

チャープ信号の到達時間差を用いた位置推定

1140348 田中 拓斗 【 福本研究室 】

1 はじめに

近年, スマートホンには全地球測位システム (GPS: Global Positioning System) が標準的に搭載され, 屋外における位置情報の取得は容易にできるようになっている. そのため, 人間や物の位置情報を用いて, その場所特有のサービスを受けることのできる位置情報サービス (LBS: Local Based Services) が発展してきている. しかしながら屋内や地下街では GPS の電波を適切に受信することができず, 位置推定を行うことができない. そのため, 屋内における位置情報の取得について多くの研究がなされている. 屋内における一般的な位置推定方式としては RFID や無線 LAN の電波受信強度, 電波の到来方向などを用いた方式が提案されている. ただし, これらの位置推定方式では特別な機器が必要である. 本研究では, 屋内の設備と携帯端末での利用を想定し, スピーカーと単一のマイクロホンを用いた推定方式を提案する.

2 到達時間差を用いた位置推定

複数の音源から同時に出力される各チャープ信号が受聴点に到達する時間を推定し, 各音源から出力されたのチャープ信号の到達時間差から, 受聴点の位置を推定する. 提案するシステム構成図は図 1 となる.

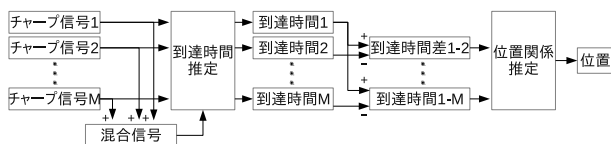


図 1 システム構成図

チャープ信号は, 時間とともに周波数が変化する信号である. 複数の音源から出力されるそれぞれのチャープ信号を, 周波数の変化が異なる信号とし, それぞれのチャープ信号間の相互相関関数は小さくする. また, 受聴点で観測される混合信号は, 受聴点に到達した各チャープ信号の和となる. そのため, 到達時間は, 混合信号との相互相関関数が最大となる点である. また, チャープ信号のチャープ帯域幅を大きくすると, 自己相関関数に鋭いピークが現れ, より到達時間の推定精度を上げることができる [1].

受聴点と各音源の位置関係を推定するためには, まず推定した到達時間と音速から, 受聴点から各音源との距離差を求める必要がある. 平面上において, ある 2 つの音源から推定する受聴点間の距離の差が一定となるような軌跡を描くと, 図 2 のように, 音源 1 と音源 2 を焦点とする双曲線となる. また, 音源と受聴点間の距離差が

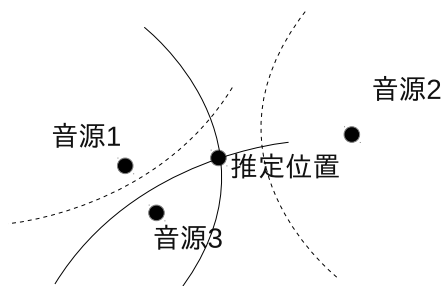


図 2 到達時間差を用いた位置推定

らどちらの音源に近いかを判断することによって, 双曲線的一方に絞ることができ, その曲線上に受聴点が存在すると推定することができる. 同様にして音源 1 と音源 3 を焦点とする双曲線の方の曲線に絞ることができ, それぞれの曲線の交点上に受聴点があると推定できる.

3 実験

提案法の有効性を実験により検証する. 3 つのスピーカーからそれぞれチャープ信号を同時に出力し, 録音した信号を元にマイクロホンを配置した座標を推定する. $6.6 \times 6\text{m}^2$ の広い空間と $2.7 \times 2.7\text{m}^2$ の瀬間異空間での実験の結果, 3 つのスピーカーを用いることで, それぞれ位置推定が可能であることを確認した.

また, 実際のマイクロホンの座標と推定の結果を比較すると, 広い空間では平均誤差が 0.148m , 最大誤差が 0.306m となり, 狭い空間では平均誤差が 0.2744m , 最大誤差が 0.6065m となった. 広い空間と狭い空間での推定誤差を比べると, 狭い空間での誤差が大きくなっていた. これは, 狭い空間では近くに壁があったため, マルチパスの影響を大きく受けたと考えられる. この結果から, マルチパスの影響を考慮することで, 近くに壁がある空間において誤差を減らすことができると考えられる.

4 まとめ

本研究では, 3 つのスピーカーから同時に出力されたチャープ信号の到達時間差を用いることで, 単一のマイクロホンで平面の位置を推定することが可能であることを確認した. また, 広い空間と狭い空間でのそれぞれの実験結果から, マルチパスによる影響を考慮する必要があることがわかった.

参考文献

- [1] 田邊 将之, 山村 拓也, 大久保 寛, 田川 憲男, “チャープ信号を用いた生体高調波画像化法における非線形成分抽出法の検討,” 信学技報, US, vol.110, No.91, 2010.