

①研究の背景

高齢社会の到来による一人暮らしの高齢者の増加に伴い、見守りサービスの充実が求められている。そのような中、IoTが高齢者の見守りに資する手法の一つとして着目されている。

IoT(Internet of Things)とは、モノのインターネットと呼ばれ、コンピューターやプリンターが接続していたインターネットに、あらゆるモノが接続することで、インターネットを介してモノを作動させることができる仕組みである。

2017～2018年度において、「学生の協働によるPBL教育プログラムを通じた高齢者の見守りに資するIoT装置の研究開発」をテーマに研究開発をおこなった。その結果、長田区の木造住宅におけるセンサーの感度が高いことが分かった。また、センサーの種類に応じたメリットとデメリットも明らかになった。さらに、見守りデータを分析する中で、高齢者の日常生活の行動パターンをほぼ正確に把握できることがわかった。このデータは見守りだけでなく、予防医学などにおいても活用可能であることを示唆している(森田ら(2019), 山下ら(2019))。

以上の知見から、見守りというと、高齢者が「見守られる」という受動的な立場に捉えられることが一般的であるが、2年間の研究を通して高齢者や家族が自分自身を「見守る」という能動的な立場で活用できる装置を開発する着想を得た。

今回は、単身世帯をはじめとする高齢者の自立生活の支援に資する「IoTパッシブ・アクティブシステム」を開発し、その効果を検証することを目的とする。

研究構成員である坪井ら(2013)は、単身世帯者は、病気や症状の早期発見が遅れやすく、認知症が進行している可能性が高く、高齢者本人が知識・技術を得ること、自身や家族の健康を回復・維持・向上するための具体的な行動を自ら考えることが重要であると指摘している。

本年度は、2017年度からの研究開発で可能となった「高齢者の行動パターンの把握」から可能となりうる「体調の異変」や「行動パターンの予測」について医療の観点からより専門的に分析することで、高齢者が「他者から見守られ、自身も見守る」ことを実現する装置の可能性を検証したい。

②研究実績・成果

2019年度は、前回の報告書(「学生の協働によるPBL教育プログラムを通じた高齢者の見守りに資するIoT装置の研究開発」)の内容に記載されている2019年度電子情報通信学会総合大会(通信学会講演論文集 p.345, B-16-5 (2019))「IoTブロックによる一人暮らし高齢者見守りシステムの構築」を進展させる形で研究を進めた。

この時点では、高齢者自身が常に「見守られる」という受動的な立場のみの発想で研究を進めていた。しかし、この2年間の研究で、高齢者本人が自分自身を見守ってもらう同居していない家族等に高齢者本人の体調(脈拍, 血圧, 体温)を知らせることも重要ではないかと考えた。

そこで、医療測定機器を IoT を介して、高齢者の体調データをネット上へメールやGoogleシートに連携して、スマホ等から常時見れるようなシステムの構築の発想を得た。この成果は、2019 年度産学官神戸高専フォーラム（2019 年 10 月）で発表を行った。

以下に発表概要を記す。

③能動的な見守りシステムの構想

3-1 ヘルスケア機器の IoT 化

自分の健康状態を知るには、ヘルスケア機器を利用するのが有効である。入院した場合、朝夕に体温、血圧、酸素濃度を看護師によって測定されている。そこで、体温と血圧のデータを自らの健康状態の指標として、その場だけでなく、測定日時を追加してネット上に保存できれば、見守る側の家族、地域支援者からも被測定者（高齢者）の健康状態を把握することができると考えられる。

しかし、ヘルスケア機器はBluetoothによる通信機能付きのものもあるが、ほとんどがスマホアプリ内に閉じているので、測定データをGoogleシートのようなネットワーク上のサーバーにアップするには別操作が必要となる。そこで、体温測定をその場で表示するとともに、ラズベリーパイに体温計をつないで、Googleシートに測定時刻を含めた体温データをアップできるような体温計を IoT 化する。さらに、専用アプリではなく直接ラズベリーパイとBluetooth通信機能付きの血圧計をつなぎ、通信コードを解読するようなスクリプトを作成し、測定時刻を含めた血圧データをGoogleシートにアップできるような血圧計を IoT 化する。

3-2 仮想 Blynk サーバーを使った玄関施錠管理

玄関にネットワークカメラでも設置しない限り、見守る側の家族、地域支援者は、一人暮らし高齢者が外出したときの時刻、帰宅したときの時刻を知るのは困難である。高齢者徘徊問題、高齢者行方不明問題、玄関解錠不用心問題など、玄関施錠管理を早期に行うことができれば各種問題の拡大は減少するものと考えられる。そこで、玄関鍵の部分に IoT 基地となるラズベリーパイを通したセンサを取付けて、施錠解錠状態をネットワーク上のGoogleシートに書き込むようなシステムを作る。このとき、玄関の内側と外側の両方に IoT 基地となるラズベリーパイを配置し、IoT 基地間の相互通信には仮想 Blynk サーバーを利用する。内側 IoT 基地から人感センサ、鍵のサムターンの方を超音波センサの 2 つによって解錠施錠の動作を外側 IoT 基地に送る。外側 IoT 基地では、この動作信号と玄関から数m先に取付けた人感センサ反応信号によって外出確認とし、外出時刻をGoogleシート書きこむ。帰宅時には、この逆パターンとなって、外側センサ反応、内側の 2 つのセンサ反応の順で外出か帰宅かの判別する。

④ IoT による一人暮らし高齢者住宅の玄関管理（2020 年 3 月電気学会全国大会発表）

4-1 一人暮らし高齢者は年々増加し、2030年には717万人に達し、実に高齢者の5人に1人の割合となる。一人暮らし高齢者を家族、地域社会が見守るとするのは、社会的使命である。通常の見守りでは、ほとんどが人によるソフト面での見守りであるが、見守る側の高齢化に伴う人数不足に対し、補完的にハード面での見守り（IoT センサ）の利用することは有効である。これまで高齢者住宅内のリビング、トイレ等に IoT センサを取付け、反応情報を時系列データとしてグーグルシート(Google Spreadsheets) に書き込むことによって、高齢者の行動パターンを読み取れるシステムを構築してきた(1)。カメラを使わず IoT センサを使うことによって、プライバシーを守れるというメリットがある。今回は、高齢者が外出、帰宅時等の玄関管理情報を IoT センサの組合せによって得ることが出来たので報告する。既存技術として、玄関鍵の施解錠をスマホアプリによって行うスマートロックを利用すれば玄関管理情報も得られるが、高齢者はスマホアプリを使いこなせないことを前提にしている。要するに見守り用の IoT センサは受身仕様であるので、センサ取付けによっても高齢者に別段に負担増とはならず、生活習慣を変えることはない。

4-2 IoT センサ

図 1(a)(b). に示すように、玄関の外側と内側にそれぞれ人感(Motion) センサを取付け、玄関内側のサムターンに磁石を接着し、その磁石の S 極を感知する範囲内に磁気センサ取付けた。サムターンの回転による施解錠情報を磁気センサで得る仕様とした。人感センサと基地局となるラズベリーパイ (Raspberry Pi) は有線接続とし、玄関ドアは可動するた BLE (Bluetooth) 通信モジュールを介している。『Gmail からきたメールを LINE に転送する』、『Google Home からエアコンを操作する』といった Web サービス間連携に使われるIFTTT) を使うことによって、3 つのセンサ反応情報を時系列に1つのグーグルシートに書込む仕様である。

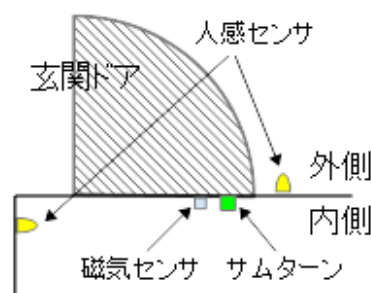


図 1(a). IoT センサの配置図

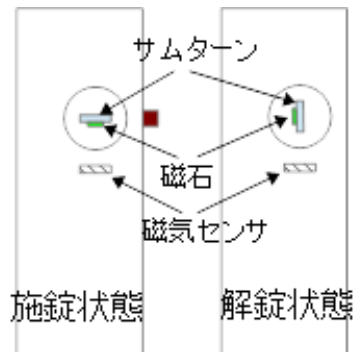


図 1(b). サムターンとセンサ

4-3 グーグルシート

IFTTT の使用制限があり，10 秒間に 10 回程度以上の操作は停止するようになっている．そこで，グーグルシートに書込むタイミングを以下のように決定した．

・人感センサ：

2 秒（1 回）反応あったとき『反応有り』

600 秒（600 回）連続反応無かったとき『反応無し』

・磁気センサ：

5 秒（5 回）反応あったとき『施錠』

30 秒（30 回）反応無かったとき『解錠』

として，それぞれの文字列と送信した時刻及び開始時刻（例えば，施錠の場合は送信時刻－5 秒）をグーグルシートに書き込む．実験では，次のパターンの確認を行った．

1) 外出 2) 帰宅

3) 一時外出（鍵をしなくて直ぐに戻る）

4) 一時帰宅（忘れ物を取りに戻る）

5) 外来者の出迎え

帰宅パターンと外来者の出迎えパターンのグーグルシートの出力例を図 2(a)(b)に示す．

	A	B	C	D	E
1525	No ini	有	玄関内	2019/11/27 10:39:38	2019/11/27 10:39:43
1526	No m	施錠		2019/11/27 10:39:49	2019/11/27 10:40:19
1527	No ou	無	玄関外	2019/11/27 10:39:37	2019/11/27 10:49:37
1528	No ini	無	玄関内	2019/11/27 10:40:25	2019/11/27 10:50:25
1529	No ini	有	玄関内	2019/11/27 10:52:27	2019/11/27 10:52:32
1530	No m	解錠		2019/11/27 10:53:04	2019/11/27 10:53:09
1531	No m	施錠		2019/11/27 10:53:13	2019/11/27 10:53:43
1532	No ou	有	玄関外	2019/11/27 10:54:20	2019/11/27 10:54:27
1533	No ini	有	玄関内	2019/11/27 10:54:40	2019/11/27 10:54:45
1534	No m	解錠		2019/11/27 10:54:47	2019/11/27 10:54:52
1535	No m	施錠		2019/11/27 10:54:56	2019/11/27 10:55:26
1536	No ini	有	玄関内	2019/11/27 10:55:40	2019/11/27 10:55:45
1537	No ou	無	玄関外	2019/11/27 10:54:45	2019/11/27 11:04:45
1538	No ini	無	玄関内	2019/11/27 10:56:19	2019/11/27 11:06:19

図 2(a).帰宅パターン

	A	B	C	D	E
1525	No ini	有	玄関内	2019/11/27 10:39:38	2019/11/27 10:39:43
1526	No m	施錠		2019/11/27 10:39:49	2019/11/27 10:40:19
1527	No ou	無	玄関外	2019/11/27 10:39:37	2019/11/27 10:49:37
1528	No ini	無	玄関内	2019/11/27 10:40:25	2019/11/27 10:50:25
1529	No ini	有	玄関内	2019/11/27 10:52:27	2019/11/27 10:52:32
1530	No m	解錠		2019/11/27 10:53:04	2019/11/27 10:53:09
1531	No m	施錠		2019/11/27 10:53:13	2019/11/27 10:53:43
1532	No ou	有	玄関外	2019/11/27 10:54:20	2019/11/27 10:54:27
1533	No ini	有	玄関内	2019/11/27 10:54:40	2019/11/27 10:54:45
1534	No m	解錠		2019/11/27 10:54:47	2019/11/27 10:54:52
1535	No m	施錠		2019/11/27 10:54:56	2019/11/27 10:55:26
1536	No ini	有	玄関内	2019/11/27 10:55:40	2019/11/27 10:55:45
1537	No ou	無	玄関外	2019/11/27 10:54:45	2019/11/27 11:04:45
1538	No ini	無	玄関内	2019/11/27 10:56:19	2019/11/27 11:06:19

図 2(b).外来者出迎えパターン

4-4 まとめ

玄関にこのシステムを取付けることによって、

- 1) 本当に外出しているかどうか
- 2) 鍵のかけ忘れかどうか
- 3) 不審外来者かどうか（玄関内側までかどうか）

などの判別材料となる。さらに、センサ取付けによる副産物として、不審外来者の予防対策にも繋がるのが期待できる。

謝辞：本研究は神戸研究学園都市大学間連携（UNITY）事業の一部より実施された。

IoT を利用した高齢者見守りルーム

1. はじめに

一人暮らし高齢者は年々増加し、2030年には717万人に達し、実に5人に1人の割合となる。一人暮らし高齢者を家族、地域社会が見守るといのは、社会的使命である。通常の見守りでは、ほとんどが人によるソフト面での見守り（民生委員、ケースワーカー、ヘルパー）であるが、見守る側の高齢化に伴う人数不足に対し、補完的にハード面での見守り（IoT センサ）の利用することは有効である。本研究では、これまで神戸高専森田研究室で実施してきたIoTを利用したハード面の見守り実施の紹介と今後の見守りシステムの構想を紹介する。

2. 受動的な見守りシステム⁽¹⁾

これまでの実施してきた見守りシステムを図1に示す。高齢者の住宅内にIoT基地となるラズベリーパイに有線及びワイヤレス(WiFi, ブルーツース)を通じたセンサ(人感センサ, 温度センサ, ボタンスイッチ)を複数配置することで、そのセンサ反応信号をIFTTT経由でグーグルシートに時系列に書き込むようなシステムである。グーグルシートに書き込まれた内容を離れた家族及び地域支援者が閲覧でき、高齢者の行動パターンを読み取ることができる。温度センサのデータに関しては、グーグルシートに書き込まれたデータから、高齢者がエアコンスイッチ入切や暖房器具入切の情報を読み取ることができる。さらに、ボタンスイッチに関してはリビングのテレビ前に配置することで、高齢者が緊急電話もかけられない状態のときにボタンスイッチを押すことで登録メール先に配送できるようなシステムである。

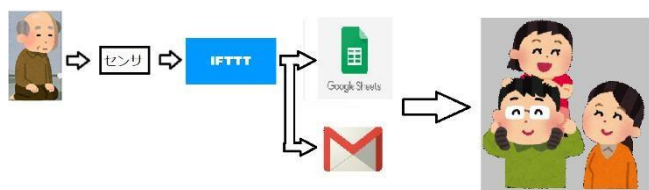


図1 受動的な見守りシステム(これまで)

3. 能動的な見守りシステムの構想

3.1 ヘルスケア機器のIoT化

自分の健康状態を知るには、ヘルスケア機器を利用するのが有効である。入院した場合、朝夕に体温、血圧、酸素濃度を看護師によって測定されている。そこで、体温と血圧のデータを自らの健康状態の指標として、その場だけでな

* 神戸市立工業高等専門学校 電気工学科 5年 **

神戸市立工業高等専門学校 電気工学科 教授

く、測定日時を追加してネット上に保存できれば、見守る側の家族、地域支援者からも被測定者(高齢者)の健康状態を把握することができると考えられる。しかし、ヘルスケア機器はブルーツースによる通信機能付きのものもあるが、ほとんどがスマホアプリ内に閉じているので、測定データをグーグルシートのようなネットワーク上のサーバーにアップするには別操作が必要となる。そこで、体温測定をその場で表示するとともに、ラズベリーパイに体温計をつないで、グーグルシートに測定時刻を含めた体温データをアップできるような体温計をIoT化する。さらに、専用アプリではなく直接ラズベリーパイとブルーツース通信機能付きの血圧計をつなぎ、通信コードを解読するようなスクリプトを作成し、測定時刻を含めた血圧データをグーグルシートにアップできるような血圧計をIoT化する。

3.2 仮想 Blynk サーバーを使った玄関施錠管理

玄関にネットワークカメラでも設置しない限り、見守る側の家族、地域支援者は、一人暮らし高齢者が外出したときの時刻、帰宅したときの時刻を知るのは困難である。高齢者徘徊問題、高齢者行方不明問題、玄関解錠不用心問題など、玄関施錠管理を早期に行うことができれば各種問題の拡大は減少するものと考えられる。そこで、玄関鍵の部分にIoT基地となるラズベリーパイを通じたセンサを取付けて、施錠解錠状態をネットワーク上のグーグルシートに書き込むようなシステムを作る。このとき、玄関の内側と外側の両方にIoT基地となるラズベリーパイを配置し、IoT基地間の相互通信には仮想 Blynk サーバーを利用する。内側IoT基地から人感センサ、鍵のサムターンの方向を超音波センサの2つによって解錠施錠の動作を外側IoT基地に送る。外側IoT基地では、この動作信号と玄関から数m先に取付けた人感センサ反応信号によって外出確認とし、外出時刻をグーグルシート書きこむ。帰宅時には、この逆パターンとなって、外側センサ反応、内側の2つのセンサ反応の順で外出か帰宅かの判別する。

4. まとめ

現在のところ、ヘルスケア機器のIoT化及び玄関施錠管理システムは完成していない。未完成的な場合は、問題点を整理した内容の発表となる。

参考文献

(1)森田二郎, 山下香, 福井智史, 赤対英明:「IoT ブロックによる一人暮らし高齢者見守りシステムの構築」, 2019年電子情報通信学会全国大会, B-16-5, pp.345, 2019.

IoTによる一人暮らし高齢者住宅の玄関管理

森田二郎*1, 山下香*2, 赤対秀明*1(神戸高专*1, 状況設計室*2)

Entrance management for elderly living alone by IoT

Jiro Morita, Kaori Yamashita, Hideaki Shakutsui

(Kobe City College of Technology, Atelier Situationniste)

1. まえがき

一人暮らし高齢者は年々増加し、2030年には717万人に達し、実に高齢者の5人に1人の割合となる。一人暮らし高齢者を家族、地域社会が見守るといえるのは、社会的使命である。通常の見守りでは、ほとんどが人によるソフト面での見守りであるが、見守る側の高齢化に伴う人数不足に対し、補完的にハード面での見守り（IoT センサ）の利用することは有効である。これまで高齢者住宅内のリビング、トイレ等に IoT センサを取付け、反応情報を時系列データとしてグーグルシート(Google Spreadsheets) に書き込むことによって、高齢者の行動パターンを読み取れるシステムを構築してきた⁽¹⁾。カメラを使わず IoT センサを使うことによって、プライバシーを守れるというメリットがある。今回は、高齢者が外出、帰宅時等の玄関管理情報を IoT センサの組合せによって得ることが出来たので報告する。既存技術として、玄関鍵の施錠をスマホアプリによって行うスマートロックを利用すれば玄関管理情報も得られるが、高齢者はスマホアプリを使いこなせないことを前提としている。要するに見守り用の IoT センサは受身仕様であるので、センサ取付けによっても高齢者に別段に負担増とはならず、生活習慣を変えることはない。

2. IoT センサ

図 1(a)(b) に示すように、玄関の外側と内側にそれぞれ人感(Motion) センサを取付け、玄関内側のサムターンに磁石を接着し、その磁石の S 極を感知する範囲内に磁気センサ取付けた。サムターンの回転による施錠情報を磁気センサで得る仕様とした。人感センサと基地局となるラズベリーパイ (Raspberry Pi) は有線接続とし、玄関ドアは可動するた BLE (Bluetooth) 通信モジュールを介している。

『Gmail からきたメールを LINE に転送する』、『Google Home からエアコンを操作する』といった Web サービス間連携に使われるIFTTTを使うことによって、3つのセンサ反応情報を時系列に1つのグーグルシートに書き込む仕様である。

3. グーグルシート

IFTTT の使用制限があり、10秒間に10回程度以上の操作は停止するようになっている。そこで、グーグルシートに書き込むタイミングを以下のように決定した。

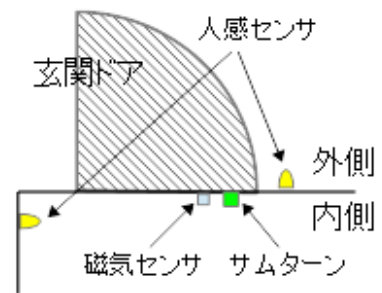


図 1(a). IoT センサの配置図

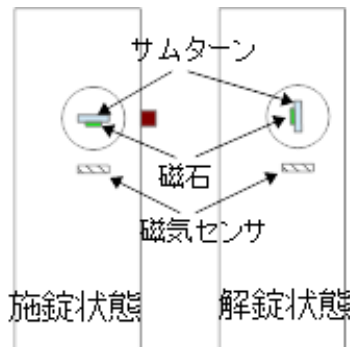


図 1(b). サムターンとセンサ

・人感センサ：

2 秒（1 回）反応有ったとき『反応有り』

600 秒（600 回）連続反応無かったとき『反応無し』

・磁気センサ：

5 秒（5 回）反応有ったとき『施錠』

30 秒（30 回）反応無かったとき『解錠』

として、それぞれの文字列と送信した時刻及び開始時刻（例えば、施錠の場合は送信時刻-5 秒）をグーグルシートに書

き込む。実験では、次のパターンの確認を行った。

- 1) 外出
- 2) 帰宅
- 3) 一時外出（鍵をしなくて直ぐに戻る）

4) 一時帰宅（忘れ物を取りに戻る）

5) 外来者の出迎え

帰宅パターンと外来者の出迎えパターンのゲージルシー
トの出力例を図 2(a)(b)に示す。

(1)森田二郎，山下香，福井智史，赤対秀明：2019年電子情報通
信学会総合大会，B-16-5，pp.345(2019).

10	B	号	A	≡	≡	田	田	田
	A	B	C	D	E			
1525	No	ini	有玄関内	2019/11/27 10:39:38	2019/11/27 10:39:43			
1526	No	m	施錠	2019/11/27 10:39:49	2019/11/27 10:40:19			
1527	No	ou	無玄関外	2019/11/27 10:39:37	2019/11/27 10:49:37			
1528	No	ini	無玄関内	2019/11/27 10:40:25	2019/11/27 10:50:25			
1529	No	ini	有玄関内	2019/11/27 10:52:27	2019/11/27 10:52:32			
1530	No	m	解錠	2019/11/27 10:53:04	2019/11/27 10:53:09			
1531	No	m	施錠	2019/11/27 10:53:13	2019/11/27 10:53:43			
1532	No	ou	有玄関外	2019/11/27 10:54:20	2019/11/27 10:54:27			
1533	No	ini	有玄関内	2019/11/27 10:54:40	2019/11/27 10:54:45			
1534	No	m	解錠	2019/11/27 10:54:47	2019/11/27 10:54:52			
1535	No	m	施錠	2019/11/27 10:54:56	2019/11/27 10:55:26			
1536	No	ini	有玄関内	2019/11/27 10:55:40	2019/11/27 10:55:45			
1537	No	ou	無玄関外	2019/11/27 10:54:45	2019/11/27 11:04:45			
1538	No	ini	無玄関内	2019/11/27 10:56:19	2019/11/27 11:06:19			

図 2

(a).帰宅パターン

10	B	号	A	≡	≡	田	田	田
	A	B	C	D	E			
1525	No	ini	有玄関内	2019/11/27 10:39:38	2019/11/27 10:39:43			
1526	No	m	施錠	2019/11/27 10:39:49	2019/11/27 10:40:19			
1527	No	ou	無玄関外	2019/11/27 10:39:37	2019/11/27 10:49:37			
1528	No	ini	無玄関内	2019/11/27 10:40:25	2019/11/27 10:50:25			
1529	No	ini	有玄関内	2019/11/27 10:52:27	2019/11/27 10:52:32			
1530	No	m	解錠	2019/11/27 10:53:04	2019/11/27 10:53:09			
1531	No	m	施錠	2019/11/27 10:53:13	2019/11/27 10:53:43			
1532	No	ou	有玄関外	2019/11/27 10:54:20	2019/11/27 10:54:27			
1533	No	ini	有玄関内	2019/11/27 10:54:40	2019/11/27 10:54:45			
1534	No	m	解錠	2019/11/27 10:54:47	2019/11/27 10:54:52			
1535	No	m	施錠	2019/11/27 10:54:56	2019/11/27 10:55:26			
1536	No	ini	有玄関内	2019/11/27 10:55:40	2019/11/27 10:55:45			
1537	No	ou	無玄関外	2019/11/27 10:54:45	2019/11/27 11:04:45			
1538	No	ini	無玄関内	2019/11/27 10:56:19	2019/11/27 11:06:19			

図

2(b).外来者出迎えパターン

4. まとめ

玄関にこのシステムを取付けることによって、

- 1) 本当に外出しているかどうか
- 2) 鍵のかけ忘れかどうか
- 3) 不審外来者かどうか（玄関内側までかどうか）

などの判別材料となる。さらに、センサ取付けによる副産物として、不審外来者の予防対策にも繋がること期待できる。

謝辞：本研究は神戸研究学園都市大学間連携（UNITY）事業の一部より実施された。