

医学教育用ヒューマノイドの開発

研究代表者 高西 淳夫
(創造理工学部 総合機械工学科 教授)

1. 研究課題

近年、世界的にシミュレーション医学教育が注目されている。これは、医学教育シミュレータと呼ばれる患者の体の一部または全身を再現した模型を用いて、臨床手技トレーニングを行う手法である。現在、さまざまな医学教育シミュレータが市場に存在するが、より高性能で、精巧に人体を模した医学教育シミュレータに対するニーズは大きい。そこで申請者らは、第1期ならびに第2期のプロジェクト研究において、ヒューマノイド技術を応用した革新的な医学教育シミュレータの開発に取り組んできた。ここでは、NEDO「イノベーション実用化ベンチャー支援事業」ならびに中小企業庁「戦略的基盤技術高度化支援事業」による支援のもと、株式会社京都科学と共同でさまざまな医学教育シミュレータの開発に取り組んできた。そして縫合手技評価シミュレータとEDAMシミュレータの上市を実現した。

第3期では、世界標準を目指した新たな医学教育シミュレータの開発に取り組んでいる。具体的にはWHOが提唱する医学教育カリキュラムでの使用に主眼を置いて、全身型患者シミュレータの開発に取り組んでいる。WHOは特に、医学教育に品質保証の考え方を導入し、学生個人や教育カリキュラムそのものを十分に評価し、常にカリキュラムの改善を進めることを提唱している。これに対応するにはシミュレータに訓練者の手技を定量的に計測し、データベースに保存する機能が求められる。このようなニーズを受けて、株式会社京都科学と共同で、インタラクティブ・チュートリアル・システムの開発に取り組んでいる。インタラクティブ・チュートリアル・システムとは、シミュレータに埋め込まれた各種センサで手技を計測し、評価や助言提示を行うシステムである。現在、これらの機能を備えた、新生児蘇生法(NCPR)のトレーニングのための新生児シミュレータならびに触診手技トレーニングのための乳房シミュレータの開発を進めている。

2. 主な研究成果

2018年度は、2017年度の研究成果を発展させ、図1に示すような自発呼吸の再現、および胸骨圧迫による人工呼吸のトレーニングが可能な新生児シミュレータを開発した。このシミュレータの腹部には、線状形状記憶合金(SMA)アクチュエータで駆動される駆動メカニズムが実装されており、これによって新生児が自発呼吸をする際に見られる腹部の挙上を再現する。SMAアクチュエータは駆動音を一切発生させずに駆動することが可能であるため、聴診に悪影響を及ぼすことがない利点がある。このシミュレータの胸部には、胸骨圧迫を行った際に適度な反力を発生させる胸骨メカニズムと、その際の圧迫力を計測する力センサが実装されている。これにより、胸骨圧迫手技の定量的な計測が可能となっている。またこれらすべては、脚部に内蔵されたバッテリーから供給される電力で駆動することが可能となっている。

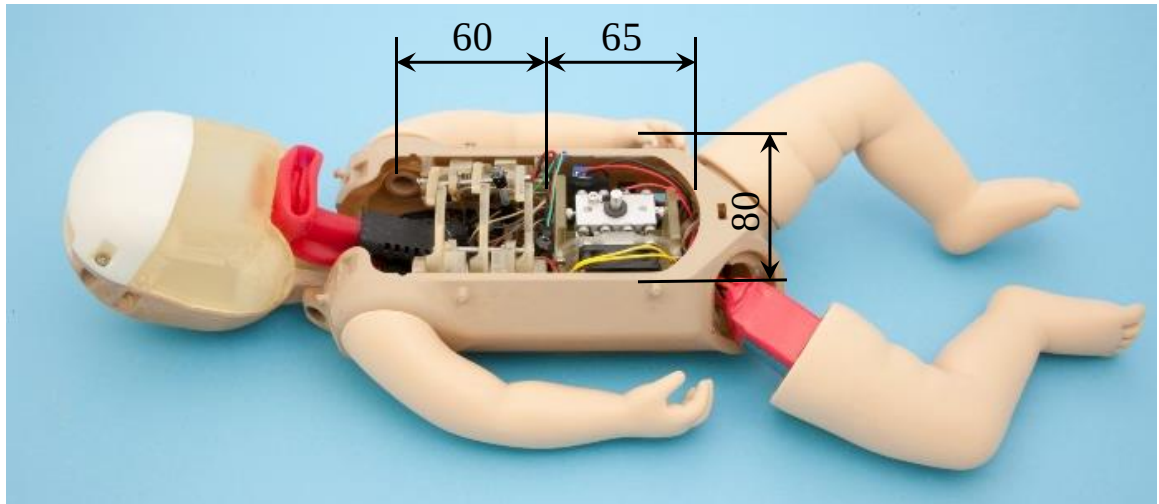


図1 新生児シミュレータ（寸法単位：mm）

触診手技の訓練のための乳房シミュレータを開発した。まず、磁性流体を用いて磁力によって硬度を変化させる腫瘍モジュールを開発し、これを用いて乳房シミュレータを開発した。このシミュレータでは、内蔵されたステッピングモータによって磁石と磁性流体の距離を変化させることで、腫瘍モジュールの硬度を変化させることが可能となっている。図2に示すように、開発したシミュレータの妥当性について熟練医にヒアリングを行ったところ、有用であるとの意見が得られた。



図2 乳房シミュレータへの模擬触診

3. 共同研究者

梅津光生（早稲田大学理工学術院 教授）

伊関 洋（早稲田大学理工学術院 教授）

石井裕之（早稲田大学理工学術院 准教授）

Sarah Cosentino（早稲田大学理工学術院 准教授）

Zecca Massimiliano（ラフバラー大学（UK） 教授）

4. 研究業績

4.1 学術論文

Takuya Otani, Kenji Hashimoto, Takaya Isomichi, Akira Natsuhara, Masanori Sakaguchi, Yasuo Kawakami, Hun-ok Lim and Atsuo Takanishi, “Trunk motion control during the flight phase while hopping considering angular momentum of a humanoid,” Advanced Robotics, Vol. 32, Issue 22, pp. 1197-1206, 2018.

Qing Shi, Chang Li, Kang Li, Qiang Huang, Hiroyuki Ishii, Atsuo Takanishi, Toshio Fukuda, A Modified Robotic Rat to Study Rat-like Pitch and Yaw Movements, IEEE/ASME Transaction on Mechatronics, 2018

4.2 総説・著書

橋本健二, 高西淳夫, “災害対応を目的とした四肢ロボット WAREC-1 の開発,” 設計工学, Vol. 54, No. 1, pp. 9-15, 2019 年 1 月.

4.3 招待講演

石井裕之, ロボットを用いたラットの行動研究と薬剤開発への応用, 第 72 回日本口腔科学会学術集会シンポジウム

4.4 受賞・表彰

高西淳夫, 2018 年度早稲田大学リサーチアワード大型研究プロジェクト推進

梅津光生, 医療イノベーションを加速させる革新的非臨床評価法の開発, 2018 年度早稲田大学大隈記念学術褒賞

石井裕之, 人間および動物に行動変容を促すロボットに関する研究, 平成 30 年度科学技術分野文部科学大臣表彰若手科学者賞

石井裕之, 2018 年度早稲田大学リサーチアワード国際研究発信力

4.5 学会および社会的活動

高西淳夫, 日本 IFToMM 会議, 実行委員長

高西淳夫, 日本ロボット学会, 監事

高西淳夫, 日本咀嚼学会, 常任理事

5. 研究活動の課題と展望

今後は、各診療科の指導医と連携し、開発した各シミュレータの妥当性の検証を進める。特に新生児シミュレータについては、トレーニングカリキュラムへの導入について、詳細に検討する。その結果をもとに、株式会社京都科学と共同で研究成果の早期実用化を目指す。