遠隔救急エコー診断のための体幹装着型 4 自由度ロボット: FASTele-1 の開発

Development of a Patient Body-Wearable 4-DOF Robot for Emergent Tele-Echo Guided Diagnosis

岩田浩康¹, ○伊藤慶一郎², 遠藤嘉将², 菅野重樹²
太田源一郎³, 野一色泰晴⁴, 中村京太⁵, 竹内良平⁶

1. 早稲田大学 高等研究所, 2. 早稲田大学 創造理工学研究科
3. 早稲田大学大学院 国際情報通信研究センター, 4. 横浜市立大学大学院医学研究科
5. 横浜市立大学医学部附属市民総合医療センター 高度救命救急センター, 6. 横浜市立大学医学部整形外科

Hiroyasu IWATA¹ OKeiichiro ITO² Yoshimasa ENDO² Shigeki SUGANO²
Genichiro OHTA³ Yasuharu NOISHIKI⁴ Kyota NAKAMURA⁵ and Ryohei TAKEUCHI⁶

1. Waseda Institute for Advanced Study, Waseda University (WIAS)
2. Graduate School of Creative Science and Engineering, Waseda University
3. Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies, Waseda University
4. Yokohama City University School of Medicine
5. Critical Care and Emergency Center, Yokohama City University Medical Center
6. Department of Orthopedics Surgery, Yokohama City University School of Medicine

1. はじめに

外傷初期段階では、診断箇所を 4 部位に絞り、ショック原因を探索する迅速簡易超音波診断法(FAST)が有効となる^{1,2)}。そのため現場から体腔内の実時間映像を遠隔地医師に伝送し、早期診療を支援できる超音波診療システムの実現が望まれる。こうした潜在的ニーズを踏まえ、本研究では、RT を用いて外傷患者の発見から蘇生治療までを支援する以下の未来医療シナリオを提案する: i) 現場に居合わせた専門知識のない人 (以下, By Stander と呼称) が街中に設置された診療端末を患者の下へ搬送; ii) モニタに映し出される提示図を参考に装着; iii) 遠隔地医師は診療端末の駆動部を遠隔操縦することで FAST・ショック原因探索を行う。本稿では、このシナリオを実現する上でキーとなる診療端末部に着目し、遠隔操作式小型超音波診断ロボット(以下, FASTele-1 と呼称)の設計・製作ならびに評価実験を行ったので報告する。

2. 遠隔救急 FAST ロボットの設計

2.1 機能的要求

遠隔救急 FAST ロボットは、以下の機能を備えておく必要がある。
①FAST 診断する 4 箇所へのプローブ押当てが可能; ②患者の体動・体型差に適応可能; ③小型でポータブル; ④By Stander による装着が可能。ここで、②に関しては、体表面の凸凹や体型差に適応でき、かつ「荒い呼吸」などに伴う体動が発生した場合にも、装着状態が乱れない工夫が必要となる。

2.2 FASTele-1 の構造設計

体表設置型は、地面設置型と比べ圧倒的に体動に適応しやすく、また患者の体型差によらず容易に装着できる。さらに体動が生じても、患者がロボットから過剰な負荷を受けにくく、安全である。こうした利点を重視し、体幹に固定する体表設置方式を採用した。さらに小型・軽量化を達成するために、頭尾方向の並進 1 自由度、ピッチング・ローリングの回転 2 自由度、さらに体表法線方向に圧縮ばねを設置した並進 1 自由度の

Fig.1 Portable tele-echo guided diagnosis RT: Fastele-1

計 4 自由度構成とした(Fig.1)。その結果、体格は縦 200×横 200×高さ 120[mm]、重量は 2[kg]に収めることができ、人による搬送が可能な装置の実現に成功した。

3. 評価試験

体型差のある被験者 3 名(BMI:28, 22, 18)に FASTele-1 装着実験を行った。その結果、素人でも診断部位の 4 箇所迅速に装着できると共に、被験者に体動が生じた際にも、エコー画像に大きな変動は認められず、体幹装着型構造の有効性が示された。また被験者に対し、遠隔カメラ・エコー映像のみを頼りに、専門医に FASTele-1 を操作してもらった結果、約 3 分程度で所望のエコー映像を描出できることがわかり、ばねによる押付構造の有効性も確認された(Fig.2)。

Fig.2 Experimental setup for emergent tele-echo

4. まとめ

外傷初期段階におけるショック診療において新たなエコー診療シナリオを設定した上で、患者装着型の診断端末 FASTele-1 の設計手法について述べた。また、評価実験を通じて、FAST が実現可能であることを示し、本設計手法の有用性を確認した。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学技術振興調整費「若手研究者の自立的研究環境整備促進」早稲田高等研究所「ニュー・トラックプログラム」の支援を受けて行われました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 横田順一郎他. 外傷初期診療ガイドライン JATEC. 第 2 版. 東京都中野区中野 2-2-3:ヘルス出版, 2005.
- 岩田浩康, 伊藤慶一郎他. 遠隔救急治療のための体幹装着型ポータブル超音波診断ロボット FASTele-1 の開発. ロボティクス・メカトロニクス講演会 講演概要集 2008;No08-4:86-89.