

光ファイバ給電型センサ網における信号の高速化

Enhancement of Data Transmission Rate in Fiber Sensor Network with Optical Power Supply

農工大工, °塩道 明優, 田中 洋介, 黒川 隆志

Tokyo Univ. of Agri. and Tech., °Akimasa Shiomichi, Yosuke Tanaka, Takashi Kurokawa

E-mail: 50013645118@cc.tuat.ac.jp

1. はじめに

光ファイバ給電型センサ網は、電気で動く多種多様なセンサを光ファイバに多数ぶら下げ、これらに光で給電を行なうと共に、センシングデータを光ファイバで伝送し、監視する[1]。信号伝送も給電も共に光ファイバで行うため、電磁雑音や電圧降下の影響を受けず、センサへの給電設備も必要ない。これまで開発したシステムでは、各センサノードが数 mW の光パワーで動作し、センサ情報の伝送には十分な 1 kbps の信号を出力した。特に、光 MEMS 変調器による光信号発生が低電力化につながっている。今後、より高速化ができれば、設置可能なセンサ数を増加できる。しかし、現状の光 MEMS 変調器では、1 kbps を超えると光信号が歪み始める問題があった。今回、データ受信手法の改善による伝送信号の高速化を検討し、原理確認として 2 kbps までの受信を確認したので報告する。

2. 原理

図 1 に光ファイバ給電型センサ網の構成を示す。監視側レーザの出射光が、光ファイバを通して、各センサノードに送られる。ノード内で、一部の光が PV-cell により光電変換され、ノードの駆動電力となる。残りの光は、光 MEMS 変調器により変調され、センサ情報を持つ光信号となる。監視装置では、PD で受信した光信号をデコードし、ノードの ID、センサ種類、センサデータを画面上に表示する。

図 2 に監視装置での信号デコードの原理を示す。サンプリング周波数は、ノードからの光信号周波数の整数倍とする。閾値判定に際し、1 ビット内のサンプリング点 N から、複数点 n ($n \leq N$) の平均値を用いることにより、PLL 回路等を用いることなく、立ち上がり、立ち下がりで歪みのある信号やジッターのある信号に対しても、信号誤り率を低減できる。

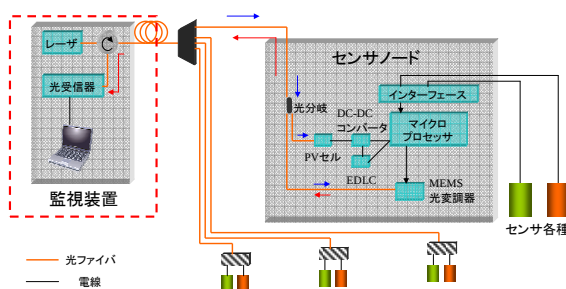


図 1 光ファイバ給電型センサ網

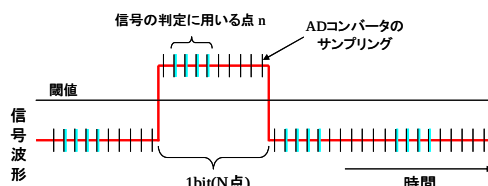


図 2 信号受信原理($N=10, n=4$ の場合)

3. 実験

まず、信号判定に用いる 1 ビットあたりのデータ点数 n と、信号誤り率の関係について、検討した。監視装置でのサンプリング

周波数は 10 kHz ($N = 10$) とし、ノードからの信号周波数は 1 kHz を中心に変化させた。 $n=1$ から $n=4$ まで変化させたところ、 $n=4$ で最も広い周波数範囲(88 Hz)にわたり信号誤り率が小さく、ジッターに強いことが確認された(図 3)。また、信号光パワー 60 nW の場合、 $n=1$ のとき誤り率 95.8%、 $n=4$ のとき 47.1%と点数が多いほど誤り率が低い結果が得られた。50 nW では点数に関係なく受信することができず、70 nW ではすべて誤り率 0.1%以下であった。

次に、センサノード 1 台を光給電で動作させ、2 kbps で送受信した。図 4 に光信号波形を 1 kbps の波形とあわせて示す。1 kbps の光信号では、歪みが少ないが、2 kbps では信号の平坦部が少なくなっている。しかし、今回開発した信号受信手法を適用し、 $N=10, n=4$ の場合について信号誤り率を測定したところ、1000 回の受信に対する誤り回数 0 回を達成した。

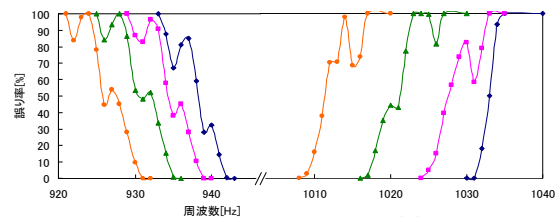
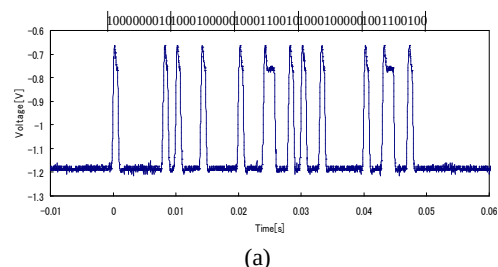
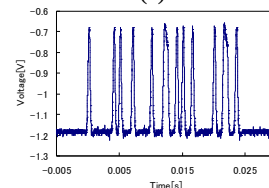


図 3 監視装置における受信周波数誤差の限界



(a)



(b)

図 4 光受信器後の信号波形(a) 1 kbps (b) 2 kbps

4. まとめ

光ファイバ給電型センサ網のデータ受信手法の改善と信号速度向上の検討を行った。ジッターに対する耐性の向上や、低パワー時の信号誤り率改善を確認した。また、センサノードからの信号を高速化することで信号送信間隔が短くなり、情報更新速度の向上や、ノード台数を増やすことが可能になる。

参考文献

- [1] 田中、黒川、「光給電による環境監視用ファイバセンサ網」レーザー学会年次大会、30aVI-5、2013。