

一般口演 | 知識工学

一般口演10 知識工学

2019年11月23日(土) 09:00 ～ 11:00 C会場 (国際会議場 2階国際会議室)

[3-C-1-08] モーションキャプチャーとタスクオントロジーを用いたマンモグラフィ撮影における暗黙知のモデル化

○谷川原 綾子^{1,2}、井上 剛³、北川 剛³、山品 博子²、鈴木 哲平⁴、藤原 健祐²、小笠原 克彦²（1. 北海道科学大学保健医療学部, 2. 北海道大学大学院保健科学研究院, 3. 中村記念病院放射線診断科, 4. 北海道教育大学岩見沢校）

キーワード：Motion Capture, Task Ontology, Mammography, Examination technique, Verbalization

【背景】マンモグラフィ撮影技術の習得には豊富な知識や経験が必要であるが、言葉で表現できない暗黙知が多く含まれており、技術継承を効率的に進めることが難しい。そこで、これまでマンモグラフィ撮影技術を体系化したタスクオントロジーの構築を進めてきた。本オントロジーは、ブレインストーミングから撮影プロセスを収集したため、暗黙的な知識を十分に明示化することに限界があった。そのため、本研究ではモーションキャプチャーによる動作解析から暗黙知を取り込んだタスクオントロジーを構築することを試みた。

【方法】マンモグラフィ検査の経験のある技師3名に技師役、マンモグラフィ撮影経験のない学生に患者役をお願いし、マンモグラフィ撮影装置のある環境で実際の撮影現場を再現した。患者役は、乳房ファントムを装着した。技師役は、慣性式モーションキャプチャーセンサーを全身に装着し、患者役に対して、臨床と同様のポジショニング動作(着替え終了から乳房圧迫)を実施した。技師役の各関節の動作データから角速度を算出し、関節の運動方向(外旋、回内等)のラベル付けを行った。次に、先行研究にて構築されたタスクオントロジーと関節の運動部位と方向を合わせたクラス(左手関節の屈曲など)の関連付けを行った。新たなプロパティとして「hasMotion」を導入し、関節運動のモデル化を行った。構築したモデルの妥当性は診療放射線技師2名が確認した。

【結果・考察】先行研究にて構築されたタスクオントロジーの6つのタスクに平均10.3個の「hasMotion」が記述された。ブレインストーミングで表出された1つのタスクには、複数の関節運動から構成されており、この結果は暗黙的な技術が表現されたものとする。タスクを遂行するために必要な関節動作の明示化はタスク間の共通する関節動作や差異が明示化され、この知見は医療者の効率的な技術習得への一助となると考える。

モーションキャプチャーとタスクオントロジーを用いたマンモグラフィ撮影における暗黙知のモデル化

谷川原綾子^{*1,2}、井上剛^{*3}、北川剛^{*3}、山品博子^{*2}、鈴木哲平^{*4}、藤原健祐^{*5}、小笠原克彦^{*2}

*1 北海道科学大学保健医療学部、*2 北海道大学大学院保健科学研究所、*3 中村記念病院放射線診断科

*4 北海道教育大学岩見沢校、*5 小樽商科大学大学院商学研究科

Modeling of Implicit Knowledge in Mammography Examination Process using Motion Capture and Task Ontology

Ayako Yagahara^{*1,2}, Gou Inoue^{*3}, Tsuyoshi Kitagawa^{*3}, Hiroko Yamashina^{*2}, Teppei Suzuki^{*4}, Kensuke Fujiwara^{*5}, Katsuhiko Ogasawara^{*2}

*1 Hokkaido University of Science, *2 Hokkaido University, *3 Nakamura Memorial Hospital,

*3 Hokkaido University of Education, Iwamizawa Campus, *5 Otaru University of Commerce

One of the most important and difficult aspects of breast cancer detection is positioning the breast of patients in mammography examination. The purpose of our study was to construct a model of mammography examination process for clarifying implicit knowledge (radiologic technologist's motion) using motion capture and task ontology we constructed. We recruited 6 volunteers (three radiologic technologists and three students who took roles of patient). Students wore a breast phantom and technologists put 31 motion capture sensors on the body. Motion capture data of mammographic positioning taken by technologists were collected and calculated angular velocities. Then types of body movements (TBM) were identified using the angular velocities. A technologist mapped the TBM to six mammography positioning classes in the task ontology and constructed an ontology including TBM and the relationships was described by "hasMotion". The constructed model had 62 "hasMotion" properties, and each positioning classes had 7~15 "hasMotion" properties. The verbalization of joint movements using motion capture showed the multiple joint movements in each positioning and changes in continuous movement in each joint.

Keywords: Motion capture, Task ontology, Mammography, Examination technique, Verbalization

1. 緒言

現在までに、我々は、マンモグラフィ撮影技術の暗黙知をモデル化したタスクオントロジー¹⁾の構築を行ってきた。これまで、ポジショニング技術（乳房の位置合わせや乳房圧迫）と臨床画像評価（乳房とその周辺の解剖学的構造の描出や画質）の関係について記述してきた。しかし、ポジショニング技術はブレインストーミングにて収集したため、カンやコツを初学者に理解可能な言葉で表現することは困難であった。そこで、本研究では、暗黙知を含めた関節動作を表現したモデルを構築することを目的とし、モーションキャプチャーにより動作を言語化し、これまで構築してきたタスクオントロジーに動作を組み込むことを試みた。

2. マンモグラフィ撮影技術タスクオントロジー

これまで構築したマンモグラフィ撮影技術タスクオントロジーの概要を説明する。上位クラスには、マンモグラフィ撮影技術を表現した「タスク」と、撮影後のマンモグラフィ画像の解剖学的に描出すべきポイントや画質の基準を示した「臨床画像評価基準」の2つのクラスが存在する。「タスク」には 159 のサブクラス、「臨床画像評価」には 16 のサブクラスが存在する。「タスク」のサブクラス間では「isPerformBefore」等のプロパティを導入することでタスクの実施する順番が記載されている。また、「タスク」の良し悪しがマンモグラフィ画像に影響を及ぼすため、「タスク」と「臨床画像評価」の間には「isAffectedBy」というプロパティを設定した(図1)。推論機構を用いると、マンモグラフィ画像において「臨床画像評価」の基準を満たしていない項目があるときに、修正すべき「タスク」が提示される。

3. 方法

研究の流れは、1)モーションキャプチャーによるマンモグラフィ撮影動作の収集と動作の言語化、3)先行研究で構築した

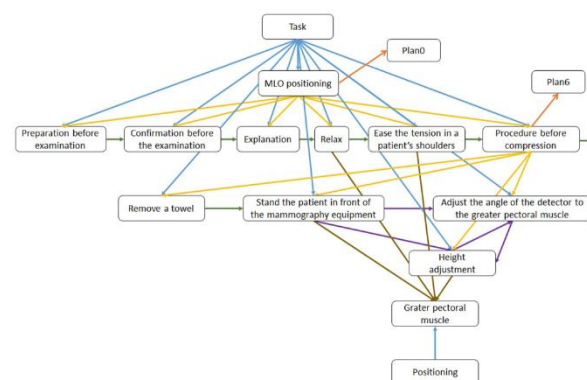


図1 構築されたオントロジー¹⁾

(青矢印: is-a 関係, 橙矢印: hasPlan, 黄矢印: isAchievedBy, 茶矢印: isAffectedBy, 緑・紫矢印: isPerformedBefore)

タスクオントロジーへのマッピングとした。

3.1 マンモグラフィ撮影動作データの収集と動作の言語化

検診マンモグラフィ撮影認定診療放射線技師を取得している技師 3 名に技師役、マンモグラフィ撮影経験のない学生に患者役を依頼した。対象とした撮影法は左乳房の内外斜位方向撮影とし、データ取得は患者の着替え終了後から、乳房圧迫完了までとした。データ解析の際の検証用に、機器の周囲に 3 台カメラを設置し動画を取得した。使用したマンモグラフィ装置は HOLOGIC LORAD M-IV (日立メディコ製)であった。技師役は、モーションキャプチャセンサを左右の上腕、前腕、大腿、下腿などに 31 個のセンサを装着した。患者役は

乳房ファントム(トールスファントム)を装着した。技師役は、患者役に対して、臨床現場と同様のマンモグラフィ撮影動作を実践してもらい、各関節の角速度データを取得した。この角速度データから関節の運動方向(外旋、内旋、伸展、屈曲など)を同定した。モーションキャプチャーによるデータ取得には、Perception neuron (Noitom 社製)を使用した。

3.2 タスクオントロジーへのマッピング

まず、運動方向の関係性を記述したオントロジー(以下、運動方向オントロジー)を構築した。最上位クラスに「運動方向」を設定し、その下位クラスには、既存の解剖学オントロジーである Foundational Model of Anatomy²⁾を参照し、「屈曲」、「伸展」、「回内」、「回外」などの運動方向を記述した。その下位クラスには、「関節可動域表示並びに測定法」を参考に「肩関節」、「肘関節」等の部位と運動方向を組み合わせた「右肩関節の内旋」、「左手関節の背屈」などの概念を作成した(図2)。

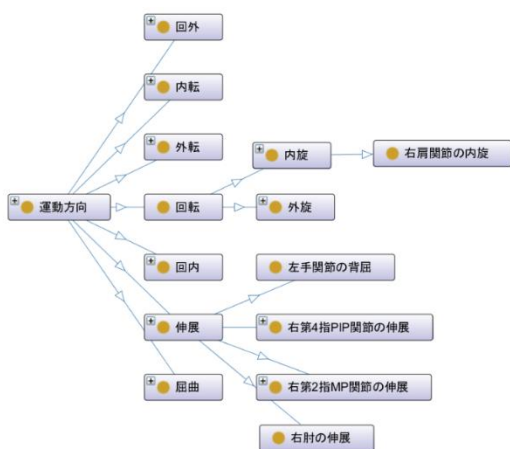


図2 運動方向オントロジーの階層構造(一部抜粋)

次に、モーションキャプチャーデータから生成された CG とビデオカメラの動画を確認し、先行研究にて構築されたタスクオントロジーの「タスク」へ運動方向のマッピングを行った。先行研究のオントロジーでは「タスク」が約 160 クラス記載されたが、その中から本研究での取得したデータに対応する 13 タスクを抽出した。さらに、この 13 のタスクから 3 名の技師 3 が実施したタスクを抽出した。この中で、2 名以上の技師より確認された関節動作をそのタスクで実施された関節動作とした。運動方向の同定の際には動画データも参照した。

上記で同定された関節動作をと先行研究にて先行研究にて構築されたタスクオントロジーの「タスク」と運動オントロジーの最下位クラスの関係性(プロパティ)の記述を行い、医療身体動作モデルを構築した。タスクと運動オントロジーの最下位クラスのプロパティとして、新しく「hasMotion」導入した。オントロジー構築には、オントロジーエディタ Protégé 5.5.0 を使用した。

4. 結果・考察

取得されたモーションデータは平均 56.7±5.8 秒であった。3 名の技師が実施したタスクは 13 タスク中 6 タスク(46%)であった。運動方向オントロジーは、最大 4 階層、全 100 クラスが記載された。この運動方向オントロジーとポジショニングの関係の記述において、プロパティ「hasMotion」は 62 記述され、1 つのタスクに対して、7~15 の運動方向オントロジーの下位ク

ラスが紐づけられた(表 2)。1 つのタスクには 1 つの関節運動ではなく、複数の運動から構成されていることが明らかとなった。例として、「乳房を圧迫する」という動作には 11 つの関節運動が紐づけられ、それは、「右前腕の回内」、「右母指 IP 関節の屈曲」等であった。

加えて、「圧迫する」と「圧迫しながら手を上方に抜く」というタスクを比較してみると、共通する運動は「右前腕の回内」のみであった。一方、手指の動きについて、前者では「屈曲」動作、後者では「伸展」動作が行われていた。この 2 つのタスクは連続した動作であるため、このプロセスの間では、手指の屈伸動作が行われていることが明らかとなった(図 3)。

表 1 抽出されたタスクと hasMotion の数

タスク	hasMotion の数
受診者の大胸筋の角度に受像器を傾ける	15
受診者の検側側の肩に技師の同側の手を乗せる	9
乳房を持ち上げる	9
胸壁端を固定する	11
乳房を圧迫する	11
圧迫しながら手を上方に抜く	7

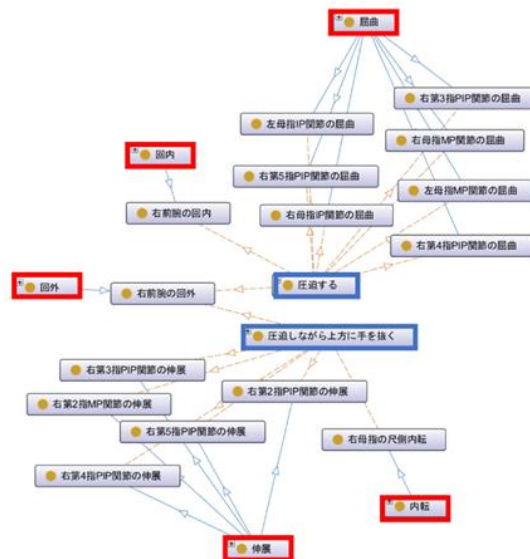


図3 構築されたオントロジー(一部抜粋)

赤枠は運動方向の上位概念、青枠はタスクを示す。青矢印は is-a 関係、黄矢印は hasMotion 関係を示す

謝辞

本研究は、2018 年度立石科学技術振興財団研究助成(A)の受けたものです。

参考文献

- 1) Yagahara A, Yokooka Y, Jiang G, et al. Construction of Mammographic Examination Process Ontology Using Bottom-up Hierarchical Task Analysis. Radiol Phys Technol. 2018 Mar;11(1):73-81.
- 2) Rosse C, Mejino JL. A reference ontology for biomedical informatics: the foundational model of anatomy. J Biomed Inform. 2003;36(6):478-500.