法政大学学術機関リポジトリ
HOSEI UNIVERSITY REPOSITORY

PDF issue: 2025-07-12

歩行時の人体通信動的信号解析に関する研究

澤, 颯太郎 / SAWA, Sotaro

(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/10.15002/00025377

歩行時の人体通信動的信号解析に関する研究

A STUDY ON DYNAMIC SIGNAL ANALYSIS OF
INTRA-BODY COMMUNICATION IN WALKING PERSONS

澤颯太郎
Sotaro SAWA
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

This paper describes a signal measurement for three walking persons in intra-body communication by using a dynamic signal measurement system. The power margin is proposed in a situation of three walking persons for preventing the system from wrong authentication caused by unintentional signal.

Key Words *: Intra-body communication, power margin, gate system, dynamic measurement system, unintentional signal.*

１．序論

近年，通信技術とコンピュータの飛躍的な発達により IoT が普及しつつある[1][2]．IoT の発展に伴い，人体通信という通信が注目されている[3]．人体通信とは人体を伝送路とする通信のことである．本研究では人体通信の実利用例であるウォークスルーゲートに関する研究を行う．ウォークスルーゲートのイメージを図 1 に示す．

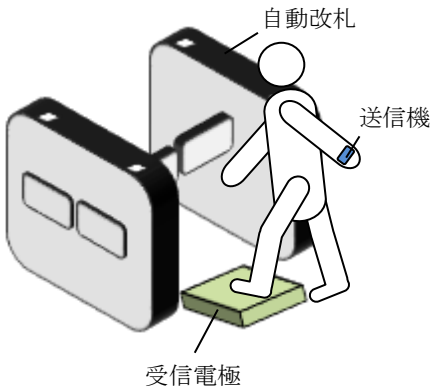

図 1 ウォークスルーゲート

ウォークスルーゲートとは人体通信を用いた IC カードをかざす必要がないゲートの事である．しかし人体通信は人体の動作を伴った通信であるため，人の動作によって信号強度が変化することが考えられる．よって，正しい通信を行うためには信号強度の動作による影響を確認することが必要である．従来研究では 1 人体での解析が中心に行われてきた[4][5]．しかし実利用に近いモデルを考慮すると，ゲートの通過時には前後左右に人がいることが想定される．したがって，2 人体以上での解析が必要である．

２．動的信号計測システム

人体の動作と信号強度の推移を同時に確認するシステムとして動的信号計測システムがある．今回作成した動的信号計測システムを図 2 に示す．

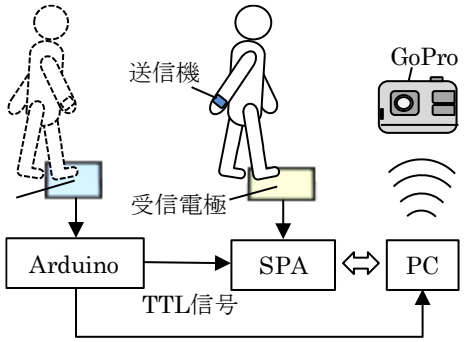

図 2 動的信号計測システム

人体が圧力センサを踏むことで Arduino に圧力値を渡す．次に Arduino は圧力値が閾値を超えるとスペクトラムアナライザ(SPA)の外部トリガー機能を通じて測定開始命令を SPA に送る．SPA は測定開始命令を受け取ると測定を開始する．SPA ではゼロスパンモードを利用する．ゼロスパンモードとは，SPA の横軸を時間，縦軸を信号強度とすることで，特定の周波数においての信号強度の時間変化を確認するモードである．また Arduino は PC にデジタル信号を送り，PC は GoPro に録画開始命令を送る．このような流れで人体の動きと信号の推移を同時取得することができる．

３．動的信号計測システムを用いた歩行実測

（１）３人体歩行実測

動的信号計測システムを用いた 3 人体歩行実測を行う．図 3 に実測風景を示す．

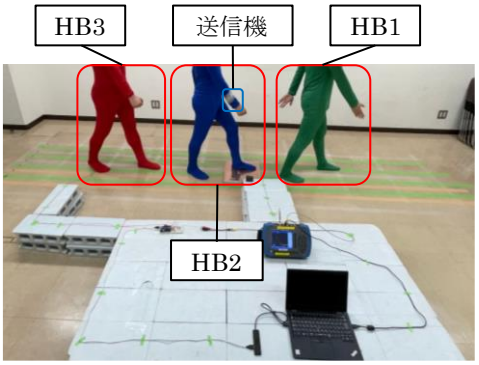

図 3　実測風景

最初に受信電極を踏む 1 人目の人を Human Body1(HB1) とし，2 人目，3 人目をそれぞれ HB2，HB3 とした．送信機所持位置は右腕に装着し，歩行速度は 1.1 m/s，測定時間は 8 s とした．評価基準を信号強度の差(マージン)とし，マージンが 10 dB 以上の場合に認識可能であると定義した．

（２）２人体歩行実測

動的信号計測システムを用いた 2 人体歩行を行う．図 4 に 2 人体歩行実測の俯瞰図を示す．

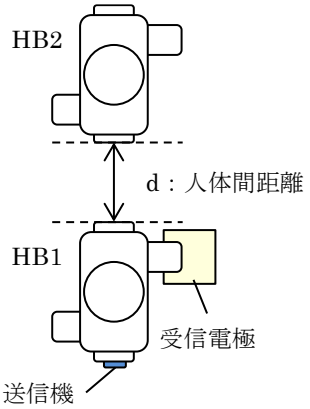

図 4　2 人体歩行実測

受信電極を踏む人を HB1 とし，その左隣を歩く人を HB2 とした．送信機所持位置は右腕に装着し，歩行速度は 1.1 m/s，測定時間は 8 s とした．人体間距離は 500 mm とした．

４．考察

（１）３人体歩行実測

HB1 が送信機を所持し HB2, HB3 が送信機を所持していない場合の信号強度の推移を図 5 に示す．

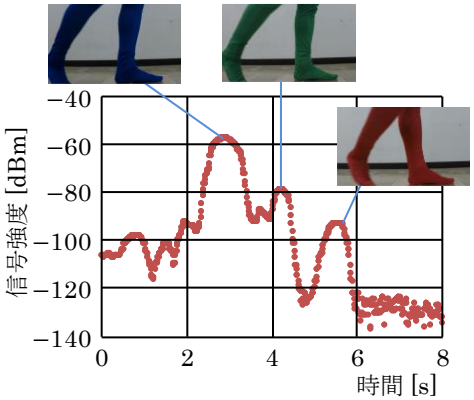

図 5　信号強度の推移(3 人体歩行)

図 5 より，2.9 s，4.2 s，5.6 s でピークを持っており，それぞれ信号強度は-57.9 dBm，-79.3 dBm，-93.3 dBm であった．2.9 s の付近のピークは HB1 の足が受信電極に完全に接地したときだと分かる．これは従来研究の結果と同じ傾向であるため妥当性があるといえる．また 4.2 s と 5.6 s のピークは HB2 と HB3 の足が受信電極を踏んだ時と分かる．送信機を所持していない HB2，HB3 が受信電極を踏んだ時にピークが発生した理由として意図しない信号の飛び込みが考えられる図 6 に意図しない信号経路を示す．

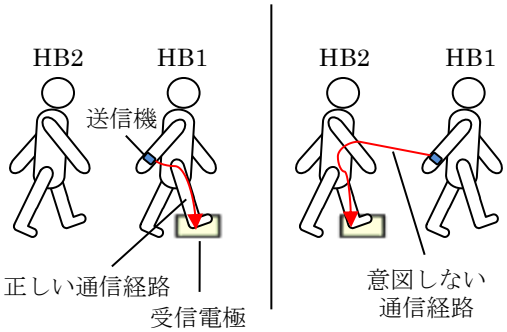

図 6　意図しない通信

図 6 より HB1 が所持している送信機から発せられた信号が HB2 の人体を経由して受信電極に送信されたため，4.2 s にピークが立ったと考えられる．また 5.6 s にピークが立った理由として同様に信号の飛び込みが考えられるが HB1 と HB2 の人体間距離に対して HB1 と HB3 の人体間距離のほうが長かったため信号強度の値はより小さくなったと考えられる．またマージンは 10 dB 以上となったため認証可能であった．

（２）２人体歩行実測

図 7 に人体間距離 d が 500 mm のときの信号強度の推移を示す．

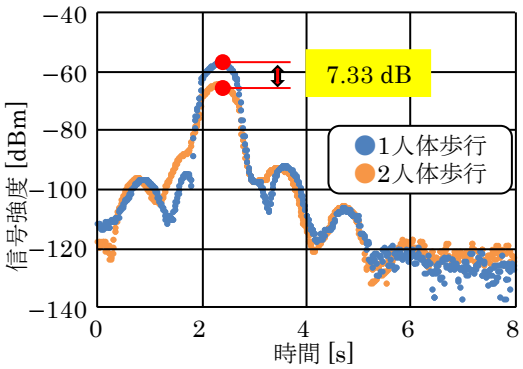

図 7 信号強度の推移(d = 500 mm)

HB2 が送信機を装着しているにも関わらず，1 人体歩行実測の結果とグラフの概形が同じになった．またピークの値は-65.25 dB となり，1 人体歩行時のピークのマージンが 10 dB 以上ないことから正しく認証できていないと考えられる．原因としては図 6 で示した意図しない通信が考えられる．ここで d の値を変化させることでマージンが 10 dB 以上となる d の値を算出する．d = 700 mm のとき，信号強度の推移を図 8 に示す．

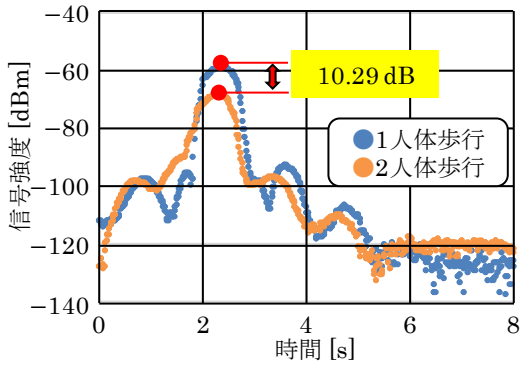

図 8　信号強度の推移(d = 700 mm)

図 8 よりマージンが 10.29 dB となったため，2 人体が並行して歩くとき人体間距離が 700 mm 以上あれば認証可能となった．

５． 結論

歩行実測において新しく開発した動的信号計測システムが適用可能であった．3 人体歩行実測ではマージンが 10 dB 以上得られた．2 人体歩行実測では人体間距離を変更することでマージンを 10 dB 以上得ることができた．今後はマージンを評価基準とし，人体の位置や姿勢を変更した実測を行っていく．

参考文献

1) L. Atzori, A.Iera, and G.Morabito, ”The Internet of Things: A survey, ” Computer Networks, 54(15), pp.2787-2805, 2010.

2) T. G. Zimmerman, “Personal Area Networks: Near-field intra-body communication,” IBM SYSTEMS JOURNAL, VOL 35, NOS 3&4, 1996.

3) A. Sasaki, R. Kawano, T. Ishihara, and M. Shinagawa, “Modeling of human-body near-field communication and evaluation of communication quality” NTT Technical Review, The Telecommunications Association, 2010.

4) Y. Wada, K. Furuya, R. Kato, and M.Shinagawa, “Dynamic interference estimation in secure gate system using intra-body communication, ” 2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON), pp.2547-2550, 2016.

5) K. Nezu, R. Ashizawa, M. Shinagawa, D. saito, K Seo, K Oohashi, “Analysis of Transient Signal Due to Person Movement in Gate System Using Intra-Body Communication,” Twelfth International Conference on Sensing Technology (ICST), 2018.