3S-04

環境ノイズ人感センサにおける人・環境依存性および整流昇圧回路の性能評価

池田一貴†　　大村廉†
豊橋技術科学大学†

1. はじめに

近年，身の周りのあらゆるモノをスマート化し，我々の生活支援サービスを行うための研究が進んでいる.特に「人検出」はこれらのサービスのトリガとなることが多く，重要な事項である．一方で，様々なモノにセンサを付与することを考えた場合，センサに供給する電源をどのように確保するか，という問題が生じる．この問題は，センサ設置の自由度や稼働時間,メンテナンス性などに影響するため，やはり非常に重要な事項である．これに対し我々は，環境に存在する電磁ノイズ，ならびに，誘電体である人体がアンテナに近づいた時，アンテナの感度が向上することを利用し，無電源で人検出を行うことが可能な人感センサを提案している[1]．しかし，現在までにその基礎的な実現性を確認しているものの，検出対象となる人の違いや，環境の違いに関する評価は不十分であった．また，システムの各構成要素のパラメータもまだ十分に検討されていない．そこで本研究では，人依存性や環境依存性について評価を行った．また，人検出の信号を出力する整流昇圧回路のパラメータを変えて性能評価を行った．

2. 先行研究と提案手法

我々の提案している人感センサは，図 1 のように人体とアンテナが近づいたときの出力電圧変化より人検出を行う．アンテナで受信する環境ノイズ（主に 50Hz/60Hz の交流電源ノイズ）は整流昇圧回路を通すことである一定の DC 出力を得ることができる．この時，アンテナの感度は誘電体である人体が近づくことで上昇する．すなわち，アンテナの出力が大きくなり，人が近辺に居ないときは低いレベルの出力，人が近辺に居るときは高いレベルの出力を得ることができる．また，無電限で動作する整流昇圧回路を使うことで,このような人検出を無電源で行なうことができる．

比嘉らの研究[1]では無電源で動作する整流昇圧回路である Cockcroft-Walton(CW)回路を使用し，構成する素子の組み合わせを変えて 3 通りについて性能評価を行った．そして，素子の組み合わせによって，提案する方式が人感センサとして動作可能となることを示した．しかし，その回路パラメータの検討は十分に行われていない．また，測定環境について，人とセンサ間の距離や角度を変えて出力への影響を明らかにしたが，被験者の違いに対する影響や，測定場所の違いによる影響も十分に検証されていなかった．

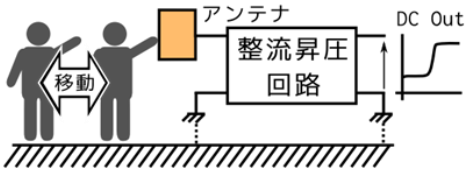

図 1 人の近接状態により入力レベルが変動
(参考文献[1]，p.2 の図 2 より転載)

3. 実験

性能評価を行うために図 2 に示す評価用のセンサシステムを構成し，センサの出力電圧の測定を行なった．まず，ＣＷ回路の素子パラメータの選定を行い，その結果において性能が最もよかったものを使用して環境・人依存性について評価実験を行った．

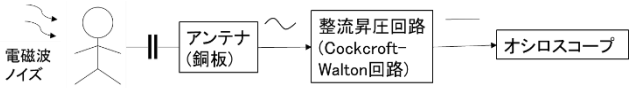

図 2 評価実験用センサ構成図

3.1 整流昇圧回路の性能評価実験

適切なＣＷ回路の構成を明らかにするために，ＣＷ回路の構成素子による出力評価をした．ＣＷ回路はダイオードとキャパシタのみから構成されているためこの 2 つの素子の組み合わせを変えた．ダイオードは順電圧と逆電流の値を変えて表 1 に示す 8 種類, キャパシタは 1p, 100p, 0.01μ, 1μ，10μF の静電容量のものを使用した．まず各ダイオードと 0.01μF のキャパシタの組み合わせで評価を行い, 性能がよかったものはキャパシタの値を変えてさらに評価した．測定は，被験者 2 名とし，研究室の学生居室（C2 棟 402 号室）と実験室（C3 棟 405 号室）の 2 ヶ所で行った．

表 1 使用するダイオードの特性

	1SS196	DB3X313N0L	DB3X315E0L	1SS321	1SS377	DA3X103E0L	1SS392	SBR05U20SN-7
順電圧 [V]	0.60	0.55	1.00	0.32	0.18	1.20	0.28	0.51
逆電流 [μA]	0.10	50.00	0.30	0.50	20.00	0.10	5.00	6.00
端子間容量 [pF]	0.90	3.50	1.40	4.50	20.00	2.00	18.00	-
逆回復時間 [ns]	1.60	1.50	1.00	-	-	2.00	-	-

-：データシートに記載なし

Evaluation of Individual and Environmental Dependency and Rectification Circuit Parameters for Human Detection Sensor using Environmental Electric Noise
† KAZUKI IKEDA, Toyohashi University of Technology.
† REN OHMURA, Toyohashi University of Technology

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

3.2 環境依存性評価実験

場所による依存性を明らかにするために，複数の場所で測定を行った．測定は，被験者 2 名とし，場所は大学内の教室や廊下等で階や棟を変えて合計 9 ヶ所で行った．蛍光灯の状態は手動で切り替えられる場合のみ変えて測定した．

3.3 人依存性評価実験

検出対象となる人による依存性を明らかにするために，複数の被験者で測定した．測定は，豊橋技術科学大学内の C2 棟 402 号と C3 棟 405 号の 2 ヶ所で行った．被験者は 10 名(男性:9，女性:1)で，身長 169.5±6.8cm，体重 59.0±9.5kg であった．

4. 結果と考察

4.1 整流昇圧回路の性能評価実験結果と考察

キャパシタの静電容量と逆電流（ダイオードに逆電圧が印加された時に流れる電流の最大値)，センサの最大出力電圧の関係を示したグラフを図 3 に示す．なお，出力の変化は人センサ間が 10cm で顕著であったことから 0cm と 200cm の場合の結果を示している．図 3 よりダイオードの逆電流の値が 6μA よりも大きいものを使用した場合，0cm の場合 200ｃｍの場合とも 1V 以下と著しく低かった．これは電流が漏れてしまいキャパシタが充電できず昇圧されなかったためだと考えられる．逆電流が 6μA よりも小さい場合，静電容量を小さくするにつれてセンサの出力電圧は高くなり，100pF で最大となり，1pF まで小さくすると低下した．100pF 使用時のセンサの出力電圧を人センサ間 0cm と 200cm で比較するとその差は 3~5V 程度あり，これは人検出を行うのに十分な出力差である．

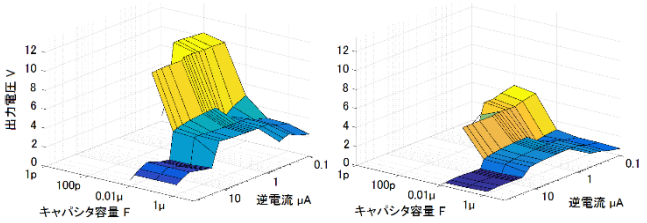

図 3 センサの出力電圧(人センサ間距離 左:0cm 右:200cm)

4.2 環境依存性評価実験結果と考察

各測定場所でのセンサ出力電圧を図 4 に示す．図 4 中のラベルは部屋番号と蛍光灯の状態を連結したものである．F 棟 101 号室で蛍光灯 OFF（F101_蛍光灯 OFF）における人センサ間 0cm の出力電圧よりも，A 棟 2F 廊下で蛍光灯 OFF（A-2F 廊下_蛍光灯 OFF）における人センサ間 200cm の出力電圧の方が高かった．これは提案センサの出力は場所に対する依存性が高く，場合によっては人を検出すべき電圧が，別の場所の人が居ない場合の電圧よりも低くなる場合があることを示している．ゆえに人検出を行うためには，適切な閾値を場所毎に設定できるようにしなければならないことがわかった．

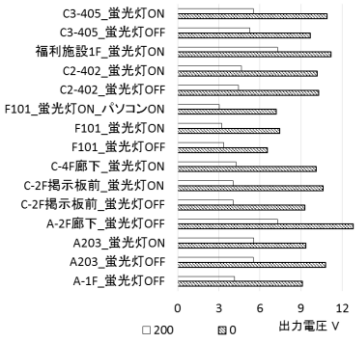

図 4 各測定場所でのセンサ出力電圧

4.3 環境依存性評価実験結果と考察

各被験者でのセンサ出力電圧を図 5 に示す．人センサ間 0cm 時に最も出力差があったのは被験者 2 と 10 で約 6V 差であった．被験者 6 と 10 について，人センサ間の距離が 200cm の場合と 0cm の場合で差が最も小さくなり，その差は約 2V あった．しかし，この差は人検出を行うのに十分な出力差である．よって，提案センサの出力は個人への依存性は多少あるものの十分に人検出が可能であると考えられる．また，人センサ間 0cm 時のセンサ出力電圧と被験者の体重，身長，BMI の相関を評価すると，体重と BMI の相関係数は約 0.2 であり，相関は弱かった．身長との相関は約 0.5 となり，一定の相関があることが示唆されたが，回帰分析を行ったところ，帰無仮説「係数が 0 である」を有意水準 5%で棄却できなかったため，身長による影響があるとは言えない結果となった．

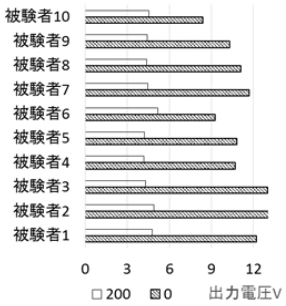

図 5 各被験者の出力電圧

5. まとめ

提案する環境ノイズ源人感センサについて，整流昇圧回路の素子パラメータ，場所依存性，人依存性について評価を行なった．結果，逆電流 6uA 未満のダイオードと 100pF 程度のキャパシタが妥当であることがわかった．場所依存性は高く，場所に応じて閾値を設定できるようにする必要があることがわかった．また，ユーザ（被験者）への依存性はあまりないことがわかった．

参考文献

[1]. 比嘉健太郎，大村廉：環境ノイズ検出型人感センサの開発と基礎性能評価，情報処理学会研究報告，Vol. 2016-UBI-49, No. 6，pp1-6，2016

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.