

機関番号 : 32645

研究種目 : 基盤研究 (B)

研究期間 : 2008~2010

課題番号 : 20390155

研究課題名 (和文) 高齢化社会を豊かにする IT 活用医療支援システムの構築 : IC タグによる尿失禁検知

研究課題名 (英文) Development of IT utilized care support system for fruitful aging society: Detection of urine in the diaper by using IC tag.

研究代表者

秦野 直 (HATANO TADASHI)

東京医科大学・医学部・教授

研究者番号 : 10101924

研究成果の概要 (和文) :

世界的に高齢化社会を迎え、その介護は各国で大きな問題となっている。高齢者の介護で問題となるのは排泄、褥創、痴呆である。本研究はこの排泄の問題を IT を利用した排尿検出システムを構築することにより解決しようとするものである。尿の検出には内部に op アンプと A/D コンバータを内蔵する特殊な RFID を用いた。尿を検出するためにはイオン化傾向の異なる二種の電極を紙おむつの中に設置した。電極が尿で濡れると起電力を生じ、その電圧を A/D によりデジタルデータとして、RFID から介護センターに通報するようにした。この通報システムにより、自宅での介護が可能となり、高齢者の排尿管理の質は著しく改善される。また本システムは尿量を検出できるので、保水能力の最大限まで紙おむつを使用することができ、紙おむつを有効に利用することができる。使用済みの紙おむつの処理には膨大なエネルギーを消費するので、このシステムは CO₂ の排出を減らすことにも有効である。今後紙おむつの使用量は世界で急増する。本研究により莫大な量のエネルギーの節約が期待できる。

研究成果の概要 (英文) :

Aging of the population is rapidly ongoing on global basis. Several problems are caused by aging, especially urinary care, debubitus and dementia are three big problems for elderly people. To solve the urinary care for elders, IT utilized detecting system of urine for the disposable diaper was developed. Special type of the RFID which contain op amp and A/D converter was used for this purpose. To detect urine, two electrode were placed inside the diaper. They have deferent ionization tendency individually and can generate electric voltage in urine. The voltage is converted to the digital data by A/D converter and the data from RFID can be transmitted to the care center for elders. This system can induce home care network in society. This system can detect the urinary volume in the diaper and disposable diaper can be used to the maximum capacity. By using this system, quality of urinary care for elderly people will be dramatically improved. Furthermore, this system can reduce the CO₂ output for dispose. Because plenty amount of energy is consumed to dispose the diaper. Number

of the disposable diaper has been rapidly increased and tremendous energy will be consumed in the world. Huge amount of energy will be saved by this study.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2009年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
2010年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
年度			
総計	13,100,000	3,930,000	17,030,000

研究分野：泌尿器科

科研費の分科・細目：境界医学・医療社会学

キーワード：IT、RFID、高齢者介護、インターネット、尿失禁

1. 研究開始当初の背景

日本はこれから世界に類を見ない高齢化社会をむかえる。この高齢化社会を乗り切るのは容易ではない。なんらかのブレークスルーが必要である。ITはこの有力な武器となることが期待される。この困難な状況を打開できるシステムを構築すれば、今後急速に世界が立ち向かわねばならない高齢化社会の模範的システムとなり、日本は世界に貢献することにもなる(日本は世界に範を示すべきである)。

インターネットを利用した医療システムを構築することにより、高齢者に対する医療の質を向上させるとともに、膨大な医療費の節減が可能である。研究者は、これまで本研究の前段階として体位センサ(寝返りセンサ)を完成させ、遠隔地での寝返りの精密な測定を可能とし、寝たきり老人の褥瘡予防の研究に取り組んできた。本研究ではもう一つの焦点である尿失禁に的を絞った。本研究により従来入院が必要とされた寝たきり老人の自宅での管理が可能になるとともに劇的な質の改善が期待できる。

2. 研究の目的

RFIDにより、紙おむつ内の尿を検出し、そのデータをデジタルデータとして、インターネットに載せることができるシステムを構築することを目的とした。本研究により、介護施設内での排尿管理の質をあげることができ、さらに巡回介護に応用すれば自宅での介護が可能となる。尿失禁の検知にはICタグ(RFID)を用いる(特許申請中)。

(ICタグは外部から励起することにより、外部の電力を取り込み内部の情報を外部に伝えるや機能があり、自身で電源を持たない。代表的な例として、JRのスイカ・カードがある。現在低コストかがすすみ、1個数円で使用できる状況にありさまざまな商品の在庫管理に使用されている。)

本研究では、このICタグを紙オムツに埋込み、尿がICタグに触れることにより生ずる電波の違いを検知してオムツがぬれたかどうかを検知する。ICタグは自身で電源を持たないため、低コストで永続的に使用できる。本研究では、尿でおしめがぬれると、その信号をインターネットにのせ、遠

隔地からオムツがぬれたか否かを検知するシステムを構築する。本研究が完成すれば、これまで研究者がおこなってきた寝返り検知システムと合体させ、実用段階となる。

参考

RFIDは現在、生産管理、在庫管理、販売管理、廃棄管理などに使用され、すでに物品に張り付けたり内部に組み込んだりして広く使われている。紙おむつにも将来使われることが予想されるが、その時通常のRFIDではなく、本研究によるRFIDを組み込めば、そのメリットは大きい。

3. 研究の方法

a) DIP基盤を用いた基礎実験

日立製作所中央研究所から提供された試作チップを用いた。

RFIDチップの構造及び性能：本RFIDの共振周波数は13.5 MHzである。出力はID番号、バイナリA/D出力(13 bit)、discriminatorである。ID番号は電源投入時に決定され、レジスタに書き込まれる。送受信器より、の問い合わせにより複数の検知圏内にあるRFIDより返答があり、圏内にあるすべてのRFIDを特定できる。つぎに特定されたID番号で問い合わせを一つづつかけて、そのたびにデータを取得する。通信方法情報は、電波ではなく磁気である。このため今回のように尿のような電解質を含む液体の内部でも外部と通信することができる。データのやり取りは磁界で共振させ、RFID側で、わずかにインピーダンスをずらすことにより、送受信器での共振強度に変化がでてくるので、この変化によって行われる。内部にはopアンプが内蔵され

ているが、増幅度はプログラマブルである。入力段はCMOSによる平行作働増幅器できわめて高インピーダンスである。保護回路はついている。消費電力は1018 μW である。外部アンテナにはさまざまなものが使用可能部あるが、共振のためのマッチングを要する。

本RFIDには配線を接続する外部端子がないので、DIPサイズの外部端子接続可能な実験用の基盤を作成した。専用のアンテナリーダーを用い、読み込みソフトを作成し、外部電源より供給された既知の電圧を安定して読めることを確認した。ソフトウェアはvisual basicを用いた。

b) カード型の基盤状に実装されたRFIDによるデータ通信実験

より実際の条件に近づけるため、RFIDをカード状(プラスチックおよびフィルム基盤)に実装し同様の送受信実験を行った。カードの上には個々のカード別にマッチングを取るためのコンデンサ回路を設けカードごとにトリミングを行った。結果：データのやり取りは可能であるが、安定してやり取りができる範囲はベストのマッチング状態においても、アンテナ表面5 cm程度であり、それを超えると動作が不安定になった。

c) 電極の選定と起電力の測定

最適な電極を選定した。電極の条件は十分な起電力を確保できること、安価であり、大量に調達が可能で、人体に無害であり、廃棄に問題がないことなどの条件がある。これらの条件に適合するものとして、アルミおよび炭素電極を選択した。生理食塩水を用いた起電力の測定では解放電圧で、0.5 Vから0.8 V、10 オーム負荷では生理食塩水が増加するに従い電圧は上昇し、2 mV～

15 mVと上昇し、生理食塩水の利用が増加するに従い内部抵抗も低下した。尿の検出には十分な値と考えられた。

d) 実際の紙おむつでの実験

実際の使用条件にできる限り近づけるために、紙おむつ内にRFIDを設置し、RFIDに電極およびアンテナを接続し通信実験をおこなった。紙おむつは実装時カードに比し広い面積を使用することができる。本RFIDは電波ではなく磁界により通信するため、アンテナの内径を大きくし、内部を貫通する磁界を多くすることにより、より高感度なアンテナとして使用できることが期待された。そこで紙おむつ内の淵にそってアンテナを設置した。カード型の場合のアンテナ内部面積が20 平方センチであるのに比し紙おむつ内に設置した場合は、150平方センチ以上の面積を確保できることを確認した。本方法では、通信距離はさらに延長し、10 cmを超える位置まで到達できることを確認した。より遠方に到達するか否かを確認するため、よりアンテナ効率のよいリッツ線を用いてみたが、効果は確認できなかった。このとき同時にソフトウェアの改良を行い、複数のRFIDを認識できるようにし、実際の運用に近い形にした。

4. 研究成果

op アンプと A/D コンバータを内蔵した RFID を用い、RFID の入力に異種金属を用いた電極を使用し、紙おむつ内の電解質を検知し、そのデータを RFID 外部に取り出すことに成功した。

研究の最終段階では、実際の紙おむつを使用し、RFID チップおよびアルミ電極、カーボン電極を紙おむつ内に配置し、濡れる前・後の起電力を測定し、濡れを検出できることを確認した。この際、外部からのアンテナからの

電磁波が、尿を検出するためのアナログ回路にノイズとして干渉した。そこでノイズを低減するための対策をできる限り施した。アンテナと電極の位置関係は、現時点ではきわめてクリティカルで実用化にあたってはノイズ除去方法を含めさらに検討する必要がある。以上、RFID による紙おむつ内尿検出の動作については実用化一歩手前まで、確認した。実際に実用化するためには、専用の RFID を新たに設計・作成する必要がある。さらに今後の残された課題としては、紙おむつ内への実装方法(アンテナの位置、電極の位置・構造、絶縁方法)やノイズ除去などをコストを勘案しながら解決せねばならない。RFID は大量生産により、数円単位まで下げることが可能であり、アンテナの材料費もアルミとカーボンなので、きわめて低コストである。銅、重金属などの有害物質を含まないので、破棄にも問題はない。世界全体として、資源や環境の保全を考えれば、トータルとしては、かなりのメリットがあるものと考えている。研究成果としては現在国内特許を作成中である。本システムを世の中に広めることにより研究成果としたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

電解質中での RFID の動作にかかわる特許申請書を作成中。本特許は電解質中で RFID が安定して、内部データを増幅し、A/D コンバータを動作させることに関する特許、異種金属により起電された電圧により、尿を検出する機構を含む。

解説

RFID は外部より 1W 程度のエネルギーを照射し、反射してくる波を変調し、内部のデータ

を読み取るものである。しかしながら今回使用した RFID は内部に op アンプや、A/D コンバータなどの周辺回路を動作させる必要があり、通常の RFID よりより多くの電力を消費する。このため今回の実験ではアンテナの位置や電極の配置などにより、データのやり取りが不安定になることがある。これは、内部データを A/D 変換が終了する前に電力が不足し、最後まで変換がおこなわれないためと、思われた。また内部で取り扱う電圧は数ミリボルト単位のアナログデータを含み、外部から RFID を駆動させるための 1W の電力はその微小電力回路に干渉し、ノイズとして悪影響を及ぼす。そこで、研究者は、外部アンテナから与えるエネルギーが RFID 内部のアナログ回路に影響を与えないような回路を考案した。

名称：ハイブリッド型 RFID

発明者：秦野 直

権利者：秦野 直

種類：特許

番号：

出願年月日：2011 年 7 月予定

国内外の別：国内

6. 研究組織

(1) 研究代表者

秦野 直 (東京医科大学教授)

研究者番号：10101924