



Title	RFID生体マーキングシステム
Author(s)	高畑, 裕美
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34530
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏名（高畑裕美）	
論文題名	RFID 生体マーキングシステム
<p>論文内容の要旨</p> <p>本論文では、無線通信の一つである RFID (Radio Frequency Identification) タグ技術を用いて、生体内非触知領域へのマーキングを行う新しいマーキング手法を提案する。本手法は RFID 技術の応用に留まらず、生体内部の位置及び様々な付加情報をネットワーク化し利用する新しい概念を示すものである。提案する生体マーキングシステムは、可視および触知が困難である生体内部の病変領域の位置情報を、RFID 通信技術を用いて手術時に提供する。</p> <p>これまで、X 線 CT (Computed Tomography) や MRI (Magnetic Resonance Imaging) を始めとして容易にアプローチできない生体領域内部の構造を提示する様々な手法が提案されており、生体内部の病変部位の位置推定に極めて有効であることが知られている。しかし、これらの手法では、被験者が機器内に入って検査を行うものであり、手術時に用いることは困難である。一方、病変部位に色素や金属クリップなどのマーカを配置する手法が用いられているが、臓器内部の高精度の位置検出は困難であること、ならびに、副作用、合併症の危険性があるという問題がある。</p> <p>本研究では、まず、検査時に極小 RFID タグを生体内部の病変部位近傍に留置する。次に、手術時に RFID センサを用いて RFID タグのとの間で近接通信を行い、RFID センサとタグの間の距離を測定する。さらに、複数地点で距離測定を行うことで、生体内部に留置した RFID タグの位置を推定可能かを検証する。</p> <p>提案の手法に基づいてマーキングシステムを試作し、実験によってその性能評価を行った。具体的には以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 提案手法に基づいて RFID 生体マーキングシステムを試作 RFID タグマーキングシステム試作機の有効性と性能評価 動物実験を行い、生体組織を用いた場合の性能評価 <p>この結果、生体組織を通過した信号を用いた場合でも、最大 2 mm 以下の誤差で位置測定が可能であることを明らかにした。また、動物実験による生体組織における提案システムの有効性と性能評価のために、中型犬の食道 14 ケ所、および、胃 10 ケ所への留置と位置検出検証実験を行った。その結果、食道において位置特定に必要な所用時間は平均 15.0 sec、食道粘膜面のクリップ付着位置と外膜面での検出位置の誤差距離は、長軸方向で平均 3.0 mm であることを明らかにした。また、中型犬への胃 10 ケ所への留置と位置検出検証実験を行った。その結果、位置特定に必要な所用時間は平均 31.5 sec、胃粘膜面のクリップ付着位置と外膜面での検出位置の誤差距離は、平均 8.2 mm であることから、本システムは高い精度で位置検出が可能であることを示した。</p> <p>これらの結果から本提案が生体マーキングシステムとして新しい概念であり、また、医療応用への可能性と社会的価値の高い研究であることを示す。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名（高畑裕美）		
論文審査担当者	主査 副査 副査 副査 (職) 教授 教授 教授 奈良先端科学技術大学院大学 教授	氏名 大城 理 宮崎文夫 和田成生 岡田 実
論文審査の結果の要旨		
<p>本論文は、無線通信技術の一つを用いることで生体内へのマーキングを可能にするという新しい概念のもと、RFID 技術を持つ生体マーキングシステムの価値について明確にするために、RFID タグ技術と医用技術との関係性について整理し、生体内へのマーキングという視点において双方が融合することの優越性と新規性、そして、実現可能性に関して述べている。</p> <p>まず、RFID 無線通信技術による生体マーキングシステムを提案した。肺や食道、胃を対象とする場合、気管や食道を介して内視鏡で RFID タグの留置が可能な本システムは、低侵襲かつ長時間留置可能なナビゲーションマーカとなることが可能である。また、切除時においても、腹・胸腔鏡手術孔を利用して RFID タグ信号を捕捉するアンテナを挿入することで新たな手術孔を必要とせず、患者負担の軽減となりえることが明らかとなった。</p> <p>次に、電力供給アンテナの形状、電力供給アンテナが及ぼす影響、求められる RFID タグの特徴、生体内利用における RFID タグ留置方位、RFID タグの持つ固有情報子を独自に解析することで複数識別が可能となることについて述べた。実際の計測を行い、実時間信号処理可能なレベルで RFID タグの応答信号の捕捉を可能であること、電力供給アンテナを体内に挿入してシステムを稼働させても 13 mm 以内において誤差を生じさせないこと、RFID タグの信号は距離に対応した減衰特性があること、複数の RFID タグ信号を受信してもそれぞれの固有識別情報子を利用することが可能であることが判明した。</p> <p>さらに、RFID タグ技術を用いて、対象領域の 3 次元位置情報推定精度について述べた。複数のセンサアンテナを用いて RFID タグとセンサアンテナとの位置関係を検証し、誤差が最少 2.6 mm、最大 22 mm であることを明らかにし、RFID を用いた 3 次元位置推定の有用性を明らかにした。この結果から、複数のセンサアンテナもしくは複数箇所でセンシングすることで非触知・不可視領域内の病変位置を 3 次元座標で得ることが可能となった。</p> <p>最後に、動物実験により生体組織における提案システムの有効性と性能評価のために、中型犬の食道 14 ヶ所および胃 10 ヶ所への留置と位置検出検証実験を行った。この結果、RFID タグの固有識別情報子を用いて、すべての RFID タグの個別認識が可能であったことを明らかにした。検出位置の誤差は平均 3.0 mm、位置特定に必要な所用時間は平均 15.0 s であり、実時間、かつ、高精度で位置検出が可能であることを示した。</p> <p>以上のように、RFID を用いた位置マーキングシステムを提案し、医療応用への可能性について提案と検証を行った。その結果、本研究は視認も触知も困難な不可視・非触知領域において、有用な位置特定マーキングシステムであるという結論を導いた。本論文が提唱するシステムは、計測工学・情報通信工学分野と医用、特に、外科手術分野の融合研究の成果であるため、計測工学や情報通信工学の発展やそれらの応用分野拡大に貢献するだけでなく、医工連携への寄与も非常に高いと考えられるため、本論文は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。</p>		