

令和 3 年 5 月 14 日現在

機関番号：12608
 研究種目：基盤研究(C)（一般）
 研究期間：2018～2020
 課題番号：18K04599
 研究課題名（和文）逆推論アプローチを援用した眼球運動解釈スキームに基づく医療スタッフ行動評価

 研究課題名（英文）Analysis of clinical engineers' cognitive behavior based on eye movement data interpretation scheme aided by inverse inference approach

 研究代表者
 青木 洋貴（Aoki, Hirotaka）

 東京工業大学・工学院・准教授

 研究者番号：00322090

 交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、認知プロセス分析における眼球運動データの適切な解釈に向けて提案されている逆推論アプローチを援用し、臨床工学技士の診断業務に適用可能な認知タスク分析方法論を構築することが目的である。臨床工学技士を被験者とした不具合探索実験を実施し、逆推論アプローチに用いることができる基礎的な資料としてまとめた。さらに逆推論アプローチを援用した眼球運動データ解釈の枠組みの構築および洗練のために、小児科看護師の乳児観察業務、および医師による画像診断業務を模擬した実験を行い、主に眼球運動特性とタスクゴールとの関係に関する調査を行い、その調査成果を枠組みの構築、洗練に向け繰り返しフィードバックを行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、眼球運動の解釈に向けた逆推論アプローチを利用した、実用に耐える認知タスク分析方法を提案したことにある。逆推論アプローチ自体の発想は極めてシンプルではあるものの、その実装方法は現時点では統計解析的な手法の利用など、限られている。本研究では実務への適用を強く意識しているために、高度な数学の知識を必要せずとも実施できることを前提に置き、分析者は、典型的な注視点推移の分類およびそれらに対する解釈方法だけを使えばよいといったように、極めて簡便な手続きからなっている。このような認知タスク分析を、高度な専門知識を前提とせず簡便に実行できることが、社会的な意義であると考えている。

研究成果の概要（英文）：The objective of the present research was to develop a reverse inference approach-based cognitive task analysis method that can be applied to daily tasks of clinical engineers. A fundamental concept of inference approach and its implemented procedure was applied to data obtained from a series of experiments where clinical engineers counteracted various types of faults in dialysis machines. Additionally, the procedure developed was applied to data obtained from both experiments of nurses' observation of infants and medical doctors' inspections of X-ray images. By iterative application of the reverse inference-based analysis procedure, the cognitive task analysis method was elaborated.

研究分野：人間工学

キーワード：認知タスク分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

視覚情報処理の分析を可能とする眼球運動データ解析は、自動化された認知プロセスの解明に向けた重要なアプローチ方法であると認識されている。特に技術進歩によって眼球運動を測定する装置は小型化が進み、実験室環境のみならず実作業環境下において、作業を邪魔することなく眼球運動を測定することが可能となっている。また、計算機の能力向上に伴い、顔画像の処理による眼球運動検出が現実的なものとなりつつある。このことから、被験者が装置を装着するのではなく、遠くから撮った通常のビデオ映像からその被験者の注視点を自動的に追跡することも、実現に近い状況にある。すなわち、眼球運動の計測は、被験者をほとんど邪魔することなくさまざまな実作業環境下で実施することがすでに可能となっているとともに、装置を装着することなく実施可能となることも予測されている。しかしながら、注視点から認知プロセス分析の観点から有用な情報を適切に取り出すことについて、困難性が存在することが指摘されてきた。

上記の困難性の克服に向けた1つのアプローチ方法として、逆推論(reverse inference: RI)に基づく眼球運動データの解釈が提案されている。このアプローチ(RIアプローチ)は、眼球運動データの解釈を効率的に行うために、個々の注視点からボトムアップ的に解釈するのではなく、あり得る解釈の結果をあらかじめ準備しておき、実際に得られた注視点はどの解釈の結果に当てはまるのか吟味すると言う、トップダウン的な解釈の方法を意味している。すなわち、すべての注視点データを1つ1つ吟味して解釈していくというよりも、事前に準備された解釈結果の候補を当てはめ、どれがもっとも妥当な解釈結果となるかを検討するプロセスに従って、得られたデータを解釈していこうといった考え方である。個々のデータをゼロベースで解釈し、これを積み上げることによって全体的な解釈を与えると言う通常のアプローチとは異なることから、逆(reverse)と称される。ただしRIアプローチは、考え方を概念的に表現したものであり、具体的な実現方法を示しているわけではない。

2. 研究の目的

本研究は高度な認知処理を含むとともに、目的の達成のための手段が一意には定まらない、知識ベースのタスクである医療における診断タスクの分析に適用可能な、RIアプローチに基づく認知タスク分析方法を構築することを目的としている。対象とするドメインとして、臨床工学技士業務を取り上げる。臨床工学技士の好ましい人材像として、扱う医療機器の異常な事象・問題に感度良く気づき、その原因を同定できることがある。これをブレークダウンすると、このような人材の必要要件として、医療機器の技術的知識の保持を前提として、問題発見・同定のための効率的因果推論プロセスの実行に分解できる。本研究では医療現場の技士に対する因果推論のプロセスの評価を実現できる分析方法を構築することを狙う。さらに、ここでの分析方法の他の分野での適用に向けた示唆を得ることも目的とする。

3. 研究の方法

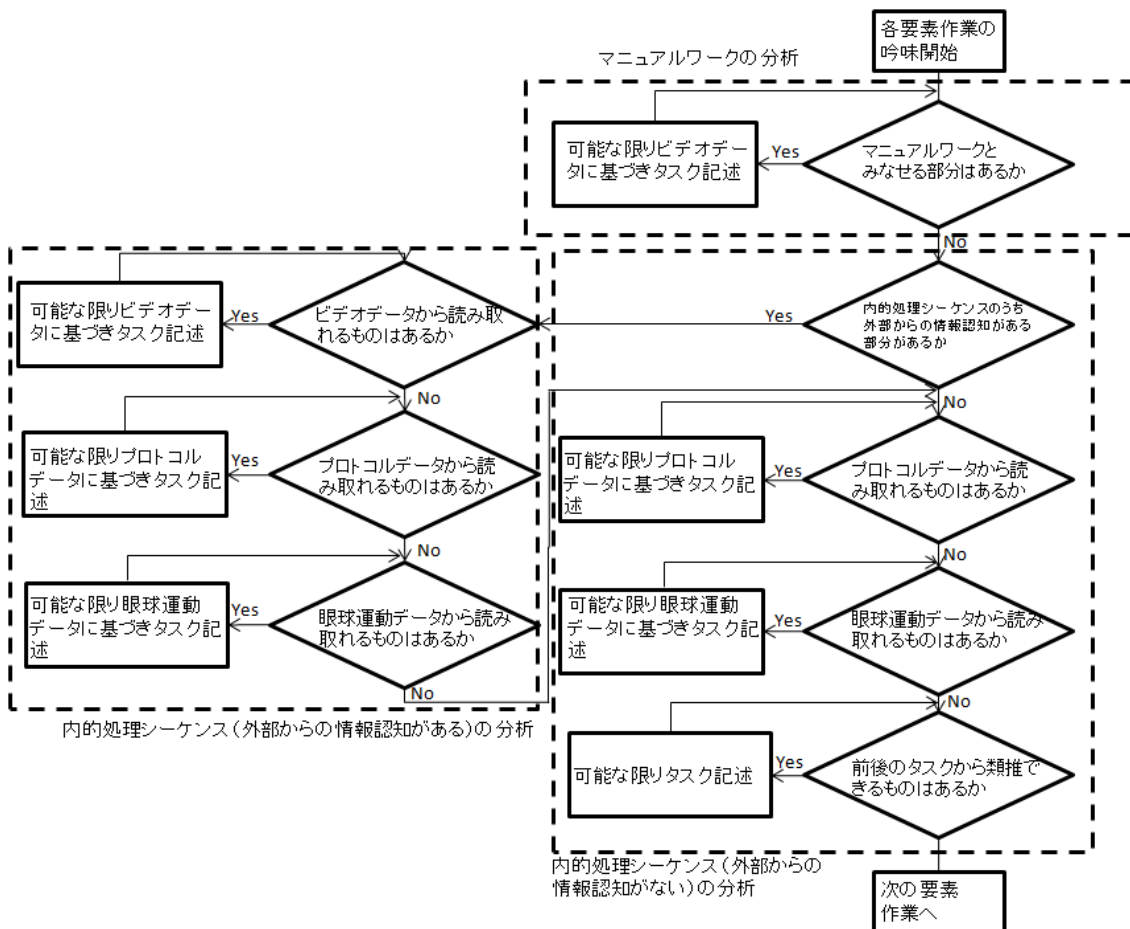
不具合をあらかじめ設定した装置による血液透析を実施し、そこでの問題発見および解決をさせる実験を、技士に対して複数回実施する。一連の行動を撮影したビデオデータ、言語プロトコル、眼球運動データを得るとともに、実験後にデブリーフィングを行い、自身の問題発見プロセスを詳細に説明させ、その際の発話データも得る。ビデオデータ、言語プロトコルならびに発話データに基づき、各技士の問題発見プロセスを、作業研究の方法である階層的タスク分析およびタイムライン分析の技法に従って、精緻に記述する。このプロセスと、そこで観察される眼球運動データに基づき、典型的注視点推移パターンとそのときの技士の目標の関係について精査する。これらの関係を総合し、注視点推移の分類およびその解釈方法の一般的関係として整理する。この一般的関係を用いて、仮想的でない、実作業環境下での技士の行動・眼球運動データに適用して、技士の目標を適切に抽出できるかチェックする。同時に安全の観点から潜在的危険を含む認知行動、あるいは問題発見を含むタスク実施中の好ましくないプロセスの同定も行う。

上記に加えて、他のドメインにおける適用可能性を調査するために、小児科看護師の乳児観察業務、および医師による画像診断業務を模擬した実験を行い、主に眼球運動特性とタスクゴールとの関係に関する調査を行い、その調査成果を枠組みの構築、洗練に向け繰り返しフィードバックを行った。

4. 研究成果

臨床工学技士業務(透析装置の不具合対応)を模した実験を実施し、分析の枠組みを構築した。この枠組みはステップ1:透析装置の挙動、不具合原因に関するエキスパートの知識構造を考慮した人間情報処理の特徴の同定、ステップ2:注視点解釈のためのデータ解釈のフローの構築、およびステップ3:注視点データの計測と解釈の実施といった3つのステップから構築される。この方法論の適用によって、臨床工学技士個人レベルでの技能評価を実施した。ここでの手続きの詳細は文末に示す論文[1]に説明がある。本報告書ではこれらの中でも特にキーとなるステップ2のデータ解釈のフローを以下に示す。このフローは、測定される注視点を、他の行動データ

から読み取れるタスク関連情報からどのように解釈するのか、その優先順位と方針を明示したものである。このフローに従い、眼球運動データを含む行動データから認知タスクが精緻に記述される。



ここで構築した分析の枠組みに対してその妥当性をチェックするために、8名の被験者が参加する不具合対処実験を実施し、そこで得られる被験者の行動データならびに眼球運動データに適用した。本分析方法の適用によって実現された精緻な認知タスク記述によって明らかになった不適切行動とその理由となっている不十分な知識に関する知見を例として以下の表に示す。このように、外的に観察できるデータから、個別の知識に関する問題を言及できるようになっている。

不適切なタスクゴールのうち問題を含むと推測された認知	指し示す知識の不足（該当する技士）
脱気ポンプの内部に異常がないか探す	ハーネスの先の接続不良が脱気ポンブロック警報を引き起こすメカニズム(E3)
逆止弁のポペットバルブの向きを確認する	エアフィルタのつまりがSV41 テスト不合格を引き起こすメカニズム (E2~E4)
発信電極ケーブルに異常がないか確認する、入口接手組立を確認する	バルブボディの変形が除水ポンプ締め切り警報を引き起こすメカニズム (E2~E5, E7)

[1] 川淵愛子, 青木洋貴, 鈴木聡: 透析装置の不具合対処における診断プロセスのタスク記述と潜在的な改善点抽出のための試験的適用, 日本経営工学会論文誌, Vol. 70, No. 1, pp. 35-52, 2019.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 青木洋貴, 関駿太, 西間木啓行, 鈴木聡, 青木真希子	4. 巻 55
2. 論文標題 乳児のてんかん様動作に対する臨床推論時の知覚パターン 経験の異なる看護師・初学者間の比較研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 人間工学	6. 最初と最後の頁 200 ~ 211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
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 -

1. 著者名 川淵 愛子, 青木 洋貴, 鈴木 聡	4. 巻 70
2. 論文標題 透析装置の不具合対処における診断プロセスのタスク記述と潜在的な改善点抽出のための試験的適用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本経営工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 35 ~ 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11221/jima.70.35	査読の有無 有
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 -

1. 著者名 川淵愛子, 青木洋貴, 鈴木聡	4. 巻 70 (1)
2. 論文標題 透析装置の不具合対処における診断プロセスのタスク記述と潜在的な改善点抽出のための試験的適用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本経営工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 35-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
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 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 川淵愛子, 青木洋貴, 鈴木聡
2. 発表標題 熟練技士の認識を援用した透析装置の異常診断プロセス評価による方略と知識の抽出
3. 学会等名 平成30年度日本人間工学会大会予稿集
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青木洋貴, 関駿太, 鈴木聡, 青木真希子
2. 発表標題 乳児のてんかん様動作の診断における視覚的情報知覚パターン 経験による推論プロセスの違い
3. 学会等名 平成30年度日本経営工学会秋季研究大会予稿集
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	鈴木 聡 (Suzuki Satoshi) (20586028)	神奈川工科大学・工学部・教授 (32714)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関