

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：26402

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00442

研究課題名（和文）動画像解析に基づく認知症患者の痛み推定システムの構築

研究課題名（英文）Pain face estimation system for dementia patients based on video analysis

研究代表者

栗原 徹（KURIHARA, Toru）

高知工科大学・情報学群・准教授

研究者番号：50401245

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：画像説明文章生成などに重要な画像のある領域に重みを付ける注意機構を参考に、痛み顔推定のための局所的空間的アテンションメカニズムを考案した。そして、エンドツーエンドで痛み推定のために重要な局所的空間的アテンション領域を学習し、顔の中でも痛みの表情が出やすい重要な領域に重みをつけ痛み推定を行った。さらに、顔の表情は時間領域における顔の動的な変形であり、提案するネットワークアーキテクチャには長期短期記憶ネットワーク（LSTM）を組み込んだ。結果として従来型のアテンションメカニズムより顔領域のきめ細かな変化を検出し、フレーム毎の痛み強度推定精度を改善することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

エンドツーエンドで顔表情からの痛みレベル推定のために重要な局所的空間的アテンション領域を学習し、顔の中でも痛みの表情が出やすい重要な領域に重みをつけ痛み推定を行うネットワーク構造を考案した。このようなアテンション機構は、痛み以外の基本6表情を推定することにも用いることが可能であり、痛み顔に限らず表情認識の推定精度の向上に貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：Based on an attention mechanism that assigns weights to regions of images that are important for image description text generation, we have developed a new locally spatial attention mechanism for pain face estimation. We then learned the locally spatial attention regions that are important for end-to-end pain estimation. Pain estimation was performed by weighting the important areas of the face that are likely to produce expressions of pain. Furthermore, facial expressions are dynamic transformations of the face in the time domain, and the proposed network architecture incorporates a long-term short-term storage network (LSTM). As a result, it detects more fine-grained changes in the face region than conventional attention mechanisms, and it is possible to detect changes in the face area. We were able to improve the accuracy of frame-by-frame pain intensity estimation.

研究分野：情報学

キーワード：痛み 表情 アテンション LSTM

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

認知症患者は痛み訴えることがないため、痛みを感じていないと思われるがちであるがそうではない。海外では早く90年代から、日本でも00年代から、このことの重要性が共有され、観察式の痛み評価指標(ペインスケール)の研究が進められてきた。北川は、博士論文「認知症高齢者の痛みサインを用いた評価枠組みの検討」の中で「認知症高齢者が“痛い”と言わなければ周囲の人々は「痛み症状なし」と判断し、認知症高齢者が“痛い、痛い”と繰り返し訴えたとしても、「同じことを何度も繰り返すという認知症特有の症状」や、「好訴的」「常同行為」とみなされ、結局、痛みが放置されてきた可能性がある。」と指摘し、認知症患者の痛みケアの重要性を訴えている。この中で、ペインスケールの観察領域として〔ことば・声〕〔表情〕〔身体表現〕〔生活行為・動作〕〔行動・気分〕〔生理反応〕の6要素の観察指標を導出した。

一方で、観察式の評価指標は、看護師の注意深い観察が必要とされ、多数の患者を診なければならぬ看護師の負担を増やしてしまうことは間違いない。しかし、労働人口が減少し、高齢者が増加する現代において、看護師の負担をこれ以上増やすことはできず、看護師の負担増は大きな問題である。このような意味で、看護・介護の現場ですぐに役に立つ指標にはなっていないと言える。計算機によって認知症患者が感じている痛みを瞬時に察知するシステムがあれば、特別な注意を払いその患者をケアしたり、痛み止めを処方するなどにより患者の痛みを和らげQOL向上に資するとともに、看護や介護の現場の負担を大きく減らすことができる。

認知症患者の痛み評価に関する客観的な指標はなく、認知症患者はその痛みを直接訴えることがないため、痛みのケアについてはほとんど考慮されていないのが実情である。一方で、介護の現場では認知症患者の暴力なども発生しケアする側の負担ははかりしない。申請者らはこの暴力の原因は、認知症患者が直接訴えることのない痛みにあるのではないかと考えている。つまり、痛み起因する心的ストレスが要因となり、認知症患者の暴力が引き起こされるのではないかと考えている。認知症患者の痛みを検出しケアすることで、介護の現場の暴力を減らし安心して介護を行う環境を整えることができると期待している。また、忙しい看護師が、患者の観察に時間を割き、痛みを感じているかどうかを注意深くケアをするというのも不可能な要求である。これを画像解析に基づき自動化、省力化することができれば、看護師は患者のケアそのものにリソースを割くことが可能となり、負担が増える一方の医療現場の効率的な運営に貢献することができる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、認知症患者の表情変化を用いた痛み評価手法の確立である。認知症患者では患者本人が痛みを訴えることが困難であり痛みの評価が極めて難しく臨床あるいは介護の現場で大きな問題となっている。これに対し、認知症高齢者に適用されうる痛みの観察式評価指標が提案されているが、特別なトレーニングが必要とされ老人ホームなど現場での運用が難しく、高齢者のQOL(Quality of Life)向上の妨げになっている。本研究では、〔ことば・声〕〔表情〕〔身体表現〕〔生活行為・動作〕〔行動・気分〕〔生理反応〕の6要素のうち特に表情に着目し、認知症患者の痛み検出システムを構築する。

本研究の当初計画として

1. 認知症患者と非認知症患者との表情特徴量の比較を行い、同一の表情が現れるのか異なっているのかを明らかにする。
2. 認知症患者の痛み特徴量を求め、痛み検出システムを構築する。を目的とした。

3. 研究の方法

まず、痛みの瞬間をフレーム毎に顔表情から検出する基礎技術を非認知症患者における顔動画像から推定する技術を確認する。これには公開されているデータセットを用いて、機械学習により推定アルゴリズムを構築する。そうして、医院の協力のもと収集した認知症患者の動画の解析を進め、非認知症患者に対して確立した手法を適用する。蓄積した動画の解析を進め、認知症と非認知症の表情表出の違いなどを見極め、適切なパラメタを導き出し認知症患者のための痛み検出手法の確立を目指す。

4. 研究成果

公開学習データセットを用いて、自然言語処理で導入された注意機構(アテンションメカニズム)を顔表情解析のために改変し、動画の各フレーム毎に患者の痛み強度を推定する性能向上を図った。全体の構成としては、図1に示す通りであり、CNN(畳み込みニューラルネットワーク)を中心とする空間軸

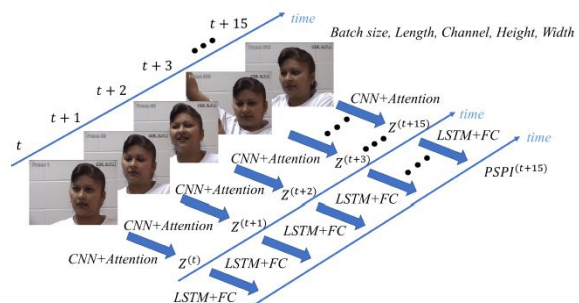


図1. 処理のパイプライン

での特徴抽出の後ろに動画を扱うための LSTM (Long Short Term Memory) を置くことで痛みの表情についての有効な空間的特徴の時系列変化を判定する構成をとった。

CNN 部の具体的な構成は図 2 の通りである。入力画像を段階的に小さくしながら有効な特徴を探していく。提案するネットワーク構造に特徴的なのは、赤色部に注意機構(アテンションメカニズム)を置いている点である。画像のキャプション生成などにも使われ始めているアテンションメカニズムは、文章生成などに重要な画像のある領域をハイライトする。一方、痛み顔の表情においては、顔の局所的な領域がその表情生成に貢献していると考えられ、画像のキャプション生成とは異なるネットワークアーキテクチャが有効である可能性がある。そこで、図 3 に示すような新奇な局所的空間アテンションメカニズムを考案し、エンドツーエンドで痛み推定のために重要な局所的空間アテンション領域を学習し、顔の中でも痛みの表情が出やすい重要な領域に重みをつけ痛み推定を行うネットワーク構造を考案した。

結果として従来型のアテンションメカニズムより顔領域のきめ細かな変化を検出し、フレーム毎の痛み強度推定精度を改善することができた。顔動画の中で痛み表情がでる時間は限られており、時間領域でのアテンションメカニズムも有効である可能性があるが、それについては有効性について比較検討することができなかった。

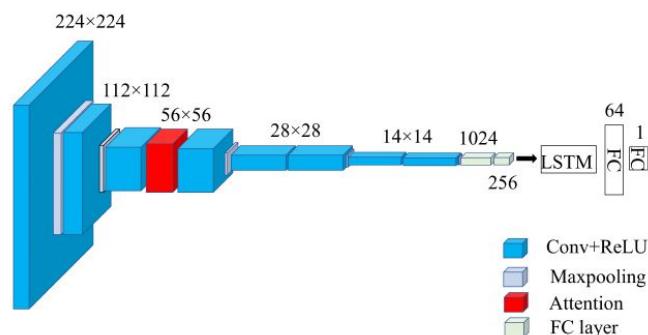


図 2 . 空間特徴抽出部

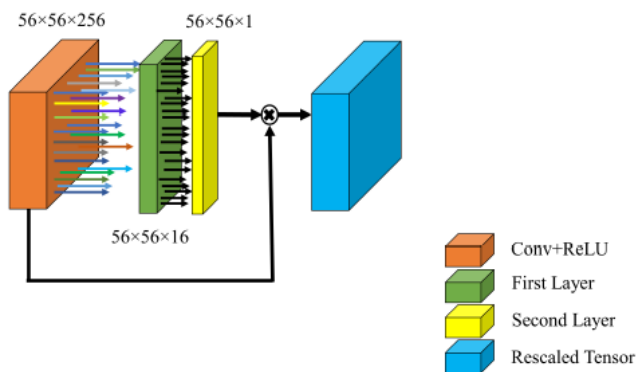


図 3 . 局所的空間アテンション機構

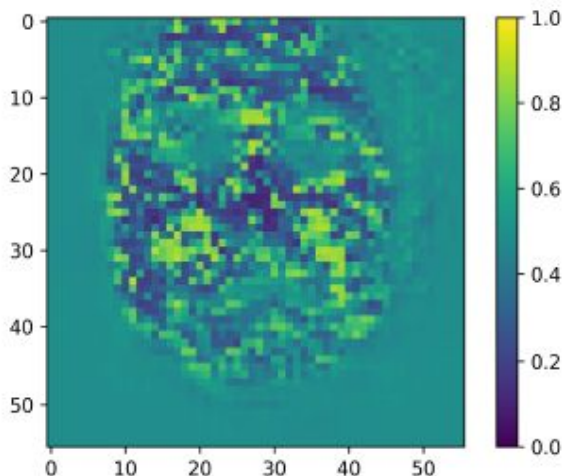


図 4 . アテンションマップ

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yu Jun, Kurihara Toru, Zhan Shu	4. 巻 11868
2. 論文標題 Frame by Frame Pain Estimation Using Locally Spatial Attention Learning	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lecture Notes in Computer Science	6. 最初と最後の頁 229 ~ 238
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-030-31321-0_20	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Jun Yu, Toru Kurihara
2. 発表標題 New Deep Learning Architecture for Pain Intensity Estimation
3. 学会等名 International Workshop on Human-Engaged Computing（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗原徹, Yu Jun
2. 発表標題 FACSを用いた痛み推定手法の検討 -認知症患者の痛み推定に向けて-
3. 学会等名 認知症・痛み表情解析第1回合同シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栗原徹, Yu Jun
2. 発表標題 FACSを用いた痛み推定手法の検討 -認知症患者の痛み推定に向けて-
3. 学会等名 第23回パターン計測シンポジウム
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	河野 崇 (Kawano Takashi) (40380076)	高知大学・教育研究部医療学系臨床医学部門・准教授 (16401)	