

ファジィ制御による脳温管理自動化システムに関する検討

○若槻琢也, 檜木智彦, 若松

東京医科歯科大学保健衛生学研究科生体機能支援システム

Automatic Fuzzy Control of Brain Temperature for Hypothermia

Takuya WAKATSUKI, Tomohiko UTSUKI, Hidetoshi WAKAMATSU

Department of Biophysical System Engineering, Graduate School of Health Sciences,
Tokyo Medical and Dental University

1. はじめに

重度脳損傷時に行われる脳低温療法は、療期間が長期にわたる上に、脳温管理は厳密さが要求される¹⁾。現在、脳温管理は医療従事者により用手的に行われているが、医療従事者に多大なストレスを強いる上に、脳温管理の精度は医療従事者個々人の技術と経験に依存する。そこでより厳密な脳温管理を実現し、医療従事者の労力を軽減するために脳温管理の自動化についての研究を行い、これまでに最適適応制御を用いた脳温管理の自動化の可能性を示した^{2,3)}。しかしながら、その操作にあっては、医療従事者の経験に必ずしも合致しない結果が得られている。そこで本論文では、より医療従事者の経験を反映できるファジィ制御により、脳温管理の自動化の可能性を検討してみる。

間、循環流量変化、頭部代謝率変化、室温変化、ブランケットの接触条件変化、体部代謝率変化を与えた。

制御結果 Fig.2 に示す。目標脳温によく追従し、外乱を加えなかった場合、誤差は0.3[°C]未満の範囲で制御できた。また、外乱によって脳温が乱されても、約1時間で収束することがわかった。

よって、ファジィ制御による脳温管理の自動化が十分に可能であると考えられる。

ところで、現 Fuzzy controller-2 に適応能力は備えてはいないが、これを実装することにより医療従事者が行っている方法に近づくことができ、個人差に影響されない制御が可能になると考えられる。

2. 制御方法

脳温管理を行う上で医療従事者は、まず一般的な患者を想定し操作を行い、そして個人差に対処していると考えられる。よって、設計する制御系も一般的な脳温特性により大まかな入力を決め、そして患者の個人差に対して入力の微調整を行う制御系を設計した。制御系のブロック線図を Fig.1 に示す。Subsystem-1 は一般的な患者の特徴モデルを用い、目標脳温に追従させるよう水温を決定し、Subsystem-2 で微調整を行う。Subsystem-1, 2 のコントローラは共にファジィ制御を行っている。Fuzzy controller-1 は目標脳温 $R(k)$ と特徴モデルの脳温 $T_{brain}^{ch}(k)$ との差 $e(k)$ と $e(k)$ の時間的偏差 $\Delta e(k)$ を入力し、出力に水温の変化量 $\Delta u(k)$ を出力とした。Fuzzy controller-2 については特徴モデルの脳温 $T_{brain}^{ch}(k)$ と患者の脳温 $T_{brain}(k)$ との差 $\varepsilon(k)$ と $\varepsilon(k)$ の時間的偏差 $\Delta \varepsilon(k)$ を入力し、補正值の変化分 $\Delta v(k)$ を出力とした。

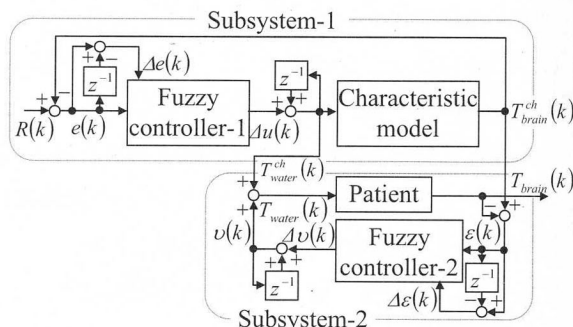


Fig.1 Block diagram

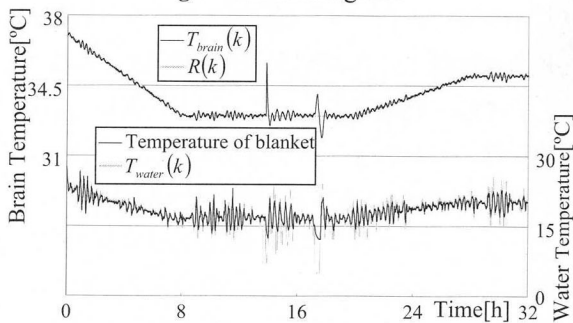


Fig.2 Result

3. 実験方法・結果及び考察

制御性能を確認するために、人間の脳低温療法時における脳温の特性を模倣した人形^{2),3)}を用いて実験を行い、32時間にわたる人形脳温の目標脳温に対する追従性及び収束性を確認した。また外乱に対する収束性を確認するために、実験開始後12時間から20時間の

参考文献

- 1) 林成之: 脳低温療法—重症の脳障害患者の新しい集中治療法. 医学書院, 東京, 1995
- 2) 陸高華, 若松秀俊: 脳低温療法のための脳温自動制御シミュレータ. 日本脳死・脳蘇生学会機関紙, 16(1): 62-68, 2004
- 3) 若松秀俊, 檜木智彦: 脳低温療法のための自動制御システムとその性能. 日本臨床生理学雑誌, 34(4): 229-238, 2004