

高精度屋内測位における外部スピーカを用いた拡散音源の非可聴音化に関する検討

成岡 雅*¹ 金田一将*² 村田翔太郎*² 田中 博*¹*²

*¹ 神奈川工科大学 情報学部 情報工学科

*² 神奈川工科大学大学院 情報工学専攻

1. はじめに

筆者らは、スマートフォンのスピーカから発生させるスペクトラム拡散(Spread Spectrum : SS)信号を用いた多ユーザ収容可能な屋内測位システムの開発、評価を行ってきた^[1]。高域通過フィルタ(High-Pass Filter : HPF)による音源の非可聴音化を検討してきたが、スマートフォンで出力可能な音源周波数は可聴域に近く、フィルタによる可聴域の抑制には限界がある。本報告では、音源データ生成のために汎用型マイコンのArduinoを使用し、より高い周波数の音源を用いることによる測位への影響を確認した結果を述べる。

2. 測位の基本原理と拡散音源スペクトル

本測位システムは送信機から発生させた音源を4個以上のマイクセンサで受信し、その伝搬時間差を用いて位置座標を数値計算で求める構成をとる。送信側の音源にM系列符号を重畳してSS信号を生成し、受信機側で保持している送信側と同一のM系列で生成したSS信号と受信信号との相互相関を求め、その相関値からユーザ識別と受信タイミングの検出を行う。

図1に各音源の周波数特性を示す。音源(b)は可聴域にも音の成分が発生し、雑音が聞こえる問題がある。音源(c)はHPFを適用することで可聴域における周波数成分を抑制しているが十分ではない。音源(d)ではスマートフォンで再現できない高い周波数を用いることで、SS信号に適用するHPFにおける遮断周波数と可聴域の間隔を十分にとることができる。今回はより高い周波数とHPF適用により非可聴音化した音源を用いることによる測位への影響を確認する。

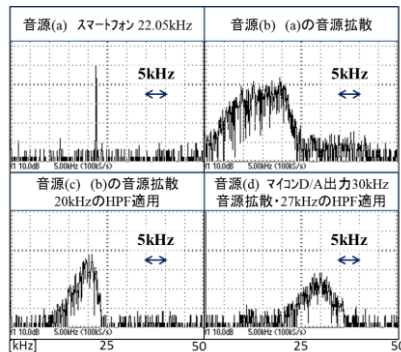


図1 各音源の周波数特性

3. 実験と結果

3.1. 音源の相違による識別性能の評価実験

音源の相違による識別性能の評価のため、外部スピーカとマイクセンサを1m間隔で配置し、SNRを測定する実験を行った。SNRは相関値の最大値と相関値全体のRMSの比とする。音源周波数やフィルタの遮断周波数などのパラメータの変更と同時に、同一符号との比較も行うため、異なる符号の音源も用いた。実験

結果を表1に示す。条件(1)～(4)では高いSNRを測定できたことから、音源周波数と遮断周波数変更による識別への影響はないことを確認した。

表1 SNR取得実験結果

条件	音源周波数 [kHz]	遮断周波数 [kHz]	送信サンプリングレート[kHz]	SNR(μ)	SNR(σ)
(1)	22.05	20	44.1	13.0	1.9
(2)	25	22	50	17.7	2.3
(3)	30	27	60	17.9	0.9
(4)	35	32	70	14.8	2.3
(5)	22.05	20	44.1	4.2	0.4

※(5)は受信機と別コード 計測回数:100回

3.2. 受信タイミング取得実験

各マイクセンサ間の距離に応じてピーク時間の遅延量を評価するためスピーカと5個のマイクセンサを0.6～1.4mの20cm間隔で配置し、受信

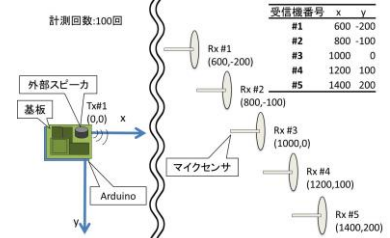


図2 受信タイミング取得実験構成

タイミングを取得する実験を行った(図2)。前実験より、スマートフォンでの最大音源周波数の条件(1)と、最適だと判断した条件(3)のパラメータを用いて実験を行った。条件(3)の受信タイミング取得結果を表2に示す。条件(1)、(3)共にマイクセンサ間に応じてピーク時間が遅延することを確認し、条件(1)では5mm程度、条件(3)では8mm程度の理論値と実測値の誤差を確認した。これはこれまでの測位システムで同実験を行ってきた際の結果^[1]である誤差6mm程度と同等であり、実際に測位システムを構成する上で十分な精度であると考えられる。

表2 受信タイミング取得実験結果

条件(3) 音源周波数 30kHz	#1との距離差			
	#2	#3	#4	#5
理論値	173.8	367.5	571.7	781.8
実測値(μ)	161.4	362.5	561.4	773.6
実測値(σ)	8.3	8.2	8.0	9.3
理論値と 実測値(μ)の差	12.4	5.0	10.3	8.2

測定時室温: 24.0°C 測定回数: 100回 単位[mm]

4. まとめ

マイコンと外部スピーカを送信機として使用し、測位への影響を確認する実験を行った。送信機と音源周波数、HPFの遮断周波数を変更し、30kHzを音源とした場合にも音源の識別と測位のための受信タイミング検出が可能であることを確認した。

参考文献

[1] 金田他, "スペクトラム拡散を用いた多ユーザ収容可能な非可聴音による屋内測位の基本実験", HCG シンポジウム, no.C-2-3, pp.96-101, Dec.2015.