

スペクトラム拡散を用いた屋内測位システムにおける

拡散率と環境雑音に対する評価

Evaluation for Diffusion Rate and Environmental Noise in Indoor Positioning System using Spread Spectrum

門倉 丈 五百蔵重典 田中 博
Takeru Kadokura Shigenori Ioroi Hiroshi Tanaka
神奈川工科大学大学院 情報工学専攻

Graduate School of Kanagawa Institute of Technology, Course of Information and Computer Science

1. はじめに

筆者らは音波にスペクトラム拡散を適用し、データ伝送機能を具備した高精度な屋内測位システムを検討している[1]。本報告では、音源数や騒音環境と拡散率を変更し、それらが測位精度と伝送品質に与える影響について実験的に明らかにした結果を述べる。

2. 音源数と拡散率の特性への影響

本システムの原理と
相関計算の
結果の一例
を図 1 に示す。受信信号の相関計算結果のピーク時刻を音の受信タイ

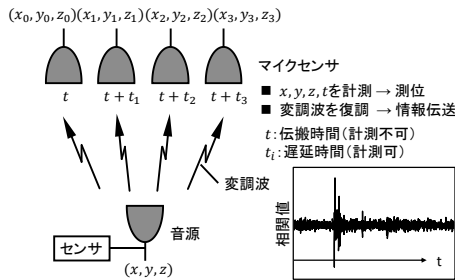


図 1 原理と相関計算の結果の一例

ミングと、逆拡散・復調の開始タイミングとしている。この場合、音源数の増加によりノイズが増大することで、明瞭なピークが得られず、正確な受信タイミングの検出が困難となり特性が劣化すると考えられる。一方、音源信号の拡散率の向上によりピークが明瞭になる傾向があるので、適切な拡散率により、受信タイミングが正しく検出でき、特性を確保することができると考えられる。

そこで、音源数の増加や環境雑音による本システムの特性への影響と、拡散率の向上による特性の確保が可能なことを確認するため次の実験を行った。音源数を 1 個、2 個、今回用いている M 系列の次数を 8 次、9 次 (拡散率 255, 511) として測位精度と伝送品質への影響を調べた。その結果を表 1 に示す。なお、本実験は環境音が 40.9~65.9 dB の静音環境下で実験を行い、表中の Tr.1 と Tr.2 は音源とした個々の送信機であり、SNR とは相関値のピークとノイズフロアの比、すなわち信号対雑音比である。

表 1 音源数による特性の変化

パラメータ	SNR		平面測位誤差 (RMS)[mm]		誤りビット数[bit]	
	Tr.1	Tr.2	Tr.1	Tr.2	Tr.1	Tr.2
拡散率: 255						
音源数: 1	7.6		6.4		8 / 1000	
音源数: 2	5.3	5.6	65.6	42.3	測定不能	測定不能
拡散率: 511						
音源数: 1	10.7		5.9		3 / 1000	
音源数: 2	7.3	8.0	10.3	11.6	21 / 1000	39 / 1000

測位回数: 100回, 伝送データ: 1000ビット

この結果より、音源数が 1 個の場合では拡散率の増加 (255から511) により、ピークはより明瞭 (SNRが向上) になったが、測位精度と伝送品質に大きな性能向上は見られなかった。

一方、音源数が 2 個の場合では、拡散率が 255 のとき測位精度が大幅に劣化するとともに伝送品質は測定不能となった。その原因として、ピークが不明瞭であり、受信タイミングの検出、つまり逆拡散、復調の開始判断ができなかったためである。拡散率 511 にした場合には、ピークが明瞭となり、測位精度と伝送品質に大幅な向上が見られたが、音源 1 台のときと同等の性能を確保することはできなかった。これは、511 の場合でも音源数 1 に比べて明瞭なピークが得られず、受信タイミング検出誤りが発生したためである。

3. 環境雑音と拡散率の特性への影響

環境雑音が受信信号に加わり、受信タイミング検出誤りによって特性が劣化することが考えられる。そこで、環境雑音の特性への影響と、拡散率向上の効果を調べるため実験を行った。騒音環境下において音源数を 1 個、拡散率を 255 と 511 に変更し特性を確認した。その結果を表 2 に示す。なお、実験は混雑時の学食 (環境音: 68.6~83.3dB) で行った。

結果より、表 1 の音源数 1 個すなわち、静穏時と比較して、環境雑音による特性劣化は見られなかった。また、拡散率を向上させても明確な性能向上は確認できなかった。本手法で用いている M 系列符号によるスペクトラム拡散通信が環境雑音耐性を有し、一定の特性を確保することが確認できた。

表 2 環境騒音と拡散率による特性の変化

パラメータ	SNR	平面測位誤差 (RMS)[mm]	誤りビット数[bit]
拡散率: 255	7.7	7.1	3 / 1000
拡散率: 511	10.5	8.7	1 / 1000

測位回数: 100回, 伝送データ: 1000ビット

4. まとめ

音源数と環境雑音による特性への影響について評価を行い、環境雑音よりも音源数の増加が特性劣化の要因となることがわかった。この劣化は、拡散率を高めることにより対処可能であることを合わせて確認した。

参考文献

[1] 門倉他, "音波を用いた高精度屋内測位システムにおける拡散率と測位精度に関する検討", 電気学会, 情報システム研究会, IS-18-014, pp.67-72, 2018.