

可聴域外高周波音を用いたスマホ接近警告システム用プローブ音の検討

○吉田幸生，近藤和弘（山形大）

1 はじめに

近年、スマートフォンの普及により歩きスマホによる事故の増加が社会問題となっている。このような事故を未然に防ぐため、スマートフォンによる接近警告システムの製作を目標とした可聴域外高周波音を用いた音響測距について検討する。本研究ではこの音響測距に用いる最適な可聴域外高周波プローブ音について検証をおこなった。

2 スマートフォンでの音響測距

2.1 超音波を用いた測距の課題

端末間の距離を音によって測定する方法としてプローブ音の飛行時間 ToF (Time of Flight)を利用する方法が挙げられる[1]。スマートフォン同士での端末間測距においてもこの方式が利用できるが、端末のスピーカーレイアウトやマイク性能によってプローブ音の到達距離が大きく変化してしまう可能性がある。また、測定環境がプローブ音の到達距離に及ぼす影響についても検証する必要がある。そこで、本研究では異なるスピーカーレイアウトを持った端末を用いて複数の環境で距離別にプローブ音を測定する。測定したプローブ音の強度を調査することで端末、環境による差異の検証を実行しそれぞれの端末に適したプローブ音の選定をおこなった。

2.2 実験に用いる端末と環境

スマートフォンは主に以下の表1のような3つのスピーカーレイアウトを持つ。

表1 スマートフォンの主なスピーカーレイアウト

レイアウト1	正面上部 + 正面下部
レイアウト2	正面上部 + 底面下部
レイアウト3	底面下部

そこで、以上3つのレイアウトを持つスマートフォンを用意し、プローブ音の再生用とし

て用いた。実際に使用した端末の組み合わせと端末の一例を以下の(表2)(図1)で示す。

表2 使用した端末の組み合わせ

再生端末	録音端末
XPERIA XZ Premium (レイアウト1)	Pixel 5a
	XPERIA 5
XPERIA 5 (レイアウト2)	Pixel 5a
Mi 9T Pro (レイアウト3)	Pixel 5a
	XPERIA 5



図1 レイアウト1の端末

また、録音は屋内(図2)と屋外(図3)の2つの環境でおこなった。

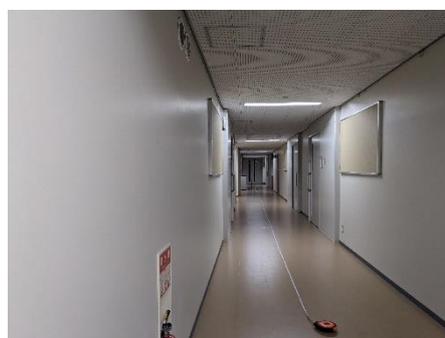


図2 録音環境(屋内)

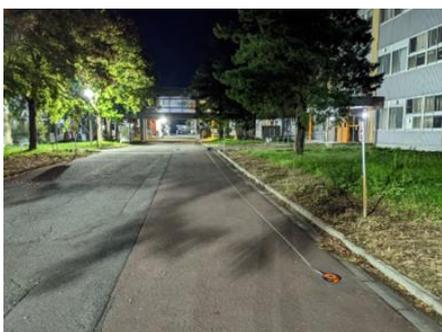


図3 録音環境(屋外)

2.3 距離別信号強度測定実験

表1で示した3つのレイアウトを持つスマートフォンで25msの20kHz-21.5kHzチャープ信号を再生し、1mから20mの範囲1mおきの範囲で録音した(図4)。

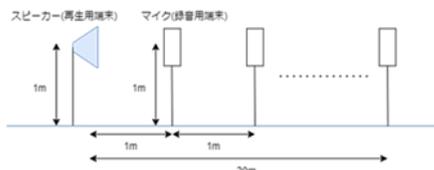


図4 測定環境

録音した音響信号は原信号の反転畳み込みを用いる事によって検知した。

3 結果とまとめ

それぞれの条件での畳み込み処理後の距離別最大値の図のうち、2つの実験場所で最も結果が良かったものと悪かったものを以下に示す(図5-8)。

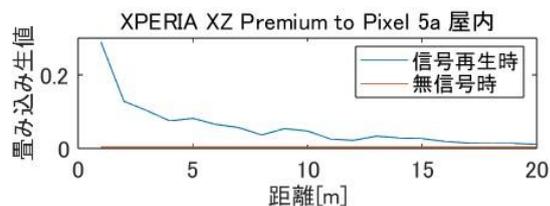


図5 距離別信号強度(屋内)01

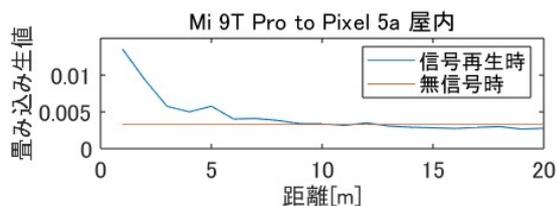


図6 距離別信号強度(屋内)02

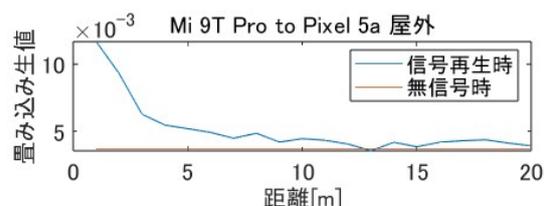


図7 距離別信号強度(屋外)01

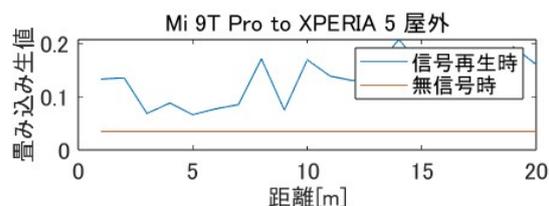


図8 距離別信号強度(屋外)02

また、それぞれの検知可能距離を検証した結果以下の(表3-4)のようになった。

表3 屋内での信号検知可能距離

	100%検知可能距離
XZP to Pixel 5a	20m
XZP to XPERIA 5	20m
XPERIA 5 to Pixel 5a	20m
Mi 9T to Pixel 5a	7m
Mi 9T to XPERIA 5	5m

表4 屋外での信号検知可能距離

	100%検知可能距離
XZP to Pixel 5a	16m
XZP to XPERIA 5	13m
XPERIA 5 to Pixel 5a	20m
Mi 9T to Pixel 5a	3m
Mi 9T to XPERIA 5	2m

以上の結果より屋内環境では残響の影響により検知精度が向上していると考えられる。また、レイアウト1,2の構造を持つ端末は環境によらず高い信号到達距離を示す。このため、これらの端末では25msのプローブ音で実用に耐える測距が行えると考える。しかし、レイアウト3の場合、どちらの環境でも信号到達距離が短いことがわかった。このため、これを改善するために信号長を伸ばして追加の検証を行った。結果が(表5-6)である。表から、信号長を伸ばすことによって検知範囲を向上させることが可能であることが示された。

表 5 Mi 9T Pro to Pixel 5a

屋内での信号長別検知可能距離

信号長	検知可能距離
25ms	7m
50ms	9m
75ms	10m

表 6 Mi 9T Pro to XPERIA 5

屋内での信号長別検知可能距離

信号長	検知可能距離
25ms	5m
50ms	7m
75ms	9m

今後は測距システムを実際にスマートフォンに実装し、リアルタイム動作の確認をおこなっていききたい。

参考文献

- [1] Patrick Lazik et al, Indoor Pseudo-ranging of Mobile Devices using Ultrasonic Chirps, 2012