

## IoT(HEMS)利用の高齢者高度見守りシステム

佐野芳樹<sup>†1</sup> 濱本望絵<sup>†2</sup> 杉村博<sup>†3</sup> 一色正男<sup>†4</sup>

**概要:** IoT 家電機器やインフラ設備を「人行動センサ」として利用することによる高齢者（生活者）に合わせた生活の見守りを行う「IoT(HEMS)利用の高齢者高度見守りシステム」を提案する。

本研究では生活見守りの高度化として、人の異変検知能力による「気づき」を利用する手法を提案する。特に、「暮らしの変化」を表示する「心を映す鏡」で可視化することで高齢者の生活変化に気づくことが、高齢者見守りの高度化につながるのではないかと考え、検証と考察を実施する。ここで、「心を映す鏡」とは、IoT(HEMS)のログデータを加工した暮らしの変化情報を人に可視化し伝達する「生活表示技術」（デバイスと表示技術）と定義し、見守りが見ることで、高齢者の生活に密着した「ゆるやかな変化への気づき」を得る可能性があることを示す。

**キーワード:** HEMS, 人行動センサ, 暮らしの変化, 高齢者, 見守りシステム

## Elderly advanced life care system using IoT (HEMS)

YOSHIKI SANO<sup>†1</sup> MOE HAMAMOTO<sup>†2</sup>  
HIROSHI SUGIMURA<sup>†3</sup> MASAO ISSHIKI<sup>†4</sup>

**Abstract:** We propose the "Elderly advanced life care system using IoT (HEMS)", which watches the life matched to the elderly people (living persons) by using IoT home appliances and infrastructure equipment as "human behavior sensors". In this study, we propose a method to use "awareness" by human's ability to detect strangeness as advanced life care system. In particular, visualizing with a "mirror to reflect the mind" indicating "change in life" can be used to observe the elderly, and is considered to lead to progress in watching over the elderly. I examine the above contents. Here, "mirror reflecting the heart" is defined as "life display technology" (apparatus and display technology) that visualizes change information of processed IoT (HEMS) log data and transmits it to people. By looking at it, it is possible to obtain "consciousness to gradual change" closely related to the life of the elderly.

**Keywords:** HEMS, Human behavior sensor, Life change, an elderly person, watching system

### 1. はじめに

日本では65歳以上の高齢者世帯が全世帯の48%、高齢者だけの住宅はその半分以上である28%を占めている。[1]単独世帯は全世帯の27%と高齢社会、核家族化が進んでいる。さらに国立社会保障・人口問題研究所の世帯数の将来推計では、2040年の世帯総数が5075万世帯となり、2015年と比べて4.8%減少している。世帯主が75歳以上の世帯は2015年の888万世帯から1217万世帯に増え、全世帯の4分の1を占めている。[2]同居する家族などがいない生活空間では、高齢者の体調の変化や異常の発見が遅れる危険性があるため孤独死予防も踏まえた「高齢者見守り」への期待が増加している。また、核家族化により、高齢な親を離れた子供家族が見守るケースが増え、施設における個々の高齢者ケアは重要な課題になってきた。しかし、人手が足りなく機械式見守りが利用されているが、まだ異常検知能力が不足しており十分な見守りサービスが提供されていない。技術の進歩や交通整備が進み、交通事故は年々減少の傾向にあるが、高齢者の家庭内での事故は年々増加している。[3]これは、住宅に関する技術の発展は省エネなどが多く、生活者に向

けた技術の発展はあまり進んでいないことが要因であると考えている。

本研究では生活空間にあるIoT家電機器などの動作ログデータを活用し高齢者高度見守りシステムを実現する基盤技術を研究する。着目したのは、光の変化を検出する人の目の異変検出能力を利用する手法である。動作ログデータを「光の塊」として見せる発光表示装置と表示技術による「心を映す鏡」を用意する。この「光の塊」を、見守り者（例えば、独居の高齢者と離れて暮らす家族）に見せることで光の変化を通じて、暮らしの変化に気づいて貰う「IoT(HEMS)利用の高齢者高度見守りシステム」を実現する。

### 目的

上記の社会問題を鑑みて、見守りシステムの異常検知能力の不足を解消し心の籠った高齢者高度見守りシステムの提供を実現するため「暮らしの変化」を表示することで高齢者の生活変化に気づくことが、高齢者見守りの高度化につながるのではないかと考え、結論の具体的数値に注目して検討と考察を実施する。ここでの高齢者高度見守りとは

<sup>†1</sup> 神奈川工科大学  
Kanagawa Institute of Technology

身体状態の見守りではなく、家族が実際に見守りを行う場合と同様に心身状態の見守りを示す。

## 2. 関連研究

### 2.1 生活空間に関する先端技術

人の生活空間については、現在生活用機器のIoT化が進んでいる。住宅用 HEMS については、国際標準規格 ECHONET LITE 規格を推奨することが経済産業省のスマートハイビル標準化検討会 2012.2 [4] にて決定され、各企業が重点8機器を中心に市場導入している。約半分の機種は対応済みであり、海外からも注目されてきた。HEMS のサービス基盤作りも進み、SDK の提供が開始され、現在は、OHW(open hardware)へフリーのソフト(OSW Open Software)を入れることで、手軽に家に組み込むことができるようになってきている。ECHONET LITE 機器だけでなく、IoT 機器やクラウド AI やロボットも連携するようになってきた。

### 2.2 動作ログデータ

住宅内においての動作ログデータを活用した行動推定に関してこれまでに様々な研究が行われている。生活者の行動を認識する研究はカメラを用いて画像処理により認識する手法[5]と、接触センサや圧力センサなどを用いて認識する手法[6][7]に大別できる。

### 2.3 心の見える化

近年可視化学会などでも話題になりだしている。基本的にはウェアラブルセンサをベースにした人体情報を利用した個人の心を可視化するものであり、未踏スーパークリエイターの石丸氏による心温計[8]などがある。しかし、環境から人の行動や心の動きを判断し見守りに使う研究は少なく新しい取り組みと考えている。

### 2.4 見守りシステム

センサネットワーク技術を利用した見守りシステムが開発されている。これにより、家族や介護者が離れていても見守り対象である高齢者の日常の動作を把握でき、体調管理や異常の早期発見につなげられる。見守りの目的では住居の電力使用量やガス使用量のモニタリングによるシステムも開発されている[9]。しかし、従来の手法ではポットなどの電化製品やガスの利用状況から、居住者が日常生活をしていることは確認できるが、利用頻度が低いため即時性の高い異常検知の手段としてそれら機器が頻りに利用されないため、異常行動の即時発見は難しいと考えられる。

## 3. 仮説の検証

本研究で提案する高齢者高度見守りシステムの提供を实

現するデータ処理システムは、3要素「人行動センサ」、「生活表示技術」、「心を映す鏡」で構成される。(図1)

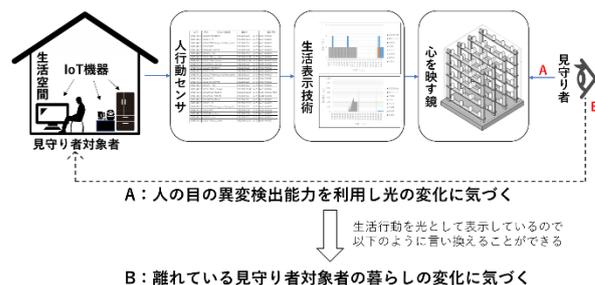


図1 データ収集システムの概略図

Figure 1 Schematic of data acquisition processing system.

## 4. 人行動センサ

人行動センサの検討として実際に、実住宅を対象とした動作ログデータを蓄積するログデータ収集システムを構築し、住宅をターゲットにIoT機器の動作ログデータとインフラ利用ログデータの収集を行った。動作ログデータは4月末時点で32万件以上収集できている。

### 4.1 ログデータ収集システム

ログデータ収集システムでは、一定間隔で収集対象機器にメーカーに影響されない通信プロトコルであるECHONET Liteを用いて接続し、ログデータの収集を行う。ログデータ収集システムの簡易図を図2に示す。収集したデータはPCを介してMySQLのデータベースに保存している。また、csv形式でバックアップも行っている。

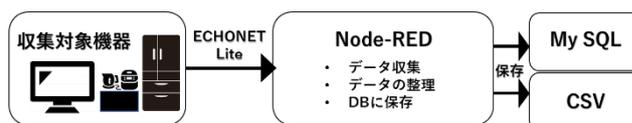


図2 ログデータ収集システムの概略図

Figure 2 Schematic of Log data collection system.

今回のシステムはNode-Redでの制御を採用した。Node-Redとは、APIやオンラインサービスなどの機能を繋げてアプリケーションを作成していくプラットフォームである。処理フローをブラウザの操作によって作成することができ、オープンソースソフトウェアで、Node.jsが動く環境なら何処でも動かすことが可能である。

Node-Redでは、収集対象機器との接続、データの保存の他、取得したデータを視覚的にわかりやすい形に変換する役割を担っている。

## 4.2 住宅環境

4人暮らしの1軒家のキッチン、リビング、脱衣所の3部屋を対象に実験を実施した。各機器での瞬時電力とスマートメーターから住宅全体の瞬時電力を取得した。家庭内のコンセントごとの消費電力を収集する為、encQube[10]を採用している。機器に対して1日の動作を記録した。計測間隔はネットワークの負荷を軽減し、処理の遅延による収集時のデータの欠落を減らす為、各機器の計測間隔を3分に設定した。

## 4.3 動作ログデータ

1日にIoT機器1機器当たり480件動作を収集している。停電やネットワークの遅延で欠落してしまうデータも全体の1%程度ある為補填方法として前後データの平均値を採用している。実際に収集した動作ログデータの1部を図3に例示する。

日付	時刻	収集対象機器	識別IP			機器状態
2019/4/12	0:00:20	Ventilator	192.168.11.5	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:00:21	TV	192.168.11.23	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:00:22	Washing_machine_qube	192.168.11.7	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:00:23	PC	192.168.11.9	0x72	0xe2	0x00bc
2019/4/12	0:00:24	Hairdryer	192.168.11.4	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:00:25	T-fal	192.168.11.27	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:00:27	Rice_cooker	192.168.11.28	0x72	0xe2	0x0007
2019/4/12	0:00:27	Microwave	192.168.11.20	0x72	0x85	0x00007e5a
2019/4/12	0:00:29	Air_cleaner	192.168.11.3	0x72	0x84	0x0001
2019/4/12	0:03:20	Ventilator	192.168.11.5	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:03:21	TV	192.168.11.23	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:03:22	Washing_machine_qube	192.168.11.7	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:03:23	PC	192.168.11.9	0x72	0xe2	0x00bf
2019/4/12	0:03:24	Hairdryer	192.168.11.4	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:03:25	T-fal	192.168.11.27	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:03:27	Rice_cooker	192.168.11.28	0x72	0xe2	0x0007
2019/4/12	0:03:28	Microwave	192.168.11.20	0x72	0x85	0x00007e5a
2019/4/12	0:03:29	Air_cleaner	192.168.11.3	0x72	0x84	0x0001
2019/4/12	0:06:20	Ventilator	192.168.11.5	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:06:21	TV	192.168.11.23	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:06:22	Washing_machine_qube	192.168.11.7	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:06:24	PC	192.168.11.9	0x72	0xe2	0x00c8
2019/4/12	0:06:24	Hairdryer	192.168.11.4	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:06:25	T-fal	192.168.11.27	0x72	0xe2	0x0000
2019/4/12	0:06:27	Rice_cooker	192.168.11.28	0x72	0xe2	0x0007

図3 動作ログデータ

Figure 3 Operation log data collection system.

## 5. 生活表示技術

人行動センサが収集した各機器の動作ログデータから複数の特徴量を抽出する。特徴量としては各機器の利用回数、利用時間などがある。

また複数の特徴量を要素とする特徴ベクトルを生成する。特徴ベクトルは見守り対象者の生活行動パターンの特徴を表していると見ることができる。これを生活者の心身状態がその人の生活行動パターンに反映する[9]という知見に照らせば、生成される特徴ベクトルは、見守り対象者の心身状態の特徴を表していると見ることができる。

## 5.1 特徴量

収集した動作ログデータを時間別、機器別などのフィルターで絞り込みを行うことで様々な種類の特徴量を抽出する。抽出時の判断方法として各機器の消費電力の変動から動作状態の推定をするなどがある。収集対象機器の消費電力の変動と動作状態の例を図4に示す。

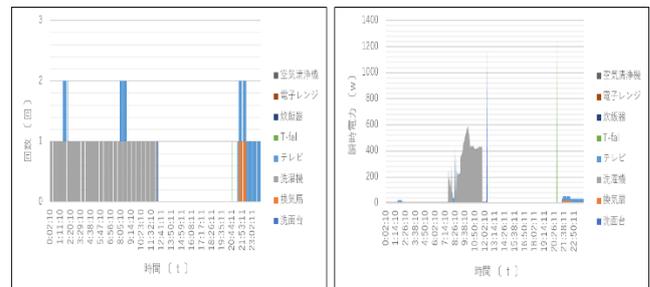


図4 消費電力の変動と動作状態の推定

Figure 4 Estimation of Power Consumption Fluctuation and Operating Condition.

## 5.2 特徴ベクトル

複数の特徴量を基にして特徴ベクトルを生成する。特徴ベクトルは生活空間での見守り対象者が行う行動の因果性や相関性を推定したものである。例として同時に利用する家電機器の相関性があげられる。また1機器の昨日からの変化量の関係なども特徴ベクトルといえる為、1個の特徴量に対して1次元以上の特徴ベクトルを生成することができる。

## 6. 心を映す鏡

フルカラーLEDを利用した発光表示装置で「心を映す鏡」を制作する。「心を映す鏡」とは発光表示装置という鏡に光で見守り対象者の心身状態を表示するものである。心身状態を光で表示することで見守り者は、光の変化を検出する人の目の異変検出能力で離れていても、直接見守りをしていよう見守り対象者の心身状態変化に気付くことができると考える。

発光表示装置の制作にあたり、見守り者が変化を認識しやすくするための、発光色、発光強度の検討を行う。発光表示器の設置場所としてリビングのTV付近とダイニングテーブルを仮定する。発光色と発光強度の検討実験環境図を図5、図6に示す。

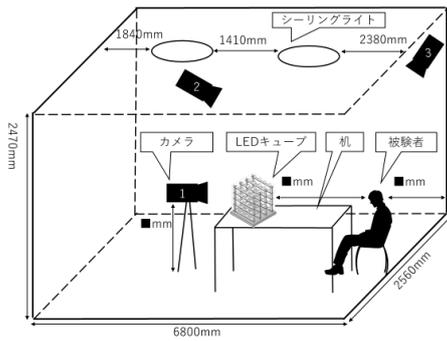


図 5 テーブル上実験環境図

Figure 5 Table top experiment environment.

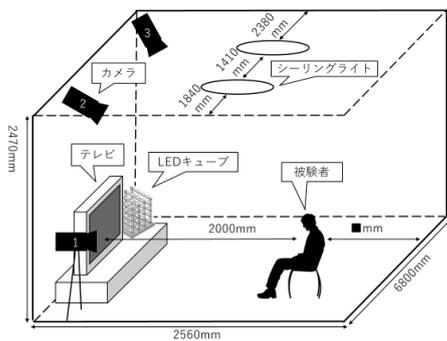


図 6 TV 付近実験環境図

Figure 6 Experiment environment near TV.

## 7. 見守りシステムの構成

### 7.1 全体構成

見守りシステムは、見守り対象者の生活空間に設置された複数の IoT 機器から動作ログデータを取得する「人行動センサ」と、取得した前記動作ログデータから複数の特徴量を抽出し、出された複数の特徴量を要素とする特徴ベクトルを生成する「生活表示技術」と、複数の特徴量のそれぞれに対応付けられている複数の発光素子によって構成される「発光表示装置」で構成される。図 7 に見守りシステムの全体構成を示す。

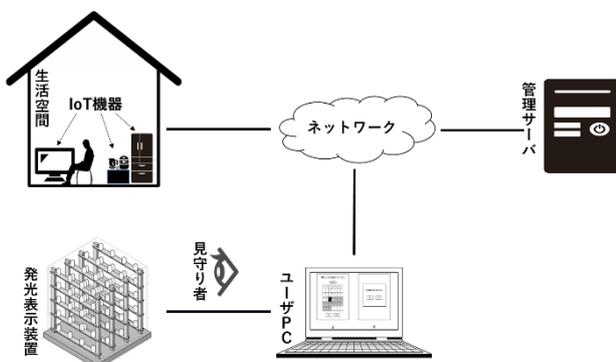


図 7 見守りシステムの全体構成

Figure 7 Overall configuration of life care system.

### (1) IoT 機器

「IoT 機器」とは、インターネットなどのネットワークを介してデータ通信を行うことが可能なネットワーク対応の電子機器全般を意味する。IoT 機器としては、「スマート家電機器」や各種の状態センサを例示することができる。スマート家電機器としては、例えば、冷蔵庫、テレビ、エアコン、洗濯機、室内照明器具、電子レンジ、HI キッキングヒーター、炊飯器、電気ポットなどを例示することができ、状態センサとしては、扉や窓に設置される開閉センサや、各部屋に設置される人感センサ、照度センサ、温湿度センサ、匂いセンサなどを例示することができる。

### (2) 発光表示装置

見守り対象者の生活行動パターンを光で表現する装置である。図 8 に示すように、発光表示装置は正方形の支持台(32)、4つの支持柱(34a,34b,34c,34d)、80個の発光素子(30)、立方体状の透明カバー(36)からなり、それぞれに20個の発光素子が2次元マトリックス状に配設された4つの支持柱が支持台の上に等間隔に並んで立設されることで、80個の発光素子が3次元マトリックス状に配設された構造となっている。なお、本実施形態では、発光素子として、発光強度および発光色を制御可能なフルカラーLEDを採用しており、以下では、発光素子のことをLED素子という。

本研究では、発光表示装置を構成する80個のLED素子のそれぞれに対して固有のアドレスが割り当てられている。具体的には、図8に示すように、支持柱に配設される20個のLED素子に対してアドレス a1~a20 が割り当てられ、支持柱に配設される20個のLED素子に対してアドレス b1~b20 が割り当てられ、支持柱に配設される20個のLED素子に対してアドレス c1~c20 が割り当てられ、支持柱に配設される20個のLED素子に対してアドレス d1~d20 が割り当てられており、各LED素子アドレスを指定して、その発光強度、発光色および発光タイミングを個別に制御できるようになっている。

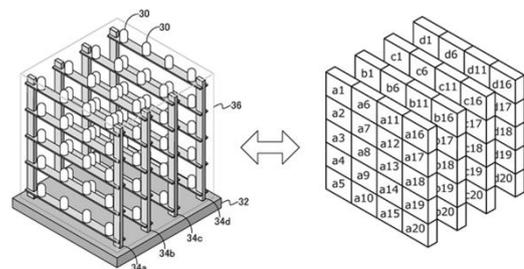


図 8 発光表示装置

Figure 8 Light emitting display.

### (3) ユーザ PC・管理サーバ

見守り対象者を見守る,見守り者が使用するコンピュータであり,ネットワークを介して管理サーバと相互通信可能となっている.本実施形態において,ユーザ PC は,有線または無線を介して発光表示装置に接続されており,発光表示装置の発光を制御するとともに,見守り者による見守り対象者の心身状態の判定結果の入力を受け付ける役割を担う.図7では,ユーザ PC として,ノート型 PC を例示しているが,ユーザ PC は,これに限定されず,デスクトップ PC やタブレット型 PC,スマートフォンでも可能である.

### 7.2 システムの処理

本システムを利用するための専用アプリケーションがユーザ PC に予めインストールされており,ユーザ PC は,当該専用アプリケーションを実行することにより,UI 部および発光制御部として機能する.図9に示す機能ブロック図に基づいて,ユーザ PC および管理サーバの機能構成を説明する.管理サーバは,人行動センサ,生活表示技術,発光制御情報の生成,発光制御情報の提供を含んで構成される.管理サーバを構成するコンピュータが,所定のプログラムを実行することにより,上述した各手段として機能する.

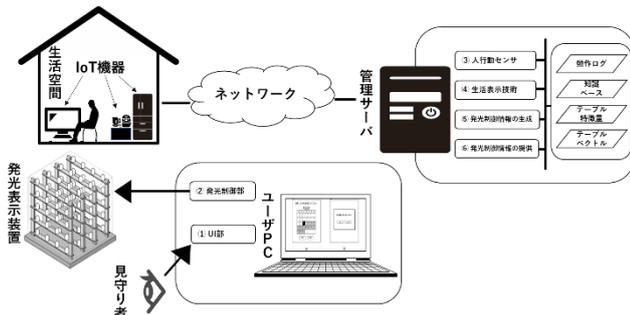


図9 機能ブロック図  
Figure 9 Functional block diagram.

### 7.3 処理の流れ

システムが実行するモードの処理を見守り対象者の生活空間に20台のIoT機器が設置されている場合を例にとって説明する.以下の文中で記述するS\*はシーケンスの処理番号である.見守りシステムが継続的に実行する処理内容を図10に示すシーケンス図に基づいて説明する.

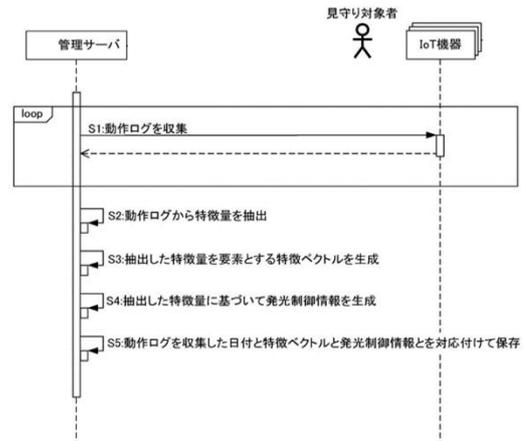


図10 日常モードのシーケンス図  
Figure 10 Sequence diagram of daily mode.

人行動センサが,所定のタイミングで,見守り対象者の生活空間に設置される20台のIoT機器から動作ログデータを収集する(S1).人行動センサは,1日が終わるタイミング(24時00分)で,各IoT機器から1日分の動作ログデータを収集し,収集した20個の動作ログデータを記憶領域に保存する.ここでいう動作ログデータとしては,スマート冷蔵庫の扉の開閉時刻,スマートテレビの電源のオン/オフ時刻,トイレの照明のオン/オフ時刻,玄関ドアの開閉時刻,各種状態センサの検出値などを例示することができる.20台のIoT機器の動作ログデータを収集し終わると,特徴量抽出部が,所定のアルゴリズムに基づいて,収集した20個の動作ログデータから複数の特徴量を抽出する(S2).ここで,動作ログデータからどのような特徴量を抽出するかについては,任意に設計することができ,本発明は,特徴量の内容を限定するものではないが,ここでは,説明の便宜上,以下に述べるような特徴量を抽出するものとして説明を行う.1日を6時間毎の4つの時間帯(0-6,6-12,12-18,18-24)に分け,スマート冷蔵庫の各時間帯の動作ログデータ(扉の開閉時刻)から各時間帯の冷蔵庫の利用回数を特徴量として抽出し,スマートテレビの各時間帯の動作ログデータ(電源のオン/オフ時刻)から各時間帯のテレビの視聴時間の利用回数を特徴量として抽出し,玄関ドアに設けられたセンサの各時間帯の動作ログデータ(ドアの開閉時刻)から各時間帯の玄関ドアの開閉回数を特徴量として抽出し,各IoT機器の動作ログデータから時間帯に対応する1つの特徴量を抽出する.この場合,20台のIoT機器の1日分の動作ログデータから合計で80個の特徴量が抽出されることになる.

S2で抽出した特徴量の値を記憶領域に保存されるテーブルに格納する.図11は,テーブルを示す.

図11に示すように,テーブルは,特徴量抽出部が1日分の動作ログデータから抽出する80個の特徴量と,発光表示装置を構成する80個のLED素子を1対1で対応付けるテーブ

ルであり,特徴量の ID を格納するカラム,特徴量の内容を格納するカラム,特徴量の値を格納するためのカラム,特徴量に対応付けられる LED 素子のアドレスを格納するカラム,LED 素子 30 の発光色を格納するカラム,LED 素子の発光強度を格納するためのカラムを有している.特徴量抽出部は,S2 で抽出した 80 個の特徴量の値を,カラムの該当するフィールドに格納する.

ID	特徴量の内容	値	LED素子アドレス	発光色	発光強度
1	冷蔵庫の利用回数(0-6)	0	a1	(0:0.255)	0
2	テレビの視聴時間(0-6)	0	a2	(255:255.0)	0
3	電子レンジの利用回数(0-6)	0	a3	(0:255.0)	0
4	電気ポットの利用回数(0-6)	0	a4	(255:0.0)	0
5	トイレの利用回数(0-6)	1	a5	(128:0:128)	1
20	玄関ドアの開閉回数(0-6)	0	a20	(0:0.255)	0
21	冷蔵庫の利用回数(6-12)	2	b1	(0:0.255)	1
22	テレビの視聴時間(6-12)	3	b2	(255:255.0)	2
23	電子レンジの利用回数(6-12)	2	b3	(0:255.0)	1
24	電気ポットの利用回数(6-12)	3	b4	(255:0.0)	1
25	トイレの利用回数(6-12)	3	b5	(128:0:128)	1
40	玄関ドアの開閉回数(6-12)	1	b20	(0:128:0)	1
41	冷蔵庫の利用回数(12-18)	8	c1	(0:0.255)	2
42	テレビの視聴時間(12-18)	1	c2	(255:255.0)	1
43	電子レンジの利用回数(12-18)	0	c3	(0:255.0)	0
44	電気ポットの利用回数(12-18)	0	c4	(255:0.0)	0
45	トイレの利用回数(12-18)	1	c5	(128:0:128)	1
60	玄関ドアの開閉回数(12-18)	0	c20	(0:128:0)	0
61	冷蔵庫の利用回数(18-24)	13	d1	(0:0.255)	3
62	テレビの視聴時間(18-24)	6	d2	(255:255.0)	3
63	電子レンジの利用回数(18-24)	11	d3	(0:255.0)	3
64	電気ポットの利用回数(18-24)	15	d4	(255:0.0)	3
65	トイレの利用回数(18-24)	10	d5	(128:0:128)	3
80	玄関ドアの開閉回数(18-24)	0	d20	(0:128:0)	0

図 11 特徴量データのテーブル

Figure 11 Table of feature data.

発光表示装置を構成する各 LED 素子に対して予め固有の発光色が割り当てられており,カラムの各フィールドには,各 LED 素子の発光色を指定するための RGB 情報が予め格納されている.また,本実施形態では,LED 素子の発光強度が 4 段階のレベルで制御可能となっており,カラムの各フィールドには,各 LED 素子の発光強度のレベルを指定するためのレベル情報 (0, 1, 2, 3) が格納されるようになっている.

特徴量の抽出が終わると,生活表示データが抽出した特徴量を要素とする特徴ベクトルを生成する (S3).具体的には,テーブルのカラムに格納された 80 個の特徴量を読み出し,これらを要素とする 80 次元のベクトル (X1, X2, X3, … X80) を生成する.

見守り対象者の生活空間に設置される IoT 機器 40 の動作ログデータから抽出される特徴量を要素とする特徴ベクトル (X1, X2, X3, … X80) は,見守り対象者の生活行動パターンの特徴を表していると見ることができ,これを生活者の心身状態がその人の生活行動パターンに反映するという知見に照らせば,S3 で生成される特徴ベクトルは見守り対象者の心身状態の特徴を表していると見ることができる.

生活表示データは,S3 で生成した特徴ベクトルを記憶領域に保存されるテーブルに格納する.図 12 に示すように,テ

ーブルは動作ログデータを抽出した日付を格納するためのカラム,生成した特徴ベクトルを格納するためのカラム,発光制御情報を格納するためのカラムを備えており,生活表示データは,S3 で生成した特徴ベクトル (X1, X2, X3, … X80) を,その元となった動作ログデータを収集した日付に対応するカラムのフィールドに格納する.

日付	特徴ベクトル	発光制御情報
20XX/04/01	(X1,X2,X3,…,X80)	*****
20XX/04/02	(X1,X2,X3,…,X80)	*****
20XX/04/03	(X1,X2,X3,…,X80)	*****
20XX/04/04	(X1,X2,X3,…,X80)	*****
20XX/04/05	(X1,X2,X3,…,X80)	*****
20XX/04/06	(X1,X2,X3,…,X80)	*****
⋮	⋮	⋮
20XX/04/16	(X1,X2,X3,…,X80)	*****

図 12 特徴ベクトルのテーブル

Figure 12 Table of feature vectors.

特徴ベクトルの生成が終わると,S2 で抽出された特徴量に基づいて発光制御情報を生成する (S4).「発光制御情報」とは,発光表示装置を構成する各 LED 素子の発光態様を指定するためのデータセットを意味し以下の手順で,発光制御情報を生成する.S2 で抽出した各特徴量の値に基づき,所定の規則に従って LED 素子の発光強度のレベルを決定し,決定したレベルを指定するレベル情報 (0, 1, 2, 3) をテーブルの注目する特徴量に対応するカラムのフィールドに格納する.発光強度のレベルを決定する規則を特に限定するものではないが,特徴量の値が大きくなるにつれ段階的に発光強度のレベルを大きくするという規則に基づいて発光強度のレベルを決定するものとする.

テーブルのカラムに 80 個のレベル情報が格納されたことを受けて,発光制御情報生成部はテーブルの各レコードから LED 素子のアドレス,発光色 (RGB 情報) および発光強度 (レベル情報) という 3 つの情報を抽出する.これら 3 つの情報を 1 組とする 80 組のデータセットを発光制御情報として生成する.

S4 で生成した発光制御情報を,テーブルの S1 で動作ログデータを収集した日付に対応するカラムのフィールドに格納する.これにより動作ログデータを収集した日付,当該動作ログデータから抽出した特徴量を要素とする特徴ベクトル,当該動作ログデータから抽出した特徴量に基づいて生成された発光制御情報が対応付けて保存される (S5).上述した 1 連の処理が毎日実行され,その度にテーブルが更新される.

## 8. 結論

本稿で、「IoT(HEMS)利用の高齢者高度見守りシステム」の基盤技術となる「人行動センサ」「生活表示技術」「心を映す鏡」と見守りシステムの構成、処理の流れを提案した。

「人行動センサ」の検討により、生活空間で動作ログデータの収集は1日1機器当たり480データ、全体で4320データが可能であると確認できた。ログデータの欠落も1%に抑えられている。またログデータ収集システムの現時点の処理能力には余力があるため、今回は消費電力に着目して検討を行ったが、IoT機器の様々な情報の収集にも対応できると考えられる。

「生活表示技術」としてログデータから特徴量の抽出と特徴ベクトルの生成が可能であることが示された。常時電源が入っている機器に対しては待機時の消費電力量を閾値に、その他の機器は0[w]を閾値にして機器の動作状態をHigh, Lowを判断することで各機器の動作状態が特徴量として管理することが可能であった。特徴ベクトルとしては同時稼働の機器が可視化できるため、見守り対象者の移動回数と移動経路の算出をすることができると考えられる。

「心を映す鏡」を見守りシステムのコアとして見守り者が利用することで暮らしの変化を光の変化に置き換え、異常検知能力の不足を解消した高齢者高度見守りシステムの提供することが可能であると示された。

## 9. 今後の展開

今後の展開として三つの内容に注力していきたいと考えている。(1)各機能が独立して構築されているため連動的な処理が実施できない現状であるので、機能同士のデータ送受信方法を確立する。(2)心を映す鏡の表示技術に関して色味変化や点滅動作の心理影響を踏まえたものに改良する。(3)心を映す鏡に表示する光の変化と実際の暮らし変化の相関性を数値的指標で示すことができるよう検討を行う。

最後に、実住宅環境での高齢者の生活見守りも高度化効果検証を実施して有効性を明確に示したい。

## 10. おわりに

同居の高齢者の場合は、その表情やしぐさ、言葉づかいなどから、やる気が出ない、体調を崩しかけているといった小さな変化を家族が直感的に感じ取ることができるので、優しい言葉をかけて慰める、病院に連れて行くなどの適切な処置を取ることができる。それに対して遠く離れて暮らす高齢者の場合は、変化に気付くのが遅れ気付いたときには手遅れということになりかねない。見守りシステムの心を映す鏡により離れて暮らす高齢者の心身状態の小さな変化をその家族が遠隔で検知することができるので大事に至る前に適切な処置を取ることが可能になることを期待する。

## 参考文献

- [1] 内閣府,平成 30 年版高齢社会白書全体版,入手先, <[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2018/html/zenbun/s1\\_1\\_3.html](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2018/html/zenbun/s1_1_3.html)>
- [2] 国立社会保障・人口問題研究所,日本の世帯数の将来推計(都道府県別推計),入手先, <<http://www.ipss.go.jp/pp-pjsetai/j/hpjp2019/gaiyo/gaiyo.pdf>>
- [3] 厚生労働省,“人口動態統計年報 主要統計表”, 入手先, <<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/81-1.html>>
- [4] 経済産業省,スマートハイビル標準化検討会 2012.2,入手先, <[https://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/011\\_04\\_02.pdf](https://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/011_04_02.pdf)>
- [5] 産総研,生活者を見守る住宅 <[https://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2003/pr20030203\\_2/pr20030203\\_2.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2003/pr20030203_2/pr20030203_2.html)>
- [6] 上田健揮, 玉井森彦, 荒川豊, 諏訪博彦, 安本慶一. ユーザ位置情報と家電消費電力に基づいた宅内生活行動認識システム. 情報処理, 2015, vol. 57, no. 2, 1-10.
- [7] 上田博唯. センサネットワークと家電製品を結合したサービス提供 NICT ユビキタスホームにおける事例. 情報処理, 2006.
- [8] 石丸翔也, 心の状態を可視化するシステムの開発, <<https://www.ipa.go.jp/files/000052828.pdf>>
- [9] 神奈川県保健福祉局福祉部高齢社会課, センサ・機器等による高齢者の見守り・安否確認サービス実施企業一覧, 2019 年 4 月 3 日, 入手先 <<http://www.pref.kanagawa.jp/docs/u6s/cnt/f6401/documents/kigy-ouutirannensa.pdf>>
- [10] eneQube 九電テクノシステムズ株式会社(Q-tecno) <<https://www.q-tecno.co.jp/products/social13.html>>