

【学位論文審査の要旨】

近年、エボラ出血熱や新型インフルエンザ、鳥インフルエンザなど新興・再興感染症の脅威が現実のものとなっている。2009年に流行した新型インフルエンザ(H1N1)は幸い強毒化しなかったが、1918年(大正7年)に流行したスペイン風邪と呼ばれる新型インフルエンザ(H1N1)は強毒化し、日本を含む世界中で大流行して当時の世界人口20億人のうち約6億人が感染し、第Ⅱ次世界大戦の死者とほぼ等しい約5000万人が死亡している。またエボラ出血熱と鳥インフルエンザの致死率は60%を超えており、感染症の脅威は決して過去のものではない。新興・再興感染症の大流行(パンデミック)を防ぐ上で、空港や港における水際の検疫が極めて重要である。新興・再興感染症の流入を100%は防げなくても、流入を抑制することで流行のピークを遅らせることができ、流行に備える時間ができるのでパンデミックを未然に防ぐことが可能になる。現在、空港検疫所ではサーモグラフィによる発熱チェックが行われているが、サーモグラフィによる感染症患者の検出感度は、決して高くないことを元成田検疫所長が報告している。本論文では、感染症患者の検出感度向上だけでなく、刻々と感染症の種類や強毒化の度合い、重症患者の割合が変化する検疫の現場で、常に最適なスクリーニング条件をシステム自身が更新可能な学習能力を有する自己組織化マップを用いた迅速・高信頼性感染症スクリーニングシステムの構築について述べている。

本論文は、全6章で構成されており、各章の概要は以下の通りである。

第1章では、研究背景としての検疫体制の現状と迅速・高信頼性・感染症スクリーニングシステムの開発の必要性について述べている。

第2章では、呼吸、心拍、体温などの生体情報を10秒程度で取得し、迅速・高信頼性・感染症スクリーニングを行う提案システムの概要と、本システムで生体情報取得に用いられるマイクロ波レーダーの計測原理と他のセンサーに対する優位性について述べている。

第3章では、提案システムのハードウェアとソフトウェアの構成について述べている。本システムの設計目標である①機動性②デザイン性③操作性④医療従事者への二次感染防止のための非接触化について述べるとともに、試作したシステムの実験室における計測性能評価を行い、実用に耐える計測性能があることを記している。

第4章では、感染症スクリーニングに特化した健常者と感染症患者の判別法について述べている。試作したシステムで計測した呼吸数、心拍数、顔表面温度より線形判別関数、 k 最近傍法、サポートベクターマシン、自己組織化マップを用いた判別法の有効性を評価した。非線形法である k 最近傍法、サポートベクターマシン法判別関数、自己組織化マップ判別関数では、線形判別関数と比較して高精度のスクリーニング結果が得られた。この中でも自己組織化マップ判別関数は自己学習能力を有するので、スクリーニング精度の向上のみではなく、判別関数自体が常にスクリー

ニング条件を最適化するため、未知の感染症のパンデミックにも適用可能であると述べている。

第5章では、2009年から2013年までの冬季に、病院や小児科クリニック等複数の医療機関において実施した季節性インフルエンザのスクリーニングに関する臨床評価について述べている。インフルエンザウイルスの遺伝型と症状は毎年変化するため、スクリーニング精度も変化するが、自己組織化マップを用いた感染症スクリーニングシステム(感度が80%~98%)は従来のサーモグラフィのみ(感度が50%~70%)によるスクリーニングと比べ高い検出精度を達成したと述べている。

第6章は総括である。自己学習能力を持つ自己組織化マップを用いた感染症スクリーニングシステムを開発し、未知の感染症が蔓延する状況下でもシステム自体がスクリーニング条件を最適化可能なシステムを開発したこと、システム開発と同時進行で行われた4年間にわたる臨床試験でその有効性が実証されたことを述べている。

本論文は、システム開発とプロトタイプ製作、これを用いた臨床研究の全ての領域に及んでいる。一人の研究者がこれらすべてに関わることは稀であり、得られた成果は極めて大きな医工学的有益性を有すると判断される。よって本論文は博士(工学)論文に値すると認められる。

(最終試験又は試験の結果)

本学の学位規則に従い、最終試験を行った。公開の席上で論文発表を行い、学内外から多数の参加者を迎え質疑応答を行った。また、論文審査委員により本論文及び関連分野に関する試問を行った。これらの結果を総合的に審査した結果、専門科目についても十分な学力があるものと認め、合格と判定した。