

氏名(本籍)	こ さか りょう 小 阪 亮 (大阪府)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 3696 号		
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	サイバニック人工心臓のための体循環系生理パラメータ同定に関する研究		
主 査	筑波大学教授	工学博士	山 海 嘉 之
副 査	筑波大学教授	工学博士	安 信 誠 二
副 査	筑波大学教授	工学博士	白 川 友 紀
副 査	筑波大学助教授	博士(工学)	葛 岡 英 明
副 査	筑波大学助教授	博士(工学) 博士(医学)	星 野 聖

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文では、無侵襲的に生理情報や人工心臓の情報を捉え、異常の検知や生体の管理を行うことのできる知能化・機能化されたサイバニック人工心臓の中核となる体循環系生理パラメータ同定法の提案を行い、動物実験と臨床試験によってその有効性を検証することを目的としている。本手法で同定される生理挙動は、大動脈圧や血液流量などの計測情報からは直接捉えることが困難な生体内部の情報であり、生理学的側面からの研究支援環境の提示、新たな生理知見の情報提示、臨床現場での活用などの応用が考えられる。

高位循環中枢により調節される血管運動を捉えるために動脈慣性、動脈抵抗、動脈コンプライアンス、末梢血管抵抗の4つの血管パラメータで表された体循環系生理モデルを構築している。この生理系モデルは、サイバニック人工心臓により計測可能な大動脈圧と血液流量を利用してモデル内の血管パラメータを逐次更新する構造となっており、時変パラメータによる非線形生理モデルとなっている。各種パラメータのオンライン同定理論として、デルタオペレータによる同定手法を採用している。また、高位循環中枢の生理挙動として体循環系生理モデルの周波数特性に着目し、体循環系共振周波数の逐次同定法を構築している。生理学的には、この体循環系の共振周波数は体循環系に最も効率的に血液を送ることのできる拍動周波数と考えられるが、この共振周波数は、体循環系血管パラメータの同定法により逐次同定される動脈慣性、動脈抵抗、動脈コンプライアンス、末梢血管抵抗の4つの血管パラメータによって、体循環系の循環動態の利得が最も大きくなる周波数である。体循環系を模擬した計算機シミュレーションと模擬循環回路でのモック実験により、その有効性を確認している。本手法を、人工心臓を植え込んだ羊の長期動物実験に適用し、体循環系生理パラメータの挙動を観測している。その結果、同定された血管パラメータの挙動から、計測情報からは観測困難な生体内部の血圧制御機構や動物実験末期に生じた循環血液量の減少による脳の虚血状況に対する生理挙動を捉えている。更に、心臓の拍動は、体循環系に最も効率的に血液を送ることのできる共振周波数を利用して、本研究で提案する手法の有効性と広がりについてまとめている。

審査の結果の要旨

従来、高位循環中枢により調節される循環系の挙動を捉えることは困難とされてきたが、本研究では、この循環系の生理挙動を捉えるために、動脈慣性、動脈抵抗、動脈コンプライアンス、末梢血管抵抗の4つの血管パラメータで表された体循環系生理モデルを構築し、これらを用いて、サイバニック人工心臓の中核をなす生理系オンラインパラメータ同定法を構築し、拍動系を含む共振周波数にも着目した解析を行っている。これらの手法は、従来実現されていなかった手法であり、有用性の高い研究であると判断される。研究面においても、また、実用面においても有用な研究である。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。