

### 椅子型人体通信における雑音解析に関する研究

Hanazawa, Haruomi / 花澤, 晴臣

---

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学研究科編

(巻 / Volume)

63

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

3

(発行年 / Year)

2022-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00025386>

# 椅子型人体通信における雑音解析に関する研究

## NOISE ANALYSIS FOR SITTING PERSON IN INTRA-BODY COMMUNICATION

花澤晴臣

Haruomi Hanazawa

指導教員 品川満

法政大学大学院理工学研究科応用情報工学専攻修士課程

Intra-body communication(IBC) uses the human body as a transmission path for electric signals. This technology aims to achieve a “touch and connect” intuitive form of communication based on a near-field coupling mechanism. In this paper, we discuss the IBC for sitting person. This technology is expected to play an important role in areas of medical application. However, the IBC in this case is affected by environmental noise. Especially, the IBC for sitting person is affected by noise from a floor. Therefore, we should study the signal and noise radiated from a communication cable under a floor and transmitted through the floor and the legs.

**Keywords** : Intra-body communication, Laser diode, Photo diode, Noise Analysis

### 1. 研究背景

人体を伝送路として通信を行う人体通信[1]という新しい通信技術がある。病院で使用される人体通信を利用したヘルスケアアプリケーション例を図1に示す。患者が椅子に座った際に通信が行われ、生体情報を医者が確認することができるアプリケーションである。人体通信では通信範囲を人の周りに限定することで、人の動作をトリガーに通信が行えるため利便性が高い[2]-[4]。これは有線や無線といった他の通信技術にはない人体通信特有のメリットである。しかし人体通信では扱われる信号が微弱なため、雑音による影響を受けやすいというデメリットもある。本研究ではヘルスケアアプリケーションとして役立つ椅子型の人体通信に着目し、電極位置による雑音対策を行いSNRの向上を目指す。

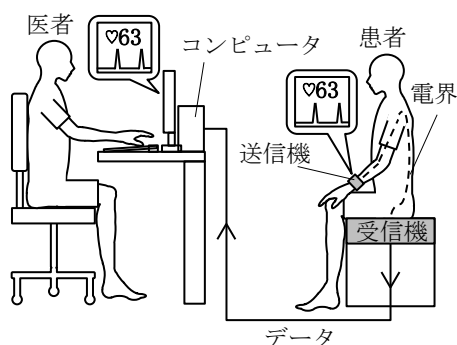


図1. 人体通信を利用したヘルスケアアプリケーション

### 2. 椅子型人体通信の雑音問題

椅子型の人体通信における雑音について考える。椅子型の人体通信では人体が受信機に座るため、足がFloorに直接触れる状態になる。そのため立つ人体通信に比べると人と床間の結合が強まる分、床下配線などによる床雑音の影響を受けやすい。図2に立つタイプと椅子型の人体通信モデルを示す。図2が示す通り立つタイプでは信号と雑音の経路が独立しているが、座るタイプでは足が床雑音を吸い上げるため、信号と雑音の経路が混合し区別が難しくなる可能性がある。これは雑音に弱い人体通信にとって問題である。そこで信号と雑音の区別を、受信電極の構造[5]によって行えないか E/O-O/E[6]-[7]を用いて実測にて確かめる。

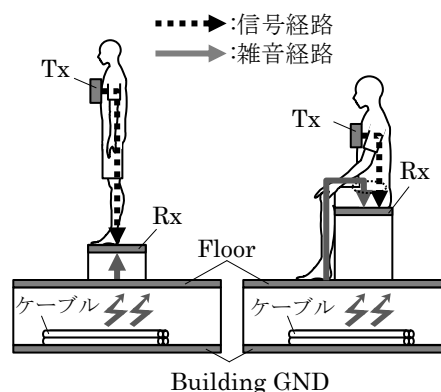


図2. 椅子型人体通信の信号・雑音経路

### 3. E/O-O/E

人体通信の信号・雑音評価時に使用する E/O-O/E という測定器を設計した。図 3(a)に E/O-O/E を使用した雑音源の回路図を示す。E/O-O/E は電気信号を光信号に変換する E/O 部、光信号を伝送する光ファイバ、光信号を電気信号に変換する O/E 部から成る。電気光変換にはレーザーダイオード(LD)、光電気変換にはフォトダイオード(PD)を使用している。雑音源を作り出すために、ファンクションジェネレータ(FG)とノイズ電極を E/O-O/E を介して繋ぐ。FG とノイズ電極が光変換により電氣的に絶縁されることで、ノイズ電極は FG の電源駆動による影響を受けない。それにより FG の電源駆動は通信経路に影響を与えない。同様に E/O-O/E は受信機[8]-[10]にも適用できる。受信機に適用した回路図を図 3(b)に示す。

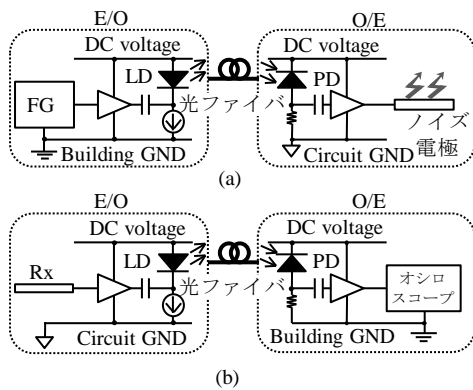


図 3. E/O-O/E 回路図  
(a)送信機 (b)受信機

### 4. 信号・雑音評価実験系

図 4(a)に雑音評価実験のブロック図を示す。受信機に人が座った状態で、受信機に混入する床由来の放射雑音をオシロスコープにて測定する。Floor としてアルミ板を使用する。図 4(c)が示すように、アルミ板とノイズ電極を容量結合させるために間に紙を挟む。FG から雑音として sin 波を生み出しノイズ電極から発生させる。その際に FG の電源駆動による影響を遮断するために E/O-O/E を使用する。同様に受信機側にも E/O-O/E を使用し、オシロスコープの電源駆動による影響を遮断する。図 4(b)に受信機構造を示す。人が座りやすいように受信機の高さを 500 mm に固定する。Floor から Negative 電極までの距離を  $d$  とする。 $d$  の値を変えるごとにオシロスコープで各電極の受信電圧を測定し、電極位置による雑音の電圧を評価する。

図 5 に信号評価実験のブロック図を示す[11]。E/O-O/E を介して FG と繋がった送信機を人体が身に付け、図 5 に示した雑音評価実験と同じ条件で信号を評価する。Floor から Negative 電極までの距離を  $d$  とする。 $d$  の値を変えるごとにオシロスコープで各電極の受信電圧を測定し、電極位置による信号の電圧を評価する。

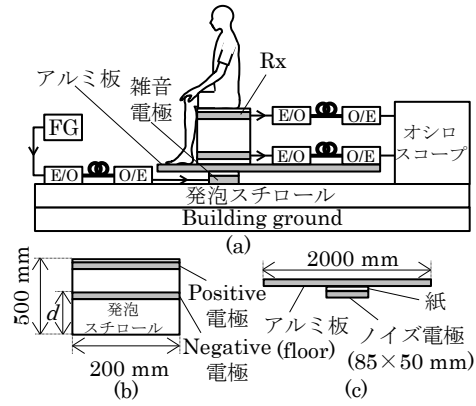


図 4. (a)雑音評価実測系  
(b)受信機構造 (c)雑音源構造

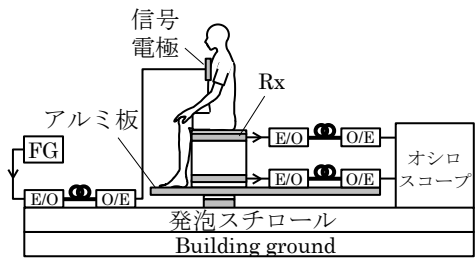


図 5. 信号評価実測系

### 5. 実験結果

実験結果を図 6 に示す。図が示すように信号系では極大値を  $d=120$  mm にとり、雑音系では  $d=360$  mm で極大値をとっている。雑音と信号で極大をとるタイミングが異なるためそれぞれの支配的な経路を電極位置によって区別することができていることがわかる。信号系における  $d=0\sim 120$  mm では電圧比が右上がりであるため、Negative 電極に入る信号が減っている。これは床から遠ざかっていることが理由であり床経由の信号が支配的であることが分かる。 $d=120$  mm 以降では電圧比が右下がりであるため、Negative 電極に入る信号が増えている。これは Negative 電極が Positive 電極に近づいていることが理由であり、人経由の信号が支配的になっている。信号の経路別イメージ図を図 7(a)に示す。同様に雑音についても考える。雑音系における  $d=0\sim 360$  mm では、右上がりであるため、Negative 電極に混入する雑音が減っている。これは信号系と同様に床経由の雑音が支配的であることがわかる。 $d=360$  mm 以降では右下がりであるため、信号系と同様に人経由の雑音が支配的であることがわかる。雑音の経路別イメージ図を図 7(b)に示す。このことから  $d=120\sim 360$  mm の範囲では信号系は床経由が支配的となり、雑音系では人経由の雑音が支配的になっている。そのため信号と雑音の経路を区別することができる。信号と雑音の電圧比による差が最も大きい  $d=100$  mm の時に可変ゲインアンプのゲイン  $\alpha$  を雑音の電圧比に合わせ、差動検出を行えば信号を最も大きく確保することができ

る。本実験より、信号と雑音の経路が同じになり区別が難しい椅子型の人体通信において、Negative 電極の高さを変えることでそれぞれの支配的な経路を区別し、SN を確保することができた。

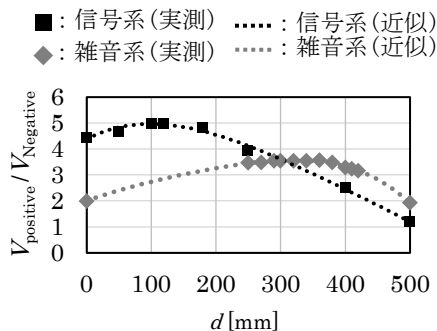


図 6. 実験結果

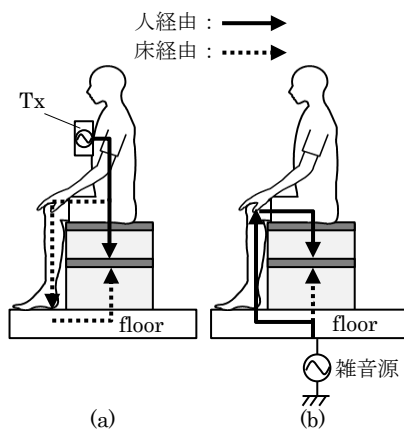


図 7. (a)信号経路 (b)雑音経路

## 6. 結論と今後の予定

本論文ではヘルスケアアプリケーションとして役立つ椅子型の人体通信に着目した。椅子型の人体通信では信号と雑音の経路が混合する可能性があり区別が難しくなる問題がある。そこで電極位置によって信号と雑音の経路を区別することができれば信号と雑音を区別することが可能であると考えた。本研究により、疑似雑音モデルを作成し実測を元に受信電極位置によって信号と雑音の経路を区別可能であることを確認した。これにより可変ゲインアンプによる差動検出を用いることで雑音を除去することができ、椅子型の人体通信においても通信に十分な SN を確保することができる。

本研究では床雑音に着目した。雑音の種類や環境に問わず、椅子型の人体通信において二層電極構造による雑音対策が効果的であれば、椅子型の人体通信を用いた IoT サービスの更なる普及が期待できる。それにより医療分野を中心としたアプリケーションが増え、我々の生活をより豊かにしてくれるであろう。

## 参考文献

- 1) T. G. Zimmerman, "Personal Area Networks: Near-field intrabody communication," IBM Systems Journal, vol. 35, NOS 3&4, 1996
- 2) M. Shinagawa, M. Fukumoto, K. Ochiai, H. Kyuragi, "A near-field sensing transceiver for intra-body communication based on the electro-optic effect," IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 53, No. 6, pp. 1533–1538, 2004.
- 3) Y. Kado and M. Shinagawa, "AC Electric Field Communication for Human-Area Networking," IEICE Trans, Electron, E93-C, pp. 234–243, 2011.
- 4) Y. Kado, T. Yanagawa, K. Nagata, T. Kobase, T. Kusunoki, R. Nagai, H. Ozaki, H. Shimasaki, and M. Shinagawa, "Transmission Characteristics Between Wearable and Embedded Transceivers Based on Near-Field Coupling," European Conference on Antennas and Propagation (EUCAP), 2012.
- 5) Koki Yoshioka, "Radiated Noise Analysis in Differential Detection for Intra-body Communication", ICST, 2019
- 6) Y. Song, Q. Hao, K. Zhang, M. Wang, Y. Chu, and B. Kang, "The Simulation Method of the Galvanic Coupling Intra-body Communication with Different Signal Transmission Paths," IEEE Trans. Instrum. Meas. 60(4), 1257–1266, 2011.
- 7) A. Sasaki, M. Shinagawa, and K. Ochiai, "Principles and Demonstration of Intrabody Communication with a Sensitive Electrooptic Sensor," IEEE Trans. Instrum. Meas. 58(2), 2009.
- 8) K. Matsumoto, J. Katsuyama, R. Sugiyama, Y. Takizawa, S. Ishii, M. Shinagawa, and Y. Kado, "Signal Measurement System for IntraBody Communication Using Optical Isolation Method," OPTICAL REVIEW, Vol. 21/ No. 5, pp. 614–620, 2014.
- 9) D. Ayuzawa, Y. Takizawa, S. Sugo, K. Matsumoto, and M. Shinagawa, "Measurement System for Wearable Devices of Intrabody Communication Using Electro-Optic Technique," 2015 IEEE 4th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), 2015.
- 10) N. Sekine, Y. Sato, M. Shinagawa, Daisuke Saito, and K. Oohashi, "Signal-propagation analysis for two-person intrabody communication services," Region 10 Conference TENCON 2017, pp. 951–956, 2017.
- 11) K. Nezu, R. Ashizawa, M. Shinagawa, D. Saito, K. Seo, and K. Oohashi, "Analysis of Transient Signal Due to Person Movement in Gate System Using Intra-Body Communication," International Conference on Sensing Technology (ICST), pp. 363–366, 2018.