

RFID を用いた電動車椅子コントローラの開発

◎北澤 拓也 (新潟工科大学院工学部)
 寺島正二郎 (新潟工科大学工学部)
 佐藤 栄一 (新潟工科大学工学部)

1. 緒言

頸椎損傷や筋ジストロフィーなどの重度障害者は上肢、下肢ともに自由が利かなくなり、屋内外の移動はもちろん、室内照明のON-OFF など日常生活の些細な動作においても困難が伴う。様々な生活支援機器が開発されているが、それぞれ一長一短がある。

そこで、重度障害者において最後まで残る機能のひとつである舌の動作を利用したマウスピース型リモートコントローラが開発されている。従来、口腔内に操作装置を置くことは電源の確保が問題となっていたが、本研究では情報の送受信に電池を必要としない受動型 IC タグ(パッシブタイプ RFID)を利用することでこの問題を解決し、新たな操作装置の開発を目指している。

2. コントローラの開発

本研究では、上肢以外の部位で操作可能な電動車椅子コントローラとして、舌で操作できるマウスピース型リモートコントローラの開発を目指している。リモートコントローラからの操作信号は RFID タグを用い、頭部付近に RFID 専用のリードアンテナを設置し送受信を行う。

尚、本研究では Fig.1 に示すように市販の RFID タグの IC 部とアンテナ部の間にスイッチを設け、そのスイッチの ON-OFF させることにより電動車椅子の動作信号を発信する仕組みとした。

3. 実験

RFID はその特性上、周波数帯により通信距離が変わるほか、水分や人体の皮膚や筋肉・脂肪などによりその通信特性が大きく劣化する問題を有している。そこで本研究では RFID の周波数帯による通信距離の相違、口腔

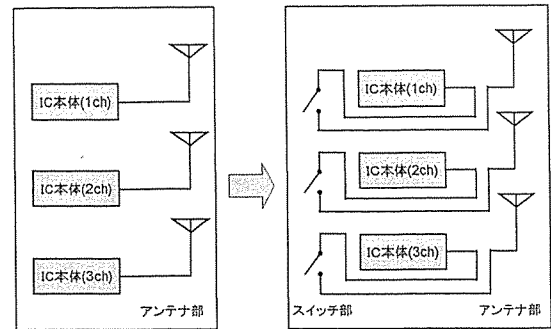


Fig.1 Schematic diagram of mouthpiece type remote controller circuit.

Type	Size	Frequency
(A) Glass mounting	ϕ 4mm L=32mm	134.2 kHz
(B) Disk type	ϕ 29.5mm T=8.8mm	134.2 kHz
(C) Film type	LxWxT=45x25 x0.05mm	13.56 MHz
(D) Plastic mounting	ϕ 22mm T=3mm	13.56 MHz

Table 1 Specification of tested transponders

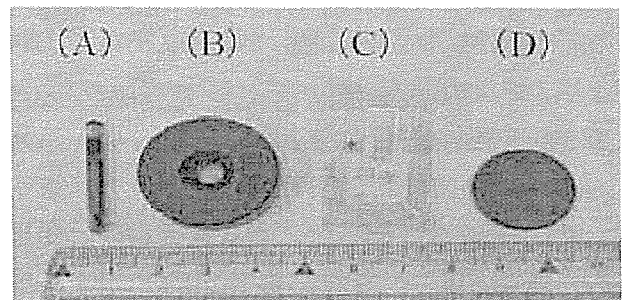


Fig.2 Tested transponders

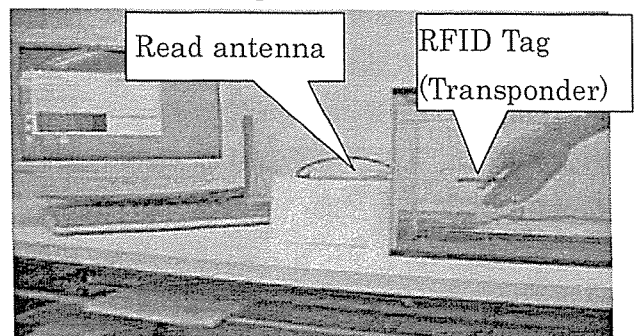


Fig.3 Investigation of communication range

内に入れることを想定し周囲に存在する水分や筋肉・脂肪などによる影響、IC部とアンテナ部との間のスイッチ取り付けについて検討するために、下記の条件で実験を行った。

3.1 周波数帯の変化による通信距離の変化

一般的に、大気中での通信距離は低周波数タイプでは短く、高周波になるにつれて長くなる。この反面、高周波タイプは水分などの影響を受けやすく、低周波タイプの方が水や生体の皮膚などによる影響少ない¹⁻²⁾。そこで Table.1 および Fig.2 に示すように 134.2kHz タイプと 13.56MHz タイプで各2種類、計4種類のタグを用い、周波数差異、タグ使用環境の違いによる通信距離の変化を比較検討した。

また、タグ使用環境の違いによる実験は、大気中、水中、生体内を想定した肉塊中の3種類の条件下で行った。大気中での通信距離測定の際、タグの簡易防水加工による通信距離の低下度についても併せて測定をした。

3.2 IC-アンテナ間のスイッチ設置の影響

通常タグ内の回路は既に完成されているものとなっている。しかし、その回路にスイッチを取り付けることによりスイッチが抵抗となるため回路のインピーダンスが変化し、正常に動作しなくなる恐れがある。そこでIC部とアンテナ部との間にスイッチを取り付け通信が可能かを調べた。

4. 実験結果および考察

4.1 周波数帯の変化による通信距離の変化

実験で得られた結果を Table2 に示す。ここで、①は大気中での最大通信距離、②は水中での最大通信距離、③は通信が可能な最大肉塊の厚さ(最大通信距離)に関する結果を示している。

実験① 大気中での通信距離：タグ(A)の通信距離は他のタグと比べると短かったが、リモートコントローラに用いるには十分な通信距離が確保できていた。また、タグの防水加工

Type of transponder		Range (mm)	
		-	Waterproofing
134.2 kHz	Glass mounting	140	130
	Disk type	190	185
13.56 MHz	Film type	210	210
	Plastic mounting	185	185

① Among the atmosphere

Type of transponder		Range (mm)
134.2 kHz	Glass mounting	135
	Disk type	165
13.56 MHz	Film type	240
	Plastic mounting	195

② In the water

Type of transponder		Range (mm)
134.2 kHz	Glass mounting	135
	Disk type	175
13.56 MHz	Film type	220
	Plastic mounting	180

③ Inside of the meat

Table 2 Result of communication range

前後で通信距離に大きな差が見られないため、実験②、③を行う際に必要となる防水加工が通信特性に与える影響は十分小さいことが示唆された。

実験② 水中での通信距離：13.56MHz タイプにおいて当初の予想とは異なり、大気中より水中における通信距離の方が長くなっていた。また若干 134.2kHz タイプでは通信距離が短い傾向があったが、いずれのタグにおいても十分な通信距離が確保できていた。

実験③ 肉塊内での通信距離：134.2kHz タイプで肉塊内における通信距離の低下があったが、十分な通信距離が確保できていた。

当初の予想ではタグ(C)や(D)の 13.56MHz

タイプは空気中での通信距離は長いものの、水分などの影響が大きく受けやすく、水中や生体内においての通信距離はあまり得られないと考えていた。

しかし、本実験結果では 13.56MHz タイプは大気中に比べ通信距離の減少をほとんど確認できなかった。むしろ予想とは逆に若干ではあるが通信距離の上昇が確認できた。

現在の RFID 産業では 13.56MHz もしくはそれ以上の周波数帯域のタグが主流となっており、135kHz タイプは汎用性を失いつつある。この点から考えて、本研究では 13.56MHz タイプを用いてリモートコントローラを開発することが望ましいと考えられた。

4.2 タグ IC-アンテナ間スイッチの設置の影響

開発中の 13.56MHz タイプのタグに簡易スイッチを取り付け、実験を行なったところ、通信を確認できた。この実験からスイッチの ON-OFF による動作信号の発信出来ることが示唆された。

5. 口腔内リモートコントローラ

上記の実験結果から 13.56MHz タイプを用いて試作口腔内リモートコントローラの試作を行なった。Fig. 4 にその写真を示す。

このタグを用いて先程の実験と同様に大気中、水中、肉塊内での通信距離の測定を行い性能を評価した。実際の利用環境を考慮して、「口腔部の肉」+「口腔外からリードアンテナまでの大気」の総合環境を再現した実験を行った。具体的には、口腔を模した肉の厚さを変え、大気中の最大距離を測定した。ここで、通信距離の測定は 4 つのスイッチチャンネルそれぞれで行った。これはタグに設置したスイッチの取り付け位置の関係上タグアンテナの長さが異なるため、通信距離に影響すると考えられるためである。またリード用アンテナは 2 種類使用した。

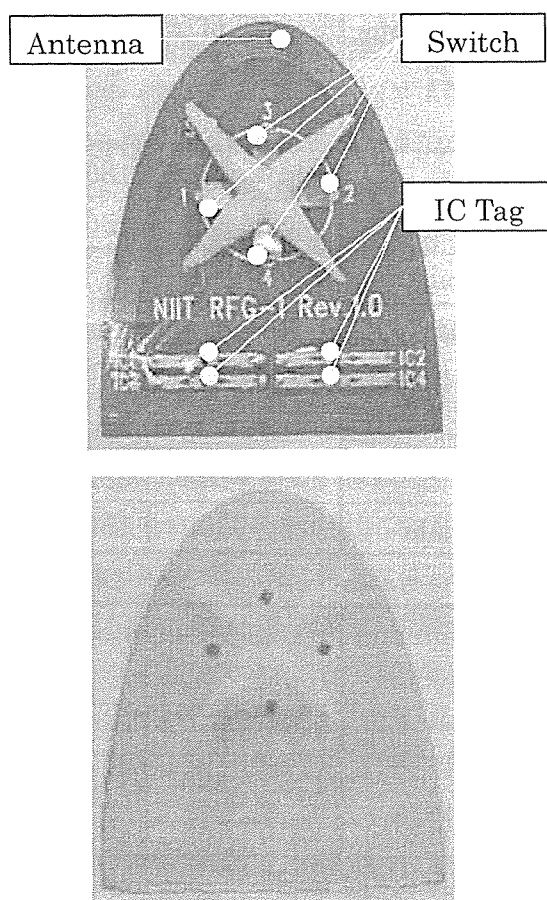


Fig.4 Trial remote controller (Upper, without cover)

5.1 実験結果

実験で得られた結果を Table.3 に示す。ここで、先程と同様に①は大気中の最大通信距離、②は水中の最大通信距離、③は肉塊内での最大通信距離に関する結果、④は肉厚の変化による大気中の最大通信距離に関する結果を示している。

実験① 大気中での通信距離：若干スイッチ 1 と 3 によるタグの通信距離が短かったが、いずれも十分な通信距離が確保できた。

実験② 水中での通信距離：4.1 実験②の結果と同様に大気中の通信距離より大幅に増加しており、予想以上の通信距離を得ていた。

実験③ 肉塊内での通信距離：通信距離に若干のばらつきが見られるが通信距離は十分な距離が確保できていた。

Read antenna type	Range of channel switch (mm)			
	1	2	3	4
Flat	135	185	130	165
Hand held	130	145	130	155

① Among the atmosphere

Read antenna type	Range of channel switch (mm)			
	1	2	3	4
Flat	220	255	230	260
Hand held	175	200	150	200

② In the water

Read antenna type	Range of channel switch (mm)			
	1	2	3	4
Flat	175	230	175	210
Hand held	150	185	170	190

③ Inside of the meat

Thickness of the meat	Range of channel switch (mm)			
	1	2	3	4
10	210	220	150	215
20	205	240	180	225
30	215	235	185	235
40	225	230	195	230
50	195	225	195	215
60	205	230	200	250
70	205	230	195	235
80	200	240	200	245
90	210	215	230	240

④ Among the atmosphere with meat

Table 3 Result of communication range of the trial remote controller.

実験④ 肉厚変化による通信距離：通信距離は肉厚 60mm 前後を最大，10mm 付近を最小としたばらつきがあった。若干通信距離の短い箇所もあったが全体的には十分な通信距離

が確保できていた。

また，一時的にスイッチの接触が悪くなり通信距離の低下を招くことがあったが，本実験結果ではいずれの条件化での十分な通信距離が確保できていた。特に口腔内での使用を想定した肉塊内において，リモートコントローラとしての通信距離を十分に確保していた。これらの実験結果からこのタグを用いての口腔内リモートコントローラの開発が可能であることが示唆された。

6. まとめ

- 1) 水分・肉の影響による通信距離の減少は認められたものの，132.4kHz および 13.56MHz タイプ共に本研究開発に求めている通信距離は確保できていた。
- 2) 汎用性の観点から，本研究で目指すリモートコントローラの開発には 13.56MHz タイプを使用することが望ましい。
- 3) タグ IC 部とアンテナ部との間にスイッチを設置し通信を確認した。
- 4) これらの結果から，口腔内リモートコントローラの開発に向けて構造的な指針を得て，口腔内リモートコントローラを試作した。

参考文献

- 1) 重松博之：無線 IC タグ利用業務支援システム開発研究（第 1 報），愛媛県工業系研究報告，No. 43，pp66-70，2005
- 2) 富士豊世他：簡単・便利な電子タグを利用した各種応用ソリューション，三菱電機技報，vol. 79，No. 4，pp251-254，2005

〒945-1195 新潟県柏崎市藤橋 1719 番地
新潟工科大学大学院工学研究科
寺島研究室 北澤拓也
Tel:0257-22-8120
E-mail:kitazawa@cc.niit.ac.jp