

直交信号分割多重を用いる屋内移動体環境に適した音響通信システムの設計に関する研究

和田 康平[†] 海老原 格^{††} 水谷 孝一^{††} 若槻 尚斗^{††}
[†] 筑波大学理工学群工学システム学類 ^{††} 筑波大学システム情報系

1. はじめに

放送設備とスマートフォンを活用して情報を伝送するデジタル音響通信は、屋内でのデータ配信や位置測位への応用が期待されている基幹技術である。しかし、音波の残響、および、ドップラーシフトの影響は電波よりもはるかに大きく、伝送レートを確保しつつそれらの影響を排除する必要がある(図 1)。そこで本稿では、屋内移動体環境における残響、および、ドップラーシフトを測定し、それらに頑強な通信方式の 1 つである直交信号分割多重 (Orthogonal signal division multiplexing : OSDM) の最適なパラメータ値を明らかにすることを目的とする[1]。

2. 屋内移動体環境における残響とドップラーの測定

気温 20 °C、広さ 2.6×2.6×2.4 (m³)の室内空間に、マイクロフォンが一定速度(0.25 m/s)で周回する実験系を構築し、残響、および、ドップラー広がり測定した(図 2)。図より、本実験環境における残響は最小 0.2 ms、平均 15 ms、最大 66 ms 程度であった。最大ドップラーシフト f_D は 7.3 Hz であり、ドップラー広がり範囲とはほぼ同一であった。また、周波数スペクトルのピークは搬送波周波数に対して $\pm f_D$ (Hz) 付近に強く現れていた。

3. 信号の最適なパラメータ

OSDM 方式はデータを時間-周波数空間にマッピングする変調方式であり、データ同士の空き周波数(ガードバンド) f_a 、および、データブロック同士の空き時間(ガードインターバル) L を設定する必要がある。 L を残響の平均値 15 ms よりも大きな 26.5 ms とし、 f_a を変化させながら第 2 章と同じ環境で通信実験を行った(図 3)。その結果、 $f_a/f_D > 2$ であればキャリア間干渉が抑制され BER が小さくなる一方、実効伝送速度が小さくなるため、 $f_a/f_D = 2.3$ が最適パラメータであることが明らかになった。

4. おわりに

屋内移動体通信環境の測定と、その環境に適した通信方式のパラメータを明らかにした。今後はデータ配信や位置測位への応用を検討していく。

参考文献

[1] T. Ebihara *et. al.*: IEEE Journal of Oceanic Engineering, vol.41, pp. 408 - 427 (2016).

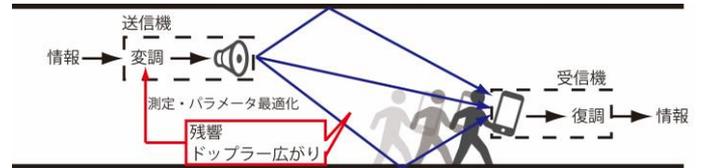


図 1 屋内移動体環境におけるデジタル音響通信

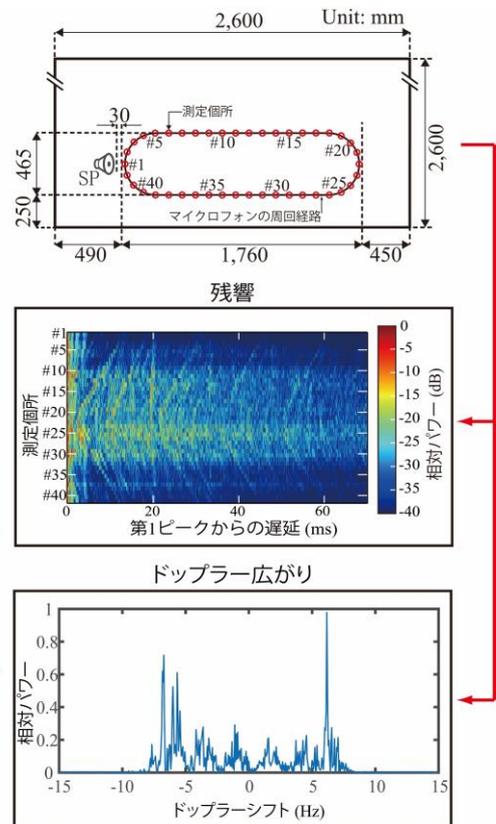


図 2 実験系（上面図）、および、通信路で発生する残響とドップラー広がり

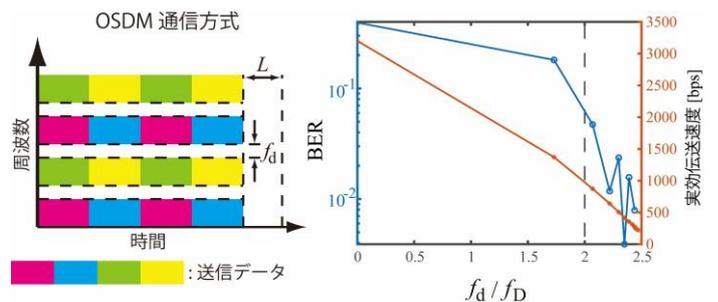


図 3 時間-周波数空間における OSDM 信号のデータ配置、および、実験結果