

社会的孤立の測定とケアを目的とした 介護施設向け見守りシステムフレームワークの提案

永間 慎太郎^{1,a)} 沼尾 雅之^{1,b)}

概要：アメリカの保険会社 Cigna の 2018 年度の調査によると [1], 時々または常に孤立を感じているのは 40 社会的孤立や孤独は高血圧, 心臓病, 肥満, 免疫の低下, 抑うつ, 認知機能の低下, アルツハイマー病, さらに死までの様々な部分へ影響があるとされている. 私達はまず社会的孤立の原因, 症状, 原因に対するケアを含めてモデル化を行った. モデル図から, 介護施設で暮らす高齢者の社会的孤立の状態を把握するためには, 高齢者の日常生活から身体的活動と認知機能, そしてコミュニケーションやレクリエーションといった社会的活動 (SADL) をモニタリングし, 把握しておくことが重要であると考え. しかし既存の見守りシステムは主に異常検知に特化しているため, 高齢者の日常生活を常時モニタリングすることは難しい. そこで介護施設が必要なシナリオに応じてシステムを自由に変更・拡張できる見守りシステムフレームワークを提案する. このフレームワークを用いた見守りシステムは RFID システムなどの非負荷センサーのデータを活用した行動認識やロボットとの対話を通じた簡易認知症診断を介護施設側が自由にシステムに組み込めるため柔軟性と拡張性が高い. フレームワークを用いたこの見守りふくろうを介護施設へ設置することで施設内の部屋の移動といった身体的なアクティビティの認識, 対話を通じた簡易的な認知機能の測定が可能であることがわかった.

1. はじめに

世界中で高齢化は進んでいる. 同時に高齢者の社会的孤立が問題になってきており, オーストラリア, イギリス, デンマークでは社会的孤立と孤独をへらすキャンペーンと団体が始まった. Julianne Holt-Lunstad らの研究によると [2], 社会的繋がり欠如は 1 日 15 本分のタバコを吸うか, アルコール摂取障害を抱えるほどの健康上のリスクを高めるとも言われている. 高齢者は配偶者やパートナーと死別, 友人や家族から離れる, 退職など, 繋がりやコミュニティを失うことをきっかけに社会的孤立に陥るリスクが高くなる. アメリカ国立老化研究所によると [3], 社会的孤立に陥ると高血圧, 心臓病, 肥満, 免疫の低下, 抑うつ, 認知機能の低下, アルツハイマー病, さらに死までの様々な部分へ影響があるとされている.

長く健康で有り続けることに関心が集まっている今, 高齢者に対して社会的孤立へのケアも必要だと考えられる. 介護施設で暮らす高齢者の社会的孤立を判定するために, 本研究ではまず, 社会的孤立そのもののモデル化を行った.

社会的孤立のモデルから高齢者の日常生活から身体的活動と認知機能, そしてコミュニケーションやレクリエーションといった社会的活動 (Social Activity in Daily Living) をモニタリングし, 把握しておくことが重要であると考えた. 社会的活動は他者とのコミュニケーションや施設でのレクリエーションといった行動を指しており, 本研究で独自に定義したものであり, 本稿では SADL と記述する. しかし, 既存の介護施設向けの見守りシステムは転倒などの異常を検知する機能がメインであるため, 日常生活から身体的活動, 認知機能, そして SADL をモニタリングすることは難しい. そこでシステムが使用するセンサーや施設内での挙動を介護施設の関係者が柔軟に変更・拡張できる見守りシステムフレームワークを提案する.

このフレームワークはセンサー情報を集める「センサーレベルデータフロー」とそれらのセンサーデータから認識や分類を行う「概念レベルデータフロー」, そしてログの吐き出しやロボットへの発話指示, アラートを出すなどのアクションを制御する「行動レベルデータフロー」の 3 つの層から成り立つ. 実際のアクションは制御する「シナリオエンジン」を通して順番に行われる. 私達はこのフレームワークを用いて開発された「見守りふくろう」を使って, まずは介護施設内の移動と, 対話を通じた認知機能の測定を行いその動作の評価を行う.

¹ 電気通信大学大学院 情報理工学研究所
The University of Electro-Communications

a) n1831115@edu.cc.uec.ac.jp

b) numao@cs.uec.ac.jp

2. 社会的孤立のモデル化

社会的孤立を測定するために、最初に社会的孤立のモデリングを検討する。社会的孤立の原因には、社会的変化や繋がりの喪失だけでなく、身体機能の低下、身体的および精神的疾患、認知機能の低下も含まれる [4]。社会的孤立は社会から分離されているだけでなく、精神的部分、身体的機能、認知機能などの多くの因果要因も持っていることが明らかである。

社会的孤立を引き起こす抽象要素は、大きく3つのカテゴリに分類できる。1つ目は、パートナーとの死別や退職、社会的地位の喪失など、「コミュニティ」に関連したもの。2つ目は、孤独や精神疾患などの「メンタル」に関連したもの。3つ目は、身体的衰退や認知的衰退などの「人間としての機能」である。社会的孤立に関連するものは、単なる原因だけではなく、社会的孤立と認知機能のさらなる低下によって引き起こされるうつ病や自殺などの「症状」も大きく関与している。症状が現れたら、その原因を探して気にかけるのは自然なことであり、社会的孤立の原因の周辺には、症状、そして「ケア」がある。図1は、社会的孤立によって引き起こされる「コミュニティ」、「メンタル」、「人間としての機能」、「症状」そして原因を特定し、原因を治療するための「ケア」が存在した社会的孤立全体のモデルを示している。

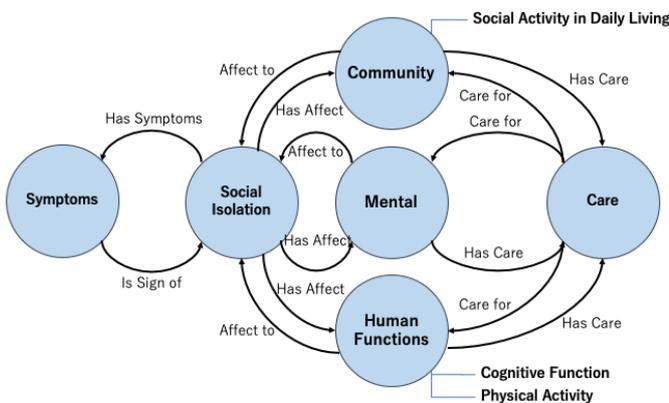


図1 社会的孤立のモデル図

2.1 社会的孤立のモニタリング

次に図1を見て、社会的孤立を測定するための監視対象を検討する。メンタリティは、常に変化するため日常活動から測定することは難しい問題とされている。したがって、介護施設の制約下での測定は現実的ではない。本研究では、介護施設に住む人々にとって最も関連性の高い分野である「コミュニティ」と「人間の機能」に焦点を当てる。「人間の機能」の中でも日常活動と社会的孤立との間に相関関係があることが報告されている [5] ことから、日常生活動作を監視および認識をシステム的に行う必要がある。

また、認知機能も社会的孤立と相関があるとされているため、認知機能も監視および測定する必要がある。そして最も重要なのは、「コミュニティ」の監視だ。コミュニティモニタリングでは、社会的相互作用があるかどうかを調査する。特に、人と話すことや高齢者のレクリエーションに参加することなどの社会的活動を SADL と定義している。日本の都市部の高齢者の社会的孤立に関するアンケートを実施した結果、回収率は 52.7 であったが [6]、日常生活の活動から組織への参加頻度などを感知することで、アンケートより詳細な情報を得ることを期待できる。

3. 見守りシナリオの構成

介護施設にとって役立つ機能と、社会的孤立を把握・ケアし、高齢者が健康に生活できることのサポートの両方を見守りシステムでの実現を私達は目指している。社会的孤立を把握するためには身体機能の測定や認知機能の測定、社会的孤立 (SADL) の認識・ロギングが必要であり、これらの実現のためには図2のようにシナリオをグルーピングできる。

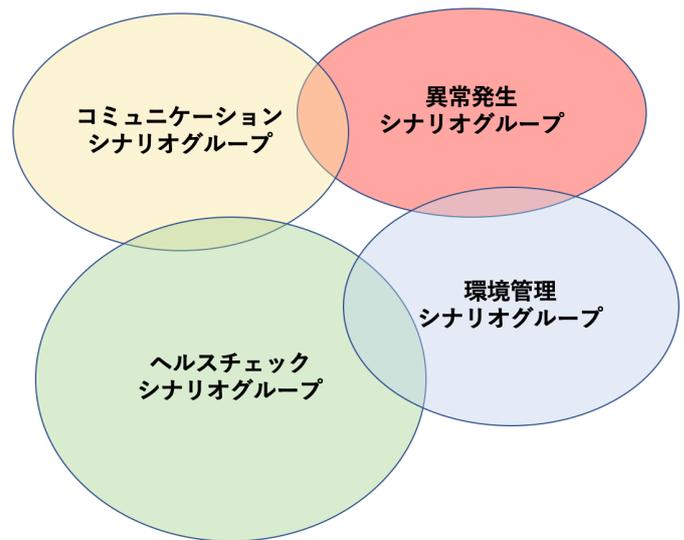


図2 介護施設におけるシナリオ

異常検知シナリオは既存システム [7] にもあるように、転倒を検知すると家族へ知らせるようなものであり、見守りシステムには必須であり最も重要なシナリオであると考えられる。介護施設は高齢者が過ごしやすいように温湿度をある一定の値に保つ必要があり、介護施設の設備や環境に関するシナリオは環境管理シナリオとして見守りシステムに要求される。そして、2節で述べたように社会的孤立を把握する、そしてケアするための社会的孤立のためのシナリオが見守りシステムには存在する。この社会的孤立のためのシナリオは「ヘルスチェックシナリオ」と「コミュニケーションシナリオ」と大きく2つにグルーピングできる。ヘルスチェックシナリオは体温や心拍数のバイタルデータの

測定・記録の他、日常生活からの身体機能や認知機能、社会的活動の測定・記録も包含している。コミュニケーションシナリオは社会的活動の一つとして見守りシステムに組み込まれたロボットとのコミュニケーションや、リビングで過ごす人たちとのコミュニケーションを活性化させるようなシナリオのことを指す。このコミュニケーションのシナリオは社会的活動の促進に加え、社会的孤立に対するケアとしても期待できる。

3.1 社会的孤立の把握に必要なシナリオ

ここでは社会的孤立の把握に必要な「身体機能測定シナリオ」、「認知機能測定シナリオ」、「社会的活動認識シナリオ」の3つを定量的に測る指標について述べる。

3.1.1 身体機能測定シナリオ

身体機能は食事をする、排泄を行う、移動するといった個人の日常生活動作をメインに測定する。測定項目としては、介護施設で暮らす高齢者が自宅へ復帰可能かどうかを判断するための材料として用いられることもある Functional Independence Measure(FIM)[8]の運動項目などが挙げられる。

運動項目				認知項目													
セルフケア		排泄		移乗		移動		コミュニケーション		社会認識							
食事	整容	清拭	更衣(上半身)	更衣(下半身)	トイレ動作	排尿コントロール	排便コントロール	ベント・椅子・車椅子	トイレ	浴槽・シャワー	歩行・車椅子	階段	理解(聴覚・視覚)	表出(音声・非音声)	社会的交流	問題解決	記憶
計42～6点				計14～2点		計21～3点		計14～2点		計21～3点		計14～2点		計21～3点			
運動項目 計91～13点				認知項目 計35～5点				合計 126～18点									

図3 FIMの評価項目一覧

3.1.2 認知機能測定シナリオ

認知機能測定項目としてはFIMの認知項目や、長谷川式簡易知能評価スケール[9]などが挙げられる。認知機能の測定は日常生活動作から把握することは困難であるため、長谷川式簡易知能評価スケールのように、対話による測定が現実的である。そのため、提案するフレームワークは対話シナリオも実現できるよう必要がある。

3.1.3 社会的活動認識シナリオ

社会的活動とは、他社とのコミュニケーションなど社会的交流のある活動のことを指す。施設内の他者との会話やレクリエーションへの参加の他、介護スタッフとの会話、家族との面会などが含まれる。社会的活動の測定項目としては、具体的にはLUBBEN SOCIAL NETWORK SCALE-6[10]とDe Jong Gierveld Loneliness ScaleのSocial Lonelinessに関する項目[11]などが参考になる。この2つの尺度は「一週間に何回友人と話したか」といった行動ベースの採点と「話せる人が身近にいるか」といった対

話から得る情報の2つが存在する。

4. 見守りシステムフレームワーク

社会的孤立を測定する要素の中でも介護施設では身体機能、認知機能、そしてSADLをモニタリングする必要があり、これらを常時モニタリングするには多くのセンサーを使用する上、行動認識シナリオ以外にもロボットを用いた対話シナリオなども必要になり得るため既存の見守りシステムでは難しい。そこで日常生活のモニタリングから身体機能を把握したり、認知機能の測定を行うために柔軟にセンサーを追加・変更でき、施設内でのシナリオを自由に設定できる見守りシステムフレームワークを提案する。

提案するフレームワークの全体像を図4に示す。フレームワークには、流れてきたセンサーデータを加工・マージするセンサーレベルデータフローと、アクチュエーターを動作させる行動レベルデータフロー、そしてセンサーデータから認識を行い、認識結果を行動レベルデータフローへ渡す概念レベルデータフローの3つの層が存在する。行動レベルデータフローにはシナリオを優先度と状況に合わせて遂行するためのシナリオエンジンが含まれる。このシナリオエンジンは介護施設側がカスタマイズしたシナリオを遂行していく。そのシナリオとシナリオの設定方法について詳しく述べる。

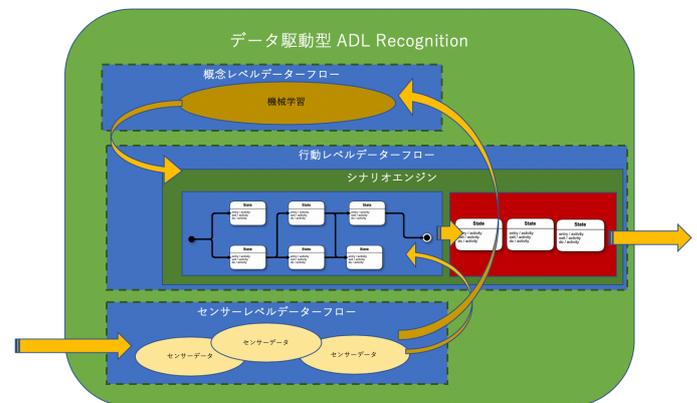


図4 見守りシステムフレームワークの全体像

4.1 シナリオ

シナリオは「高齢者が朝起きたらシステムは起きた人物とその時間をロギングする」といったように「何かをトリガーとしてアクションを実行する」一連の流れを指す。シナリオは複数のパラメータを持っており、本研究で作成したフレームワークでは介護施設側が自由にシナリオパラメータを定義できる。ここでは、そのシナリオに必要なパラメータについて述べる。

- シナリオは以下のようなパラメータをもつ。
- シナリオラベル

- シナリオの重要度
- シナリオの継続時間
- シナリオ実行時に操作するアクション

シナリオラベルは「挨拶」や、「バイタルチェック」など、どのようなシナリオかを簡潔に示すものである。見守りシステムでは様々なシナリオを扱うが、日常会話をするシナリオと異常検知をしたときのシナリオでは、異常検知のシナリオのほうが優先して遂行されるべきであるため、シナリオの重要度も記述する必要がある。重要度と継続時間も用いてシナリオエンジンが優先度順に、継続時間内のシナリオを実行していく。

4.2 シナリオの設定方法

次に、シナリオの設定方法について述べる。シナリオはif-then ルールで記述する。提案するフレームワークでは、センサーレベルデータフローを流れるセンサー情報や概念レベルデータフローからの認識結果の情報と、上述した形式に従って記述されたシナリオのパラメータを用いることで、どのシナリオを実行するかif-then ルールで選択される。シナリオ選択のためのif-then ルールの記述について、以下の2つのシナリオを例に説明する。

- 人が挨拶していたら挨拶シナリオを実行する
- 感情が「怒り」で、挨拶シナリオが実行中であれば歌うシナリオを実行する

まず、以下にシナリオパラメータの例を示す。limit がシナリオの継続時間を表しており、action には開発者が作成したアクチュエーターを動作させるためのキーワードを指定する。この例では、挨拶をする“greet”というアクションと、歌う“sing”というアクションを用意していることを前提としている。

表 1 シナリオのパラメータ

scenarioLabel	greeting
priority	2
limit	30[s]
action	greet
scenarioLabel	singing
priority	2
limit	10[s]
action	sing

次に、if-then ルールでのシナリオ選択方法について説明する。構文としては“if”と“then”もしくは“elsif”と“then”の間にシナリオの実行条件を記述し“then”のあとにはシナリオを実行する処理を記述する。条件が1つの場合は“if”を使用し、2つ以上の時は最初の条件のみ“if”で記述し2つ目以降は“elsif”で記述する。特徴的なのは、シナリオの連鎖を可能にするために“executingScenario”という現在実行中のシナリオを条件の中で使えるようにして

```
if personIsGreeting then executeScenario = greeting
elsif personEmotion = angry and executingScenario = greeting
then executeScenario singing
```

図 5 シナリオールの記述例

いる。

このような記述方法で図6に示すように介護施設内で行うシナリオを状態遷移図の様に宣言することができる。

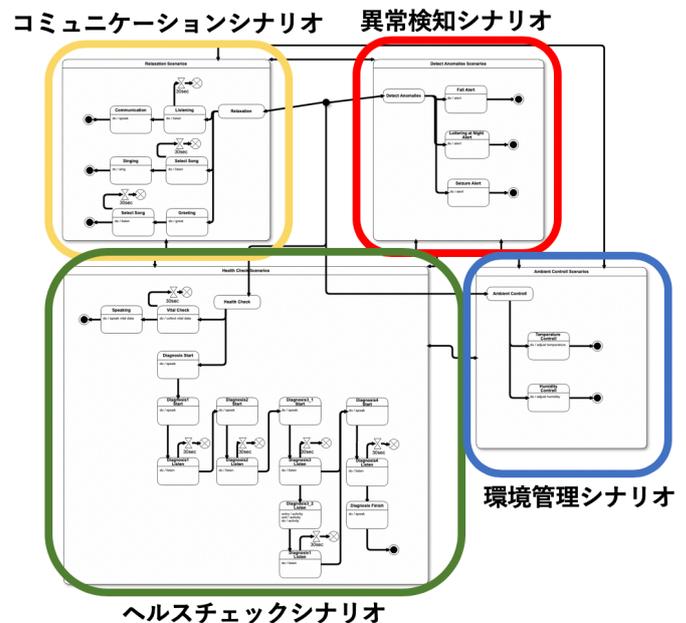


図 6 状態遷移図として表した介護施設でのシナリオ

5. 見守りふくろう

実際に RaspberryPi 上にフレームワークを用いて介護施設向けの見守りシステムである「見守りふくろう」を実装した。図7には作成した実物の写真を示す。



図 7 実装した見守りふくろう

見守りふくろうにはセンサーモジュールとして顔認識カメラ、マイクロ波センサー、マイクを組み込んだ。アク

ションを実行するアクチュエーターとしてはスピーカーを組み込んだ。

実装したシナリオを以下に示す。

- 高齢者が談話室を訪れる社会的活動モニタリングシナリオ
- 対話による長谷川式認知機能測定シナリオ
- バイタルデータの自動記録シナリオ

6. 動作検証実験

実装した見守りふくろうを用いてフレームワークの動作検証と社会的孤立のためのシナリオの動作確認を行う。フレームワークの動作検証としては、介護施設に見守りふくろうを設置し、談話室を訪れる社会的活動をモニタリングシナリオを通して行った。図8には実際に介護施設に見守りふくろうを設置して24時間談話室をモニタリングした時の高齢者の在室ログを示す。

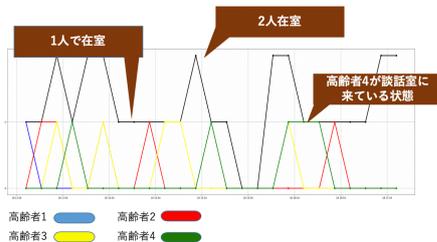


図8 談話室を訪れる社会的活動をモニタリングした結果

認知機能の測定シナリオの動作確認は長谷川式メソッドのうち質問を3問に絞り、研究室環境でその動作を確認する実験を行ったところ、動作に異常は見られなかった。

7. おわりに

まず社会的孤立のモデル化を行った。介護施設で暮らす高齢者の社会的孤立を測るためには身体的活動、認知機能、社会的活動の3つの側面からモニタリングする必要があると考え、それらを可能とする見守りシステムフレームワークを提案した。見守りシステムフレームワークを使って実装された見守りふくろうで、身体的活動と認知機能の測定を行うことができた。今後はよりモジュールの追加・変更を容易にするためのシステム構築に貯めのインターフェースの開発と、シナリオを容易に記述するための拡張を行い、社会的孤立を把握するための認識項目を増やしていく。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP17H01823「無負荷センサ統合による見守りシステムの構築法」の助成を受けたものです。

参考文献

[1] Douglas, N.: CIGNA U.S. LONELINESS INDEX, 入手先

(<https://www.cigna.com/assets/docs/newsroom/loneliness-survey-2018-full-report.pdf>), (参照 2020.02.04).

[2] Julianne Holt-Lunstad and Timothy B Smith and Mark Baker and Tyler Harris and David Stephenson: Loneliness and Social Isolation as Risk Factors for Mortality: A Meta-Analytic Review, Perspectives on Psychological Science, pp.227-237(2015)

[3] National Institute of Aging: Social isolation, loneliness in older people pose health risks, 入手先 (<https://www.nia.nih.gov/news/social-isolation-loneliness-older-people-pose-health-risks>) (参照 2012.02.04).

[4] 唐津 浩: 超高齢社会における高齢者の社会的孤立についての一考察, 奈良文化女子短期大学紀要, pp.185-192(2012)

[5] Goonawardene, Nadee, Toh, XiaoPing, Tan, Hwee-Pink: Sensor-Driven Detection of Social Isolation in Community-Dwelling Elderly, Human Aspects of IT for the Aged Population. Applications, Services and Contexts, pp.378-392(2017)

[6] 江尻 愛美, 河合 恒, 藤原 佳典, 井原 一成, 平野 浩彦, 小島 基永, 大淵 修一: 都市高齢者における社会的孤立の予測要因: 前向きコホート研究, 日本公衆衛生雑誌, pp.125-133(2018)

[7] 日立システムズ: 見守りシステム, 入手先 (<https://www.hitachi-systems.com/sp/mimamori/>) (参照 2019-05-08).

[8] 厚生労働省: 日常生活動作 (ADL) の指標 FIM の概要, 入手先 (<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12404000-Hokenkyoku-Iryouka/0000184198.pdf>) (参照 2019-05-08).

[9] 加藤 伸司, 下垣 光, 小野寺 淳志ほか: 改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R) の作成, 老年精神医学雑誌, pp.1339-47(1991)

[10] Lubben, James and Blozik, Eva and Gillmann, Gerhard and Iliffe, Steve and von Renteln Kruse, Wolfgang and Beck, John C. and Stuck, Andreas E.: Performance of an Abbreviated Version of the Lubben Social Network Scale Among Three European Community-Dwelling Older Adult Populations, The Gerontologist, pp.503-513(2006)

[11] De Jong Gierveld J, Van Tilburg T.: The De Jong Gierveld short scales for emotional and social loneliness: tested on data from 7 countries in the UN generations and gender surveys, Eur J Ageing, pp.121-130(2010)