


## 学位論文の要旨

専攻名	工学研究科 環境工学	ふりがな氏名	かねこ むつお 金子 陸雄	
学位論文題目	心電図の形態分類と診断方式に関する研究 (A Research of Morphological Classification and Diagnosis Methods for Electrocardiogram)			
<p>心電計は心臓の検査には欠かせない検査機器として広く普及している。しかし、心電図波形の診断にはかなり専門的な知識が必要であるため自動診断プログラムが開発され、臨床現場で使用されている。現在最も普及している心電図検査は安静時 12 誘導心電図検査と、ホルター心電図検査である。安静時 12 誘導心電図検査は、12 の誘導を記録することにより、心臓全体の異常を検査することを目的としている。しかし、12 の誘導だけでは見落とす心臓異常もあり、より正確な診断を行うためには、心臓全体をカバーできる様な空間的情報が必要とされている。ホルター心電図検査は、日常生活中心電図を長時間記録することにより、心臓異常を捉える検査である。しかし、24 時間と情報量が多いため目視での異常部分の抽出には限界があり、自動解析機能が必要とされるが、正確に形態分類、診断できていないのが現状である。</p> <p>12 誘導心電図での空間的情報量の不足による異常心電図の見落としに対しては合成心電図法を用いた。12 誘導心電図から、XYZ 成分を求め、それを体表面上に写像することにより、体表面上任意位置の誘導の心電図を推測 (合成心電図法) した。更に、自動診断機能を組み合わせることにより、異常心電図を推測するシステムを開発した。12 誘導心電図だけでは捉えきれない、心臓突然死と関連の深い異常心電図である Brugada 型心電図への応用を行った。その結果、合成心電図と実記録心電図の相関は、健常者で 0.8 以上、Brugada 症候群で 0.7 以上であった。また、12 誘導心電図に合成心電図を加えた Brugada 型心電図の自動検出感度は、従来の標準 12 誘導心電図での 68.2% から 84.8% まで向上した。以上の結果から、本方式により空間的情報を追加し、異常心電図を推測することが可能と考えられた。</p> <p>時間的情報量の大きなホルター心電図での、形態分類方法の限界に対しては、定性属性と二階層の自己組織化マップ(SOM)を用いた。定性属性を用いて心電波形の部分毎の特徴ベクトルを抽出し、形態分類に二階層 SOM を用いる自動分類システムを開発した。MIT-BIH 不整脈データベース 33,362 心拍を用いて評価した結果、分類エラー率は従来法である相関係数法が 0.75%、新たに開発した定性属性と二階層 SOM による方法が 0.41% となり、ノイズや波形変動のある心電図でも安定で正確な自動形態分類を実現できた。</p> <p>ホルター心電図での診断方法の限界に対しては、特徴抽出として、離散ウェーブレット変換を採用した。二階層 SOM と組み合わせることにより、心電図の一般的診断モデルを構築した。MIT-BIH 不整脈データベース 14,384 心拍を用いて評価した結果、診断エラー率は 2.01% であった。従来型の相対比較診断のエラー率は 5% 程度であり、本方式が相対比較診断に代わる診断モデルとして、従来以上の精度向上を達成することが確認できた。</p> <p>以上から、空間的情報の追加、特徴抽出と分類方法の向上、診断モデルの構築を達成することができ、より精度の高い心電図の分類・診断システムを開発することができた。</p>				

## 学位論文審査結果の要旨

専攻	環境工学 専攻	氏名	金子睦雄
論文題目	心電図の形態分類と診断方式に関する研究		
主査	末田直道		
審査委員	藤田米春		
審査委員	越智義道		
審査委員	西野浩明		
審査委員	犀川哲典		
審査結果の要旨 (1000字以内)			
<p>心電計は心臓の検査には欠かせない検査機器として広く普及している。しかし心電図波形の診断にはかなり専門的な知識が必要であるため自動診断プログラムが開発され、臨床現場で使用されている。現在最も普及している心電図検査は安静時 12 誘導心電図検査と、ホルター心電図検査である。本研究ではこれら二つの心電検査の精度を向上させる方式を提案する。</p> <p>第一に、12 誘導心電図では空間的情報量の不足による異常心電波形の見落が発生する。これに対しては12 誘導心電図から、XYZ 成分を求め、それを体表面上に写像することにより、体表面上任意位置の誘導の心電図を推測し、更に自動診断機能を組み合わせることにより、心電波形異常を推測する方式を提案しシステムとして実装した。システムの精度評価のために 12 誘導心電図だけでは捉えきれない、心臓突然死と関連の深い異常心電図である Brugada 型心電図への応用を行った。その結果、合成心電図と実記録心電図の相関は、健常者で 0.8 以上、Brugada 症候群で 0.7 以上であった。また、12 誘導心電図に合成心電図を加えた Brugada 型心電図の自動検出感度は、従来の標準 12 誘導心電図での 68.2%から 84.8%まで向上したという成果が得られた。</p> <p>第二に、時間的情報量の大きなホルター心電図での、形態分類方法の限界に対しては、定性属性と二階層の自己組織化マップ(SOM)を用いた方式を提案している。定性属性を用いて心電波形の部分毎の特徴ベクトルを抽出し、形態分類に二階層 SOMを用いる自動分類システムを開発した。MIT-BIH 不整脈データベース 33,362 心拍を用いて評価した結果、分類エラー率は従来法である相関係数法が 0.75%であるのに対し、本方式では 0.41%となり、ノイズや波形変動のある心電図でも安定で正確な自動形態分類を実現できた。更に一步進めて診断方法の限界に対しては、特徴抽出として、離散ウェーブレット変換を採用し、二階層 SOMと組み合わせることにより、心電図の一般的診断モデルを構築した。MIT-BIH 不整脈データベース 14,384 心拍を用いて評価した結果、診断エラー率は 2.01%であった。従来型の相対比較診断のエラー率は 5%程度であり、従来以上の精度向上を達成することが確認できた。</p> <p>以上より本研究は心電図の形態分類及び診断に非常に有効な提案が来ている。また公聴会においても簡潔な説明があり、質疑応答でも的確な回答がなされた。このことより、審査委員会では全員一致して本論文は博士(工学)の学位に相当すると判断した。</p>			