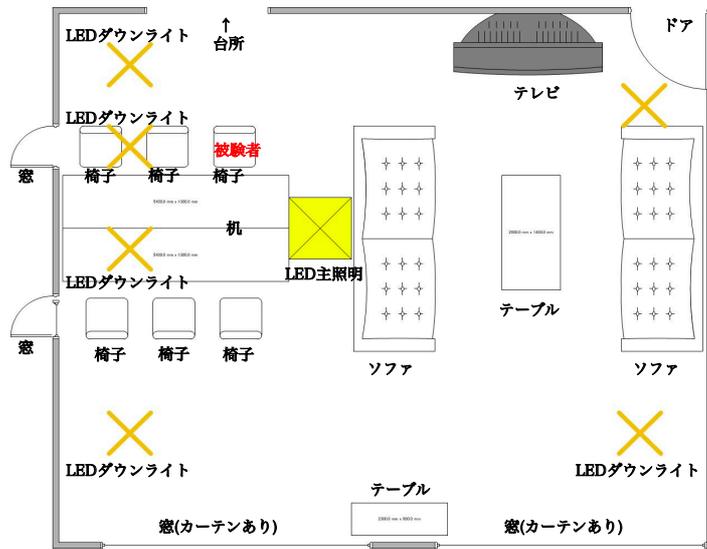


図 4.6: 被験者の位置



図 4.7: 被験者の着席場所

#### 4.3.4 実験に用いた照明の提示パターン

照明パターンの作成方法の一例として以下のような方法がある。

- 点滅周期の違いによるパターン  
点灯時と消灯時の点滅周期の差でパターンを作成する方法である。例えば、1秒間隔で点灯と消灯を繰り返す場合と、2秒間隔で点灯と消灯を繰り返す場合でパターンを作成する。
- リズムの違いによるパターン  
点滅時間と消灯時間の差を用いた点滅のパターンである。例えば、緊急車両の赤色灯などに使われるトリプルフラッシュと、カメラのシャッターのようなシングルフラッシュでパターンを作成する。
- 使用する照明の違いによるパターン  
点滅に用いる照明器具の組合せによってパターンを作成する方法である。例えば、室内の一部の照明を用いる場合と、室内の全ての照明を用いる場合でパターンを作成する。
- 照度の違いによるパターン  
明るい時と暗い時の照度の違いを用いて点滅パターンを作成する方法である。例えば、点灯と消灯を繰り返す場合と、明るい点灯と暗い点灯を繰り返す場合でパターンを作成する。

本実験では、使用する照明の違いによるパターンと照度の違いによるパターンを組み合わせることで複数の提示パターンを作成する。

表 3.1 のそれぞれの情報の種類に対して 1 対 1 のパターンの作成を行った。実際に用いた提示パターンと情報の種類の対応は表 4.2 の通りである。点灯時の照明の明るさは 0 から 100 までの整数の値で指定し、指定した値を括弧内に記載した。明るさが 0 の場合、消灯時と同じ動作を行う。実験開始時の主照明、ダウンライトの明るさは共に 100 である。本論文では、提示のパターンを示す場合は提示パターン番号で表記する。

表 4.2: 情報の種類と提示パターン

情報の種類		照明の種類		パターン番号
重要度	即時性	主照明	ダウンライト	
高	有	点灯 (100) - 消灯	点灯 (100) - 消灯	0
低	有	点灯 (100) - 点灯 (50)	点灯 (100) - 消灯	1
高	無	点灯 (100) - 点灯 (100)	点灯 (100) - 消灯	2
低	無	点灯 (100) - 点灯 (100)	点灯 (100) - 点灯 (30)	3

## 4.4 実験結果

### 4.4.1 被験者のデータ

表 4.3 が日中の被験者, 表 4.4 が夜間の被験者である.

表 4.3: 日中の被験者

	男性	女性	合計
10代以下	0	0	0
20代	5	1	6
30代	0	0	0
40代	0	0	0
50代	0	0	0
60代以上	1	0	1
合計	6	1	7

表 4.4: 夜間の被験者

	男性	女性	合計
10代以下	0	0	0
20代	5	0	5
30代	3	0	3
40代	0	0	0
50代	0	0	0
60代以上	0	0	0
合計	8	0	8

### 4.4.2 実験結果

本実験の結果として表 4.5 を得た.

また, 表 4.6 は実験を行った時間が日中の場合と夜間の場合のそれぞれの結果である.

表 4.7 と表 4.8 は昼間, 夜間それぞれの実験の詳細な結果である. 各項目の説明は以下のようになる.

- 実験開始前の照度  
実験を開始する直前に計測した照度である.

表 4.5: 全体の実験結果

パターン	提示総数	正解数	不正解数	正答率
0	16	15	1	93.75%
1	14	10	4	71.43%
2	16	10	6	82.50%
3	12	9	3	75.00%
合計	58	44	14	75.86%

表 4.6: 実施時間ごとの実験結果

パターン	日中				夜間			
	提示総数	正解数	不正解数	正答率	提示総数	正解数	不正解数	正答率
0	8	7	1	87.50%	8	8	0	100.00%
1	7	5	2	71.43%	7	5	2	71.43%
2	6	3	3	50.00%	10	8	2	80.00%
3	6	5	1	83.33%	6	4	2	66.67%
合計	27	20	7	74.07%	31	24	7	80.06%

- 回数  
何回目の提示かを表す。
- 提示パターン番号  
提示したパターン番号である。番号は表 4.2 で定義した番号である。
- 回答パターン番号  
被験者が回答したパターン番号である。番号は表 4.2 で定義した番号である。
- 照度  
提示中に計測した照度である。
- 時間  
図 4.8 のように照明が点灯している状態から消灯し、再び点灯するまでの 1 サイクルに要した時間である。

照度の計測場所は被験者が着席した机上で被験者の影にならない場所を選定した。また、照度や時間の空白欄はセンサやシステムからのデータが正確に取得できなかった場合である。

表 4.7: 詳細結果: 日中

天候	実験開始時の照度 (lx)	回数	提示パターン番号	回答パターン番号	照度 (lx)	時間 (Sec)
快晴	1325	1回目	3	3		2.510
		2回目		1		2.539
		3回目	0	0		2.720
快晴	1345	1回目	0	0	1340	2.714
		2回目	2	1	1300	2.712
		3回目	1	2	1081	2.704
		4回目	3	3	1160	2.834
快晴	1300	1回目	1	1	1273	2.696
		2回目	2	2	1100	2.712
曇り	418	1回目	0	0		2.613
		2回目	1	1	272	2.708
		3回目	3	2		2.639
		4回目	2	2		
曇り	619	1回目	0	0	405	2.608
		2回目	1	1	480	2.844
		3回目	3	3	540	2.505
		4回目	2	2	506	2.505
		5回目	3	3	536	2.472
曇り	313	1回目	0	2	47	2.664
		2回目	3	3	297	2.681
		3回目	1		108	3.085
		4回目	0	0	35	2.665
曇り	274	1回目	2	3	141	2.506
		2回目	0	0	20	2.712
		3回目	1	1	76	3.024
		4回目	1	1		2.715
		5回目	0	0		2.661

表 4.8: 詳細結果: 夜間

天候	実験開始時の照度 (lx)	回数	提示パターン番号	回答パターン番号	照度 (lx)	時間 (Sec)
夜間	324	1回目	2	1	20	2,505
		2回目	0	0	90	2,663
		3回目	2	3	189	2,512
		4回目	3	2	218	2,781
夜間	250	1回目	3	3	150	2,504
		2回目	0	0	17	2,715
		3回目	1	2	60	2,808
夜間	276	1回目	1	2	80	2,704
		2回目	3	3	171	2,508
		3回目	2	2		2,485
夜間	258	1回目	2	2	168	2,790
		2回目	3	2	157	2,596
		3回目	0	0	20	2,672
		4回目	1	1	76	2,710
		5回目	2	2	168	2,701
夜間	256	1回目	0	0	17	2,610
		2回目	2	2	189	2,505
		3回目	3	3	20	2,505
		4回目	1	1	63	2,840
		5回目	0	0		2,710
夜間	254	1回目	0	0		2,651
		2回目	1	1	65	2,813
		3回目	1	1	65	2,879
		4回目	2	2		2,625
夜間	256	1回目	1	1	65	2,906
		2回目	2	2		2,560
		3回目	3	3	157	2,505
		4回目	0	0	17	2,614
		5回目	2	2	119	2,649
夜間	313	1回目	2	1		2,511
		2回目	0	0	17	2,715

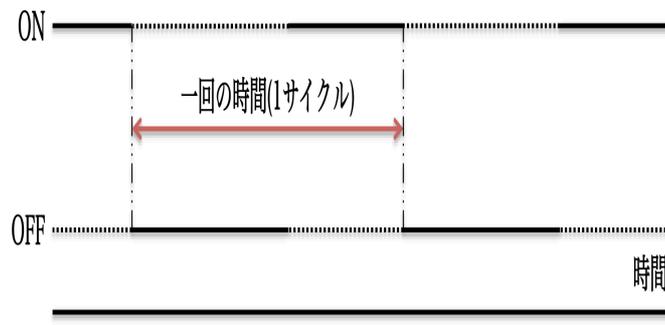


図 4.8: 1 サイクルの点滅時間

表 4.9, 表 4.10 はそれぞれ被験者が何サイクル目の点滅でユーザが提示に気付いたかを集計したものである。不明とは、正確にユーザが提示に気付いた時のサイクル数が判断できなかった場合である。

表 4.9: 被験者の気づきまでの点滅サイクル数:日中

パターン番号	サイクル数		
	1 サイクル目	2 サイクル目	不明
0	7	0	1
1	7	0	0
2	4	2	0
3	2	4	0

表 4.11 は提示に気付いたと思われる時のユーザの行動を集計したものである。反応が不明とは、気付いたと思われる時が判別できなかったため、集計を行うことが出来なかった場合である。また、パターン番号が提示なしとは、提示を行っていないにも関わらず、アクションを起こした場合である。

## 4.5 評価

### 4.5.1 課題 1. 情報の到達性

本実験の結果から被験者の多くは提示した情報が到達した場合の行動として天井・照明器具を直視することを選択した。情報が到達した場合の行動として、87%以上の場合において当てはまることがわかった。また、行動の内容に関しては日中と夜間に差は見られなかった。しかし、提示を行っていない場合に天井・照明を見た回数は10回確認された。10

表 4.10: 被験者の気付きまでの点滅サイクル数:夜間

パターン番号	サイクル数	1 サイクル目	2 サイクル目	不明
	0		7	0
1		5	0	2
2		8	1	1
3		4	2	0

表 4.11: 被験者の気付いた際の行動

パターン番号	気付いた際の反応	天井を見る	壁を見る	アンケートに記入する	不明
	0		13	0	1
1		12	0	0	2
2		14	1	0	1
3		12	0	0	0
	提示なし	10	1	0	0

回中, 9回は実験の時間は日中であった。これは, 外部からの光の影響で照明器具が点滅したと誤認されたと考えられるが, システムが提示したと認識した人はいなかった。

表 4.7 と表 4.8 のように, 照度を計測した。照度の変化が少ない場合に関しても被験者は照明器具の点滅に気付いた。机等に反射した光によって被験者が気付いた可能性が考えられるため, 追加実験を行った。

追加実験は, iHouse のリビングで行った。被験者は, 図 4.9 の被験者の位置に着席してもらった。被験者にはテレビを注視してもらうために, テレビゲームを行ってもらった。被験者の位置からテレビを見る場合, 視界に自然に入る照明器具は存在しない。さらに, テレビの画面に照明器具からの直接的な反射光が映らないことを確認した上で実験を行った。

表 4.12 は日中の実験結果, 表 4.13 は夜間の実験結果である。これらの結果より, 直接的な反射光がない場合でも被験者は提示に気付くと考えられる。

評価実験を通して, 87%の場合でユーザは提案手法において想定した行動を行うことが確認できた。

#### 4.5.2 課題 2. リアルタイム性の確保

まず, ユーザが情報提示に気がつくまでの点滅サイクルを調査した。気がつくまでの点滅サイクル回数を表 4.9 と表 4.10 で示した。日中, 夜間に関わらず提示パターン番号が 0

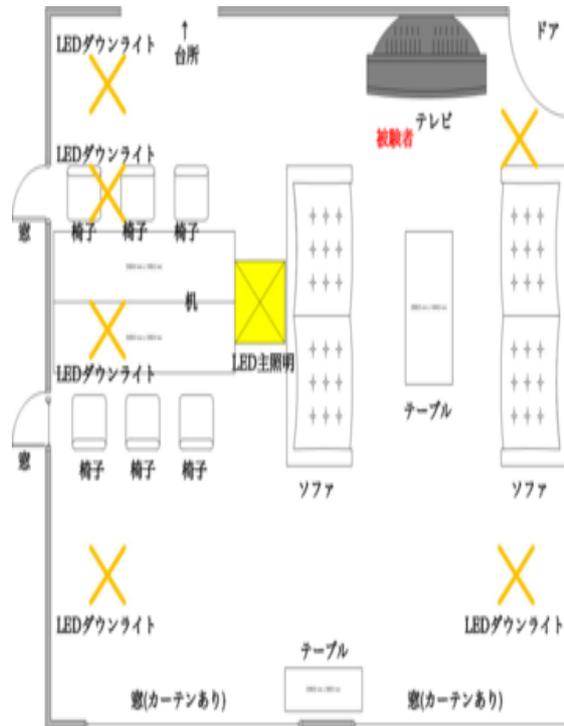


図 4.9: 追加実験時の被験者の着席場所

と1の場合は1サイクル目の点滅で被験者の多くが情報の提示に気付くことがわかった。その他の点滅パターンの場合でも2サイクル目の点滅までに被験者は提示に気付く。日中の場合は提示パターンが2や3のような主照明が変化しないパターンの場合には2サイクル目の点滅で気付く割合が夜間の場合と比べて多かった。

次に、被験者が情報の種類を認識するまでの点滅サイクル数を調査した。本実験では、被験者がアンケートに、提示された情報の種類を回答するまでの期間を認識するまでの期間とした。表 4.14 が日中の実験結果である。表 4.15 が夜間の実験結果である。

日中、夜間問わずにパターン番号が0の場合が最も認識までの時間が短かった。表 4.2 のように、パターン0の提示方法は全ての照明の点灯と消灯の繰り返しである。最も照度の差が大きく、判断しやすい提示パターンであると考えられる。したがって、他のパターンと明確に区別することが可能で、認識までの時間が短かったと考えられる。

夜間のその他の提示パターンにおいて認識するまでの時間の違いはほとんど見られなかった。日中においてはパターン1の提示パターンが認識までの時間がやや短いことがわかる。また、日中においては4サイクル数以内にユーザは情報を認識することが可能であった。反対に、夜間においては5サイクル目で提示パターンを認識した場合が発生した。

本実験の結果より、提示パターンによってユーザが認識するまでの時間差が発生することが検証された。リアルタイム性を必要とする情報を提示する場合にはパターン0

表 4.12: 追加実験: 日中

提示パターン	気付く	気付かない
0	2	0
1	3	0
2	2	1
3	4	0

表 4.13: 追加実験: 夜間

提示パターン	気付く	気付かない
0	5	0
1	8	0
2	7	1
3	6	1

表 4.14: 情報を認識するまでの点滅サイクル数: 日中

提示パターン	サイクル数						平均
	1	2	3	4	5	不明	
0	0	4	2	1	0	1	2.6
1	0	1	3	2	0	1	3.2
2	0	1	3	2	1	0	3.4
3	0	0	2	2	1	0	3.8

や1のような提示パターンを用いることで、リアルタイム性の課題を解決することが可能である。

### 4.5.3 課題3. 情報の多重化

本実験では最もユーザの身近な提示デバイスであり、提示できる情報量が少ない照明器具を用いた実験を行った。被験者が提示されたパターンを区別できたかどうかを表 4.5 および表 4.6 で示した。4種類の点滅パターンの中で、点滅パターン0の点灯と消灯を繰り返す点滅パターンは最も区別できた割合が高かった。このパターンは日中、夜間問わず9割以上の場合において被験者は提示に区別することがわかった。また、合計で日中は74.07%、夜間では80.06%の場合で被験者は提示されたパターンを区別することができた。

混同しやすい提示パターンとしてパターン1とパターン2がある。2種類の点滅パターンの違いは主照明の動作の違いである。パターン1の場合は主照明が少し暗くなるが、パ

表 4.15: 情報を認識するまでの点滅サイクル数: 夜間

点滅パターン	サイクル数						平均
	1	2	3	4	5	不明	
0	3	4	0	0	0	1	1.6
1	0	1	2	1	1	2	3.4
2	0	2	3	1	2	1	3.4
3	0	2	1	2	2	0	3.6

ターン2では主照明は変化しない。特に日中においては、区別できない場合が多かった。そのため、2種類を区別を明確にするためには、より主照明の明滅の差を広げる必要があると考えられる。また、実験終了後の感想等から提示パターン数は4個程度が限界であることがわかった。この数値は短期記憶の限界値とも一致する。

同一の提示デバイスを用いて、提示するパターンを複数作成することができた。複数の提示パターンを用いることで複数の情報をユーザに提示することが可能であることがわかった。

## 第5章 提案手法の全体的な評価

本章では、各課題の提案手法に対する評価を行う。

### 5.1 課題1. 情報の到達性

情報の到達性とは、ユーザが情報を受け取ったかどうか分からないという問題である。解決に向けた提案手法では、情報提示後のユーザの行動をセンシングすることで情報の到達性を確保する。表現形式に応じてユーザが起こす行動を表3.10～表3.15のように分類する。ユーザがこれらの行動を行った場合、システムは情報がユーザに到達したと判断する。その後の情報の提示は行わない。また、到達の確認が取れない情報が何度も提示されることを防ぐために一定回数以上の通知は行わない機構を追加した。一定回数は統一形式のプッシュ型情報に変換される際に情報の変換テーブルを用いて付加される。

本研究では、まず、ユーザに情報が到達した場合に行う行動を表3.10～表3.15のように想定した。次に、ユーザが情報を提示された場合にこれらの提案手法で想定した行動を行うかどうかの検証を行った。検証には、提示デバイスとして照明器具を用いた評価実験を行った。評価実験では照明器具を用いて被験者に情報を提示した。評価実験の結果として、表4.11のように87%の場合において被験者が提案で想定した行動を行うことが確かめられた。したがって、これらの行動をユーザに情報が到達した反応として利用することが可能であると確認することができた。この結果より、ユーザの行動を検出するシステムを作成することで提案を満たすことができる。ユーザの行動を検出するシステムは、実空間上に設置したセンサを用いて実現することが可能である。

表 5.1: 先行研究との比較: 課題1. 情報の到達性

システム名 評価項目	プッシュ型情報通知システム	プッシュ型情報提示システム
提示する回数	1回	情報により異なる
到達性の確認機構	なし	ユーザの行動をセンシング
提案手法で想定した行動を行ったか	なし	87%

## 5.2 課題2. リアルタイム性の確保

リアルタイム性の確保とは、ユーザが一定時間内に認識しなければならない情報をユーザがいつ認識するかわからないという問題である。解決方法として、情報をユーザが一定時間内に認識する必要がある情報かどうかで分類する。一定時間内に認識される必要がある情報には、ユーザが認識するまでの許容時間を設定できるようにする。これらのパラメータを用いて、システムはユーザに情報を提示する。情報提示時には、許容時間内にユーザが認識可能な表示デバイスを用いて提示する。

本研究では、まず表 3.2 のように統一形式のプッシュ型情報を定義し、即時性のある情報と即時性のない情報とに区別を行えるようにした。即時性のある情報については、さらに許容時間というパラメータを統一形式のプッシュ型情報の定義内に作成した。即時性の有無や許容時間の設定には情報の変換テーブルを用いて行う。許容時間内にユーザが認識することができるようにするために、評価実験を行った。評価実験の目的は提示パターンの違いによってユーザが認識するまでのリアルタイム性を確保できるかを検証することである。評価実験には照明器具を提示デバイスとして利用した。評価実験の結果から、提示パターンによるユーザの認識までの時間の違いが存在することがわかった。ユーザが認識するまでの時間が短いのは、全ての照明器具が点灯と消灯を繰り返すパターンや、主照明は点灯と減灯しダウンライトは点灯と消灯を繰り返すパターンなどのパターンであった。この結果より、即時性が求められる情報を照明器具を用いて提示する場合は、これらのパターンを用いることが可能である。提案手法を用いることでリアルタイム性を確保したシステムを構築することが可能である。

## 5.3 課題3. 情報の多重化

情報の多重化とは、ユーザが提示された情報を区別できないという問題である。表現形式によって提示可能な情報量が異なり、アラームやシグナルといった表現形式は提示できる情報量が少ない。このような表現形式で通知を行った場合に発生する。解決に向けた提案方式は、提示可能な情報量の多さという尺度で表現形式を分類する。情報量が多い表現形式の場合は、プッシュ型情報のメッセージや機器名等と合わせて通知することでユーザは区別可能である。情報量が少ない場合は、表 3.1 のように定義したプッシュ型情報の種類のみをユーザに提示する。したがって、4 種類の提示パターンを用いて提示する。ユーザは提示されたパターンから情報の種類を判断することになる。

本研究では多重化を行う必要がある表現形式と必要でない表現形式に分類した。分類した結果、表 3.16 のようになった。多重化を行う必要がある表現形式としてアラームとシグナルがある。表現形式がシグナルの代表的な表示デバイスとして照明器具がある。照明器具は最もユーザの身近に存在する提示デバイスである。照明器具を用いた情報の種類を区別が可能かどうかを検証するために評価実験を行った。提示パターンは使用する照明の違いを用いて複数のパターンを作成した。実際の実験に用いた照明の点滅パターンは表 4.2

に示した。評価実験の方法としては、まず、被験者にあらかじめ4種類の提示パターンを暗記してもらった。その後、ユーザが集中した状況を作成するために足し算を行ってもらった。計算を行っているランダムな時間に照明を用いた提示を行った。被験者は気付いたらアンケート用紙に情報の種類を記入後、再び計算の続きを行ってもらった。アンケート結果から、被験者が提示パターンから情報を区別できたかを検証した。結果は表4.5～表4.6で示した。表5.2のように、75%の場合において被験者は提示された提示パターンから情報の種類を区別することが可能であることがわかった。先行研究でのプッシュ型情報通知システムでは提示された情報を情報量の少ない提示デバイスで通知した場合においては全く区別できなかった。提案手法を用いることで提示パターンの違いから、ユーザは情報の種類を区別を行うことが可能である。同一の提示デバイスを用いて複数の情報を提示できることが確かめることができた。提案手法を用いたプッシュ型情報提示システムを構築することで、この課題を解決したシステムが実現可能である。

表 5.2: 先行研究との比較: 課題3. 情報の多重化

システム名 評価項目	プッシュ型情報通知システム	プッシュ型情報提示システム
提示パターンの種類	1種類	4種類
区別できるか	できない	できる (75%)

## 5.4 課題4. 提示デバイスの動作頻度の問題

提示デバイスの動作頻度の問題とは、提示デバイスの動作頻度が多くなるという問題である。先行研究でのプッシュ型情報通知システムでは、ユーザの意思とは関係なく提示する情報はシステムがプライオリティによって自動的に選択する。したがって、ユーザは提示する情報と提示しない情報を選別することはできなかった。提案手法では、ユーザが自ら提示してもらった情報を選択する。システムはユーザが選別した通知が必要な情報のみを表示デバイスを用いて提示する機構を作成した。

本研究では、ユーザが提示する情報を選択を行うことを可能にした。提示を行うかどうかの区別は表3.2で定義した、要通知性から判断する。要通知性の設定方法は、情報の変換テーブルにあらかじめ提示を行うかどうかを登録しておくことにより実現する。提案手法を用いることで、ユーザが必要とする情報のみを提示することが可能となった。これにより、ユーザが選択した情報のみを提示し、表示デバイスの動作頻度を抑制することが可能となった。表5.3は先行研究のプッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムの比較をまとめたものである。提案手法を用いたプッシュ型情報提示システムを作成することで、提示デバイスの動作頻度を低減することが可能である。

表 5.3: 先行研究との比較: 課題 4. 提示デバイスの動作頻度の問題

システム名 評価項目	プッシュ型情報通知システム	プッシュ型情報提示システム
提示する情報の選択	プライオリティによって自動的に選択	ユーザが選択

## 5.5 課題 5. サーバ管理の問題

サーバ管理の問題とは、サーバを宅内に設置することによるメンテナンスやコストに関する問題である。提案手法では、システムを構成する管理サーバ内の各機能に関して宅外のサーバやサービスを利用することで同等の動作を行うかどうかを検討する。

以下に管理サーバ内の機能の説明と宅外の移設に対する検討を行った。

### ★ プッシュ型情報受信機能

プッシュ型情報受信機能では、プッシュ型情報発信デバイスから発信されたプッシュ型情報を統一形式のプッシュ型情報に変換する機能を持つ。変換を行うには情報の変換テーブルを用いて行う。変換テーブルには各プッシュ型情報の変換表が存在し、ユーザが自由に変更を行うことも可能である。変換テーブルをユーザが操作することで、提案システムの実用性が向上する。ユーザの操作性を考慮した場合、プッシュ型情報受信機能は宅内に残すことが望ましい。

### ★ 管理制御機能

管理制御機能では、発信されたプッシュ情報をユーザに提示する家電機器を選択する機能を持つ。各家庭によって表示デバイスとして利用する家電は異なる。したがって、各家庭の構成に柔軟に対応するためには、宅内に残すことが望ましい。

### ★ 表示デバイス操作命令機能

表示デバイス操作命令機能では、実際に表示デバイスへの命令コマンドを送信する。各家庭によって、表示デバイスとして利用する家電は異なる。家電の動作パターンも各家庭によって異なる。したがって、各家庭内の管理サーバ内に機能を含めることが望ましい。

また、リアルタイム性を考慮した場合に関しても宅内に機能を残すことが望ましい。これは宅外のサーバを利用することにより、通信時間が増大することが考えられるからである。本課題でのリアルタイム性とは許容時間内にユーザに情報が提示できるかどうかという意味である。図 5.1 は機能を宅外に移した場合のシステムの構成例である。図 5.2 は機能が全て宅内に設置した場合のシステムの構成例である。

図 5.1 のように宅外に機能を設置した場合と、図 5.2 のように宅内に機能を設置した場合では、通信にかかる時間が異なる。宅内に設置した場合、通信にかかる時間は数 msec 以内

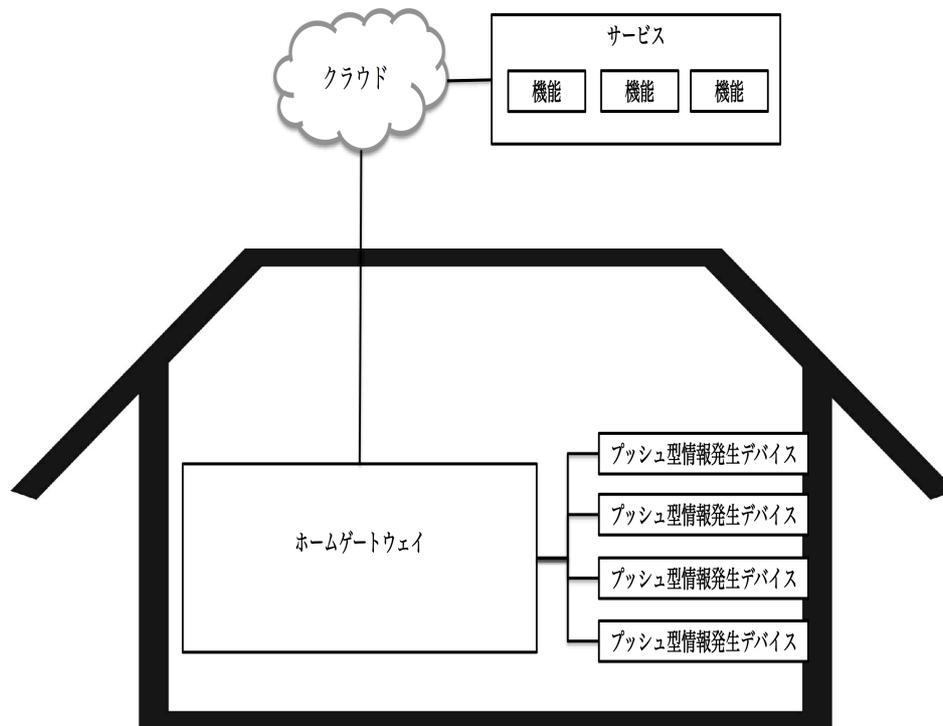


図 5.1: 機能を宅外に移したシステム構成例

であると考えられる。しかし、宅外に設置した場合、通信にかかる時間は数 sec になることが考えられる。機能を外部に移すほど、より多くの時間が必要となりリアルタイム性を担保できないシステムとなってしまう。プッシュ型情報提示システムは緊急地震速報のような情報も扱う。したがって、リアルタイム性が担保されたシステムである必要がある。このような観点から現時点では、各機能を外部のサービスで代用することは難しい。各家庭やユーザのシステムの変更容易性を考慮した場合、提案システムにおいても管理サーバ内の各機能は宅内に設置することが望ましい。また、宅内のみのサーバを用いることでリアルタイムシステムに近づけることが可能である。

提案システムはそれぞれの家庭内で独立したシステムとして稼働することを想定している。したがって、各家庭内に存在する表示デバイスやプッシュ型情報発生デバイスに関してのみ考慮している。今後の課題として、プッシュ型情報提示システムが各家庭に普及した場合に再度、サーバ管理の問題を考えることが望ましい。広く普及した場合、それぞれの家庭で同じようなシステムを用意するのではなく、数軒の家庭でサーバを共有するなどの議論が可能となる。

しかし、提案システムでは先行研究のシステムとの変更点として、提示済み情報確認機構を作成した。この機構は、これまでに提示した情報の履歴確認を行うことが可能である。これらのデータストアは宅内のサーバではなく宅外のサーバやサービスを用いることが

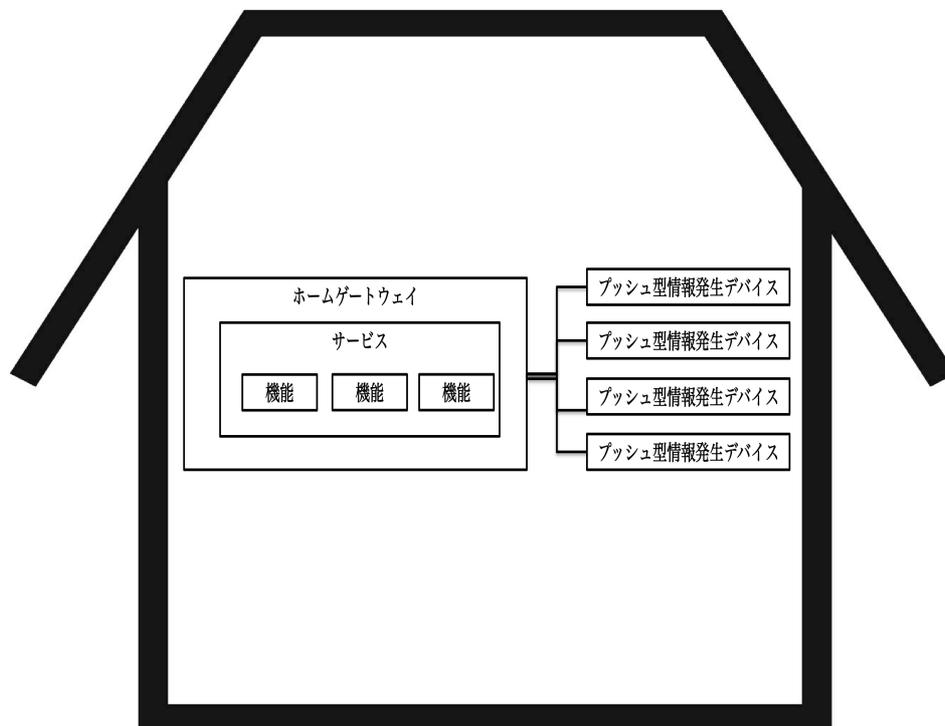


図 5.2: 機能を宅内に設置したシステム構成例

可能である。

表 5.4 は本課題に対するプッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムの違いをまとめたものである。

表 5.4: 先行研究との比較: 課題 5. サーバ管理の問題

システム名 評価項目	プッシュ型情報通知システム	プッシュ型情報提示システム
プッシュ型情報受信機能	宅内	宅内
管理制御機能	宅内	宅内
表示デバイス操作命令機能	宅内	宅内
提示済み情報確認機能	なし	家庭外のデータストアを利用

## 第6章 考察

### 6.1 提案システムについて

本研究の目的は先行研究のプッシュ型情報通知システムの諸課題を解決することである。本節では、提案手法を取り入れた提案システムについて述べる。

先行研究でのプッシュ型情報通知システムの諸課題とは以下の5つであった。

- 情報の到達性
- リアルタイム性の確保
- 情報の到達性
- 表示デバイスの動作頻度の問題
- サーバ管理の問題

本研究では、これらの諸課題を解決したプッシュ型情報提示システムを提案した。先行研究のプッシュ型情報通知システムはプッシュ型情報をユーザの周辺の家電機器を提示デバイスとして利用することで、ユーザは情報発生デバイスの近くにいなくても情報を受け取ることが可能であった。しかし、プッシュ型情報通知システムではユーザにとって大切な情報を提示する場合や、たくさんの種類のプッシュ型情報に対応するシステムとして使用することができなかった。ユーザにとって大切な情報が、他の重要でない情報と区別できないことや、他の情報に紛れてしまうことが考えられる。

プッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムの違いを動作シナリオを用いて述べる。3種類の動作シナリオを示した後に、プッシュ型情報提示システムの優位性についてまとめる。

#### 6.1.1 動作シナリオ 1: 緊急地震速報受信

緊急地震速報を受信した場合の動作シナリオをプッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムのそれぞれについて述べる。

## プッシュ型情報通知システム

シナリオの設定

- プッシュ型情報の内容: 緊急地震速報
- ユーザの位置: 廊下
- ユーザの身近なデバイス: 照明器具

一般的に、緊急地震速報は外部のネットワークを用いて宅内に送信される。プッシュ型情報通知システムの管理サーバはプッシュ型情報を受信する。受信されたプッシュ型情報は統一形式のプッシュ型情報に変換される。その後、システムは提示デバイスとして情報量が少ない照明を用いてユーザに通知する。提示パターンは点灯と消灯の繰り返しのパターンである。

## プッシュ型情報提示システム

シナリオの設定

- プッシュ型情報の内容: 緊急地震速報
- ユーザの位置: 廊下
- ユーザの身近なデバイス: 照明器具
- 要通知性: 有

緊急地震速報が外部のネットワークを用いて宅内に送信される。プッシュ型情報提示システムの管理サーバがプッシュ型情報を受信する。受信されたプッシュ型情報は統一形式のプッシュ型情報に変換される。その後、システムは提示デバイスとして情報量が少ない照明を用いてユーザに通知する。緊急地震速報は重要度が高く、即時性が有る情報である。提示パターンは点灯と消灯の繰り返しのパターンである。

### 6.1.2 動作シナリオ 2: 洗濯機の完了通知

洗濯機からの完了通知を受信した場合の動作シナリオをプッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムのそれぞれについて述べる。

## プッシュ型情報通知システム

シナリオの設定

- プッシュ型情報の内容: 洗濯機の完了通知
- ユーザの位置: 廊下
- ユーザの身近なデバイス: 照明器具

洗濯機の完了通知を管理サーバが受信する。受信されたプッシュ型情報は統一形式のプッシュ型情報に変換される。その後、システムは提示デバイスとして情報量が少ない照明を用いてユーザに通知する。提示パターンは点灯と消灯の繰り返しのパターンである。

## プッシュ型情報提示システム

シナリオの設定

- プッシュ型情報の内容: 洗濯機の完了通知
- ユーザの位置: 廊下
- ユーザの身近なデバイス: 照明器具
- 要通知性: 無

洗濯機の完了通知を管理サーバが受信する。受信されたプッシュ型情報は統一形式のプッシュ型情報に変換される。ユーザはあらかじめ、情報の変換テーブルに通知を行わないように設定してある。システムは提示デバイスを用いてユーザに通知を行わない。システムは、情報を提示済み情報として履歴トレイに情報を保存する。

### 6.1.3 動作シナリオ 3: インターホンの来客通知

インターホンからの来客通知を受信した場合の動作シナリオをプッシュ型情報通知システムとプッシュ型情報提示システムのそれぞれについて述べる。

## プッシュ型情報通知システム

シナリオの設定

- プッシュ型情報の内容: 来客通知
- ユーザの位置: 廊下

- ユーザの身近なデバイス: 照明器具

来客通知を管理サーバが受信する。受信されたプッシュ型情報は統一形式のプッシュ型情報に変換される。その後、システムは提示デバイスとして情報量が少ない照明を用いてユーザに通知する。提示パターンは点灯と消灯の繰り返しのパターンである。

## プッシュ型情報提示システム

シナリオの設定

- プッシュ型情報の内容: 来客通知
- ユーザの位置: 廊下
- ユーザの身近なデバイス: 照明器具
- 要通知性: 有

来客通知を管理サーバが受信する。受信されたプッシュ型情報は統一形式のプッシュ型情報に変換される。システムは提示デバイスとして情報量が少ない照明を用いてユーザに通知する。提示パターンは点灯と減灯の繰り返しのパターンである。

## まとめ

プッシュ型情報通知システムでは全ての動作シナリオにおいて同じ提示パターンでユーザに情報を提示した。したがって、ユーザは提示デバイスの提示パターンから情報を区別して情報を受け取ることが出来なかった。また、ユーザが情報を受け取ったかや、いつ認識したかがわからない。履歴確認機構も存在しないので、提示された情報がどのような情報なのか確認することもできない。

プッシュ型情報提示システムでは全ての動作シナリオにおいて異なる提示パターンでユーザに情報を提示した。したがって、ユーザは提示デバイスの提示パターンから情報の種類などを区別して情報を受け取ることができた。また、ユーザが提示に気付かなかった場合は再び提示する。さらに、履歴確認機構を用いて、提示された情報がどのような情報であったかを後から確認することができる。

このようにプッシュ型情報提示システムでは情報量が多いデバイスを用いる時だけでなく、情報量が少ないデバイスのみを用いて提示する場合などに対して特に優位である。

また、今後プッシュ型情報を出力する医療や介護システムと組み合わせることで、家庭内の事故防止や被介護者の負担の軽減などを実現することが可能である。

## 6.2 今後の課題

提案システムの今後の課題として以下のような項目がある。

- システムに関する知識がないユーザへの通知
- 表現形式がシグナル以外の場合
- ユーザの変更容易性

まず、システムに関する知識がないユーザへの通知について述べる。これは先行研究と同様に、プッシュ型情報提示システムを知らないユーザは提示デバイスが動作しても情報が提示されていることに気付かないという問題である。提示可能な情報量が多い動画のような表現形式の場合は認識することが可能である可能性が高い。提示可能な情報量が低いシグナルやアラームといった表現形式の場合は考慮することが必要である。

次に、表現形式がシグナル以外の場合について述べる。本論文ではユーザの最も身近な提示デバイスになるであろう照明器具での提示について検討・評価を行ってきた。よって、他の表現形式の場合の検討・評価が十分でないという問題である。

最後のユーザの変更容易性とは、ユーザが情報変換テーブルなどを操作する際の課題である。提案システムでは、ユーザは直接情報変換テーブルを操作することで情報変換テーブルを修正する。しかし、ユーザが直接変換テーブルを操作することは好ましくない。ユーザが安全にかつ容易に変換テーブルを修正できる機構を用いることが必要である。

## 第7章 まとめ

本論文では、先行研究であるプッシュ型情報通知システムにおける諸課題を解決したプッシュ型情報提示システムの提案と実現方法に関する研究を行った。

ホームネットワークを利用し、プッシュ型情報をユーザに通知するプッシュ型情報通知システムには情報の伝え方や伝わり方に関する様々な諸課題が存在した。諸課題とは、情報の到達性、リアルタイム性の確保、情報の多重化、提示デバイスの動作頻度の問題、サーバ管理の問題である。

提案システムでは、提案システムシステムで扱うプッシュ型情報の再定義を行った。重要度と即時性を用いて情報の種類を作成した。情報の到達性を確保するために、ユーザが情報を受け取った際の反応を分類すること、ユーザが情報を受け取っていない場合は複数回提示することで情報の到達性を向上させることに成功した。即時性が求められる情報の提示には、ユーザが認識しやすい提示パターンで提示することで、即時性を確保した。情報の種類に応じて照明の提示パターンを変えることでユーザが情報を区別することが可能となった。ユーザ自身が通知を必要とする情報と必要でない情報を分類することで、頻繁に提示デバイスが動作する問題に対処した。宅内のサーバの問題については、外部のリソースに機能を移すことでシステムの柔軟性が欠如すること、リアルタイム性の担保が難しくなることがわかった。

本研究で提案するプッシュ型情報提示システムのような提案手法を用いることで、実用化に向けたプッシュ型情報提示システムを構築することができる。また、本研究では主に提示デバイスとして、ユーザの最も身近に存在する照明器具を用いた。その他の提示デバイスと組み合わせた提示方法を用いることも可能であり、より多くの情報をユーザに提示することが可能となる。

# 謝辞

本論文の執筆につきまして、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牧野 義樹氏、Marios Sioutis 氏には深く感謝の言葉を申し上げます。

最後に、学業や学生生活において苦楽を共にした友人達と、学生生活を最後まで支えてくれた両親に深く感謝致します。

## 参考文献

- [1] 福田 隆弘, "ホームネットワークにおけるプッシュ型情報のユーザへの提示方法に関する研究", 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 修士論文, 2008.03
- [2] 福田 隆弘, 中田 潤也, 岡田 崇, 丹 康雄, "ホームネットワークを用いたプッシュ型情報のユーザ提示システム", 電気関係学会北陸支部連合大会, 2007
- [3] 伊藤 三千代, 今井 計, 桜庭 晶子, 金田 博, "照明器具を利用した緊急情報伝達システムに関する研究 -その1 緊急時における聴覚障害者の行動及び必要とされる情報について", 筑波技術大学テクノレポート Vol.18 (1), 2010
- [4] 今井 計, 伊藤 三千代, 桜庭 晶子, 金田 博, "照明器具を利用した緊急情報伝達システムに関する研究 -その2 光の点滅に関する実験的検証", 筑波技術大学テクノレポート Vol.18 (1), 2010
- [5] 伊藤 三千代, 今井 計, 桜庭 晶子, 金田 博, "照明器具を利用した緊急情報伝達システムに関する研究 -その3 点滅による「緊急度」及び「避難の必要性」評価実験", 筑波技術大学テクノレポート Vol.18 (2), 2011
- [6] 今井 計, 伊藤 三千代, 桜庭 晶子, 金田 博, "照明器具を利用した緊急情報伝達システムに関する研究 -その4 点滅による「不安感」及び「連想される緊急現象」評価実験", 筑波技術大学テクノレポート Vol.18 (2), 2010
- [7] 海野 務, 関口 克明, 近藤 潤, 加藤 未佳, "照明器具を利用した緊急情報伝達システムに関する研究", 日本建築学会大会学術講梗概集, 2009
- [8] 丹 康雄慣習 宅内情報通信・放送高度化フォーラム編, ホームネットワークと情報家電, オーム社, 2004
- [9] 浜田 憲一郎, UPnP 入門, 星雲社, 2009
- [10] A・S・タネンバウム, コンピュータネットワーク第4版, 日経BP社, 2003
- [11] 金森 重友, 斎藤 充, 佐野勝大, SIP/UPnP 情報家電プロトコル, 秀和システム, 2005
- [12] Douglas R.Mauro, Kevin J.Schmidt, 入門SNMP, オライリー・ジャパン, 2002

- [13] エコー ネット コンソーシアム, ECHONET CONSORTIUM,  
<http://www.echonet.gr.jp/>, 2012
- [14] Digital Living Network Alliance, DLNA, <http://www2.dlna.org/>, 2012
- [15] UPnP FORUM, UPnP FORUM, <http://www.upnp.org/>, 2012
- [16] CyberLink for Java, CyberLink for Java, <http://www.cybergarage.org/twiki/bin/view/Main/Cybe>,  
2012
- [17] 東芝ライラック株式会社, FEMINITY, <http://feminity.toshiba.co.jp/feminity/>, 2012
- [18] パナソニック株式会社, ライフィニティ, <http://www2.panasonic.biz/es/densetsu/lifinity/kahs/>,  
2012