

Anxiety intensity estimation in persons with dementia using multimodal information in everyday living environments

大阪大学 大学院情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻 村田研究室
重清成海

1

認知症患者が抱える不安、不穏と介護負担

- **認知症患者**
 - 様々な脳の病気により、神経細胞の働きが徐々に低下
 - 認知機能（記憶力、判断力等）が低下し、社会生活に支障をきたす
 - 記憶力や将来に対して不安を抱えている
 - 例：「わからない」、「どうしたらいい」といった発言
- **不穏**
 - 認知症患者が抱える不安やストレス、体の不調等が表面に現れた状態
 - 落ち着きがなくなり興奮した状態
 - 例：「帰らせなさい」という発言や、職員をにらみつける表情、ドアや人を叩くといった行動
- **介護職員の不穏対応の負担**
 - 気をそらす、気分転換させるという対応
 - 不穏の手前の段階である「不安」の状態を捉えることができれば、早期対応により、患者本人や介護者の負担が軽減

2

CADATY index [1]

- **Caregivers Assess Dementia's Anxiety designed by TY index**
 - 認知症患者が感じている不安感情の強さを推定する指標
 - 介護職員が経験的に会得している不穏の予兆を点数化したもの
 - 不穏の前段階である不安の状態を検出可能
- **点数化方法**
 - 認知症患者の「発言」「表情」「行動」等の日常の様子から、対象者の不安度合いを点数化
 - 対象の認知症患者の普段の様子をよく知る介護職員等が評価
 - -1~-3 は不安状態（不穏の予兆）、-3~-5 は不穏状態の目安

	CADATY index	目安	例
	+3~+5	興奮 (躁状態)	
	+2	安寧 (他者)	他者に感謝を示す
	+1	安寧 (自己)	安心しリラックス
	0	ニュートラル	
不安状態 →不穏の予兆	-1	自問	戸惑っている。心細い
	-2	自責、他問	自分自身にいら立つ、人に何かを確かめる
	-3	他責	他人に強く何かを訴える
不穏状態	-4	他責 (攻撃的)	他人に暴言を吐く
	-5	他責 (暴力的)	他者に暴力をふるう

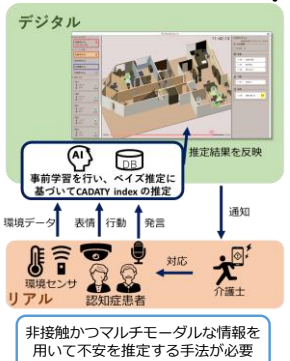
[1] T. Tsuk, M. Yamashita, K. Sugita, and H. Eto, "Apparentment: CADATY Index and Memory Book (in English Version). Consideration for Psychological State Estimation Index for People with Dementia," in Proc. 20th Int. Conference on Intelligent Information Systems, Exhibition, Singapore, Aug. 2023.

3

3

デジタルツインにおけるCADATY indexの活用

- **協働研究所で介護施設をデジタルツイン化する取り組み**
 - 心の理解や予測
 - 認知症患者の不安を捉えることで、患者への寄り添いと、介護者の負担の軽減を実現
 - 適切なコミュニケーションのきっかけづくり
- **実生活環境において情報を取得**
 - 複数のモーダルが利用可能
 - 人の行動や表情、発言
 - 環境情報
 - 環境情報のみを用いた不穏の事前予測 [2] では予測精度が低い
 - 実環境ゆえに情報の一部が欠損すること
 - 非接触な情報取得が好ましい
 - 特に、認知症患者はバイタルセンサなどの接触型のセンサを嫌う傾向



[2] S. Helkhatatkar, H. Goms, R. Samuel, G. Byfield, and M. Anwar, "Data-driven forecasting of agitation for persons with dementia: A deep learning-based approach," SN Computer Science, vol. 2, no. 326, pp. 1-10, Jun. 2021.

4

4

研究目的とアプローチ

- **目的**
 - 認知症患者の発言、表情、行動、環境といったマルチモーダルな観測情報から CADATY index を推定することで、不穏度合いの推定可能性を検証
- **アプローチ**
 - ベイズ推定を用いて、発言、表情、行動、環境情報から CADATY index を推定
 - 入力：発言、表情、行動、環境
 - 出力：CADATY index (不穏度合いの指標)
 - 実際の介護施設で認知症患者の情報を収集し検証

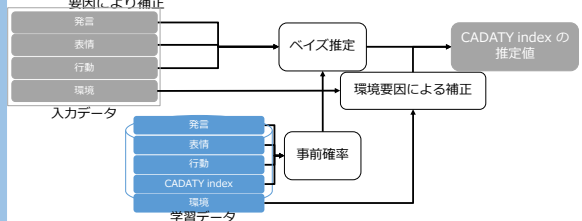


5

5

提案手法の概要

- ① **データセットの収集**
 - 映像カメラや音声マイク等の記録映像や音声から、時刻 t における対象の認知症患者の発言、表情、行動、環境の情報を抽出
 - 対象者の普段の様子についてよく知る介護者等が CADATY index の目安に基づき、時刻 t における CADATY index の値 $y(t)$ を記録
- ② **事前確率の学習**
 - CADATY index が y_t のとき発言、表情、行動が発現する確率を学習
- ③ **CADATY index の推定**
 - 時刻 t の発言、表情、行動の系列から現在の CADATY index を推定を行い環境要因により補正



6

6

① データセットの収集

- 映像カメラ、音声マイクやセンサから「発言」「表情」「行動」「環境」を取得

表1: 「発言」の特徴量

着目する発言	例
一般的なフレーズ	ありがとう、ごめん
認知症患者が頻繁に発する	わからない、帰らないと
対象者の口癖	-

表2: 「表情」の特徴量

着目する表情	例
顔のパーツに着目	眉間にしわ、口元が緩み目を細める

表3: 「行動」の特徴量

着目する行動	例
動作	立つ、頭を前後に揺らす 右後方を見る

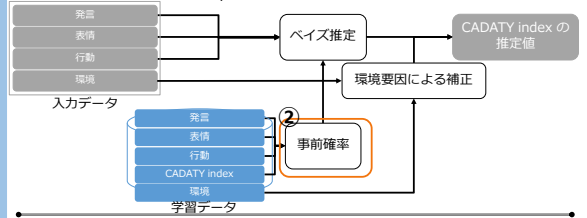
表4: 「環境」の特徴量

着目する環境	例
対象者が気にする	楽器の演奏、談笑

- 学習データに CADATY index の値をラベル付け
 - 介護者等が観察を行い、一定時間間隔で-5~+5の値を記録
 - 対象者を日常的に観察しており、よく知る者が記録

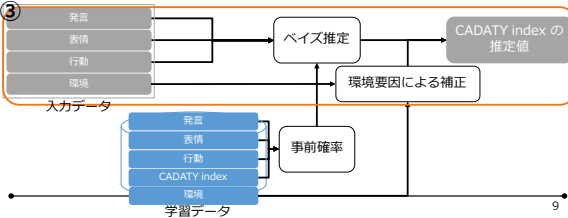
② 事前確率の学習

- 事前確率の算出
 - CADATY index が y_c であるときに、発言 α_i が発現する確率 $P(\alpha_i|y_c)$ を算出
 - $P(\alpha_i|y_c) = \frac{\text{各時刻 } t \text{ のうち } y(t)=y_c \text{ かつ } \alpha_i(t)=\alpha_i \text{ となる } t \text{ の総数}}{\text{各時刻 } t \text{ のうち } y(t)=y_c \text{ となる } t \text{ の総数}}$
 - 観測時刻 $t = 0, 1, \dots, T$
 - 表情 β_j 、行動 γ_k が発現する確率 $P(\beta_j|y_c)$ 、 $P(\gamma_k|y_c)$ も同様
 - CADATY index が y_c となる確率 $P(y_c)$ を算出
 - $P(y_c) = \frac{\text{各時刻 } t \text{ のうち } y(t)=y_c \text{ となる時刻}}{T}$



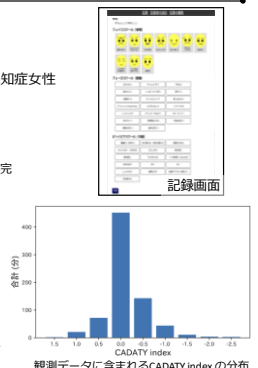
③ CADATY index の推定

- 現時点 t の発言、表情、行動の系列 $x_n(t)$ から現在の CADATY index が y_c である確率 $P(y_c|x_n(t))$ を推定
 - $P(y_c|x_n(t)) \propto P(y_c) \prod_{n=1}^t P(x_n(t)|y_c)$
- 推定された CADATY index の期待値 $y_{exp}(t)$ を算出
 - $y_{exp}(t) = \frac{\sum_c y_c P(y_c) \prod_{n=1}^t P(x_n(t)|y_c)}{c}$
 - $c = 1, 2, \dots, C$
- 期待値 $y_{exp}(t)$ に環境情報 $e(t)$ による補正を加えて推定値 $y_{est}(t)$ を決定
 - $y_{est}(t) = y_{exp}(t) + \theta F(e(t) \neq 0)$ ($F(equ)$ は等式equが成立すれば1、しなければ0を返す関数)



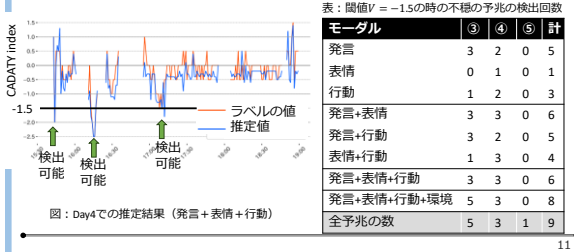
評価用データセットの取得

- 取得場所
 - サービス付き高齢者向け住宅 (サ高住) の共有スペース (1階リビング、廊下)
- 対象者
 - 居住者1名: 自立移動可能な90歳代の認知症女性
- データ収集期間
 - 15:00~19:00 から最大4時間×6日間
- 観測データ
 - 発言、表情、行動、環境
 - 手動で記録し、映像、音声記録を用いて補充
 - CADATY index (正解ラベル)
 - $y_c = \{+5.0, +4.5, \dots, -4.5, -5.0\}$
 - 映像、音声記録等から当該施設で長期にわたって観察した者 (江島) が1分毎に記録
 - 実際に観測データに含まれた値は +1.5~-2.5 の範囲
- 評価指標
 - 不穏の予兆があった時に検出できるか
 - 閾値 $V = -1.0, -1.5$ を設定し、正解値 $y(t)$ が閾値以下となるタイミングで推定値 $y_{est}(t)$ も閾値以下をとれるかどうか



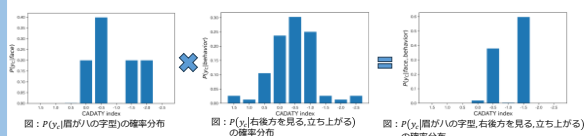
3モーダルの情報を用いた推定結果 (検出できた場合)

- 発言や表情、行動の複数のモーダルが観測できている場合、ほとんどの不穏の予兆が検出可能
 - 複数のモーダルを掛け合わせることで、CADATY index の推定範囲が限定されたため
 - 環境情報の利用でほぼ全ての予兆を検出可能に
 - Day4では閾値 V を -1.0, -1.5 どちらに設定してもすべての予兆を検出
 - 特に不穏の兆候が強いと考えられる閾値 V を -1.5 に設定した場合は誤検知なく推定



3モーダルの情報を用いた推定結果 (誤検出、検出漏れの場合)

- Case1: 確率分布が多峰になり誤検出
 - 学習回数の少ない表情の情報を利用したため
 - 特徴の得やすかった発言の情報が得られると精度向上
- Case2: 落ち着きがない様子が見られ検出漏れ
 - 落ち着きがない様子: 様々な行動が短時間で遷移している様子
 - 例: テレビを見る、窓の方を見る、手元の小物を触るといった行動が高い頻度で切り替わる様子が見られた
 - 行動の継続時間や行動が切り替わる頻度を判断に加える必要



まとめと今後の課題

- まとめ
 - 認知症患者の発言、表情、行動、環境といったマルチモーダルな情報から、認知症患者の不安の強さの指標である CADATY index を推定する手法を提案
 - ベイズ推定によって発言や行動、表情が複数観測できたケースにおいては、不穏の予兆を状態を推定可能
 - 発言は強い不穏の予兆の発見に有効であったが、実際に生活の環境において発言を取得する実験を行ったところ、多くの情報を集めることは難しい
 - 行動は人の後ろや横などの角度でも情報が得やすいため、学習データを集めやすいが、-1.5以下の強い不穏の予兆は検出するのが難しい
- 今後の課題
 - ほかの被験者を対象として実験
 - 表情、発言、行動を AI 抽出した場合の評価
 - 表情分析技術や行動分析技術を利用しても推定可能か確認
 - 本研究では映像や音声データから手動で情報を抽出
 - CADATY index の事前推定によるさらに早期の不穏対応

実験にご協力頂いた、一般社団法人日本モンテッソーリケア協会・サービスピッキ高齢者向け住宅「柴原モカメゾン」の皆様にご挨拶いたします。

13