

LoRa を用いた Beat 方式ダストセンサ

吉川 祐太[†] 石橋 孝一郎[†]

[†] 電気通信大学情報理工学域 II 類

1. はじめに

近年,世界各地で大気汚染が深刻化し, pm2.5 を含む大気中の粒子濃度測定の実用性が高まっている. しかし,従来のセンサは大型かつ高価でありモニタリングにコストがかかるため,広範囲で多数の計測を困難にしている. 本研究では Beat sensor 方式[1]を使用した小型で安価な低電力 Air pollution sensor の実現及び LoRa による長距離伝送を目的とする.

2. Air pollution sensor の提案回路

図 1 に提案する Air pollution sensor の回路図を示す. この回路は Dust sensor[2], NPN バイポーラトランジスタ, 蓄積コンデンサ, VD, 電源スイッチ, LoRa モジュールから構成される. 電圧検出器の閾値電圧は $V_H = 2.70[V]$, $V_L = 2.00[V]$ であり, コンデンサの電圧が V_H に達すると ID 信号の送信を行い, V_L まで低下すると再度充電を開始する. Dust sensor は大気中の粒子密度に応じて HIGH と LOW の割合が変化するパルス状の電圧を出力する. 粒子濃度の増加に伴い LOW の出力が増加し, その割合を Low ratio と呼ぶ. この電圧が NPN トランジスタのオン/オフを切り替え, 異なる時定数でコンデンサに充電される. したがって, センサノードから送信される ID 信号の時間間隔 t_i は大気中の粒子濃度に対応する. 繰り返し送信される ID 信号の周期をビート間隔と呼ぶ.

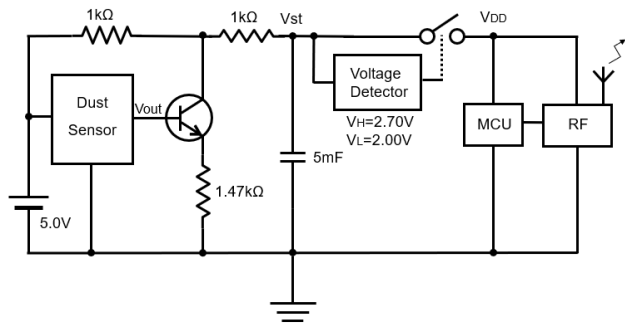


図 1. Air pollution sensor の提案回路

3. 実験方法

- 3.1. 図 1 の回路をブレッドボード上に作成し, ほこり発生のための線香と共にクリアケースに入れ, Dust sensor の出力 V_{out} とコンデンサの電圧 V_{st} の動作波形および ID 信号の時間間隔 t_i をオシロスコープにより計測した.
- 3.2. 送信機を実験室に固定し, 電気通信大学内の 9 地点で受信成功率の測定を行った. 約 16 秒毎

に送信される信号を 330 秒間受信し測定した.

4. 測定結果

測定から得られた粒子濃度とビート間隔の関係を図 2 に示す. 両者には負の相関関係があり, 約 $100 \sim 800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で測定が可能であることが分かった. また, キャリブレーションとして得た対数近似と測定点との誤差は最大で 7.4% となった.

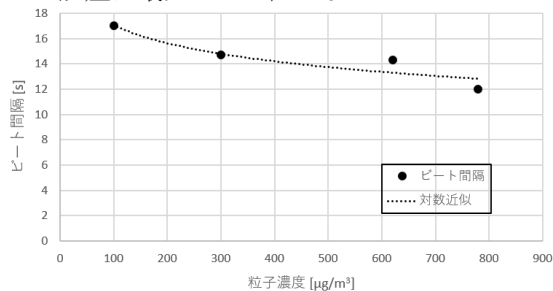


図 2. 粒子濃度とビート間隔の関係

長距離伝送の測定結果を図 3 に示す. 約 200m 付近までは受信成功率 10% 以上を維持した.

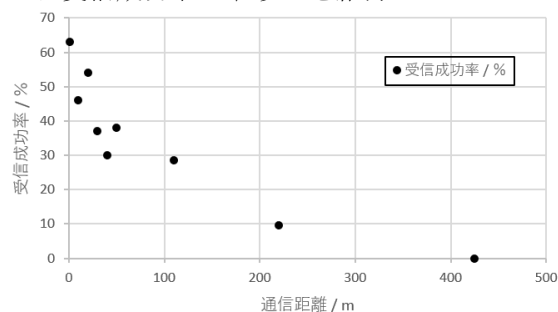


図 3. 通信距離と受信成功率の関係

5. 結論と今後の課題

本研究では Beat sensor 方式の無線ノードを応用し LoRa を用いた Air pollution sensor の実現を目指した. 実験から, 大気中の粒子濃度を約 $100 \sim 800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲で測定可能であり, 約 200m までの距離で通信が行えるという結果が得られた. 今後の課題として, 測定点を増やして測定可能な範囲を拡大することや, センサ部や電圧検出器の閾値電圧の変更により消費電力を抑えること等が挙げられる.

参考文献

- [1] R. Takitoge, K. Ishibashi et. al., "Temperature Beat: Persistent and Energy Harvesting Wireless Temperature Sensing Scheme," IEEE SENSORS 2016, Orlando
- [2] SYhitech, "DSM501A Dust sensor module", <https://publiclab.org/system/images/photos/000/003/726/original/tmpDSM501A-Dust-Sensor630081629.pdf> (2020 年 1 月 31 日)