

バス方式 PNCR センサシステムの S/N 解析

S/N Ratio analysis of Bus Structured PNCR Sensor System

小松康俊 井上恵一 斧田誠一
 Yasutoshi Komatsu Keiichi Inoue Seiichi Onoda

株式会社渡辺製作所
 Watanabe Co., Ltd.

1. まえがき

DW-PNCR(Dual Wavelength PN-Code Reflectometry)方式のファイバセンシングシステムを開発しているが、PNCRシステムはバス型構成により一本のファイバに数多くのセンサを接続して同時に計測できることが特長である。今回、接続できるセンサ数および複数接続時のS/Nについて検討した。

2. バス型構成のセンサシステム

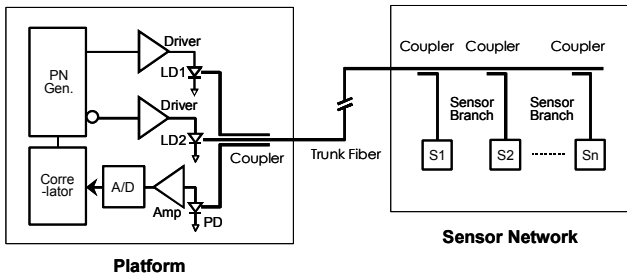


図1 バス型構成のファイバセンサシステム

図1にバス型構成のセンサシステムを示す。プラットフォームから幹線ファイバに出力された光はセンサネットワーク内のカップラで分岐されセンサ S1, S2...Sn に達し、そこで反射されて再びカップラと幹線ファイバを通過してプラットフォーム内の PD に入力される。戻り光レベルはセンサネットワークのカップラ特性に依存する。

3. 戻り光レベルを等しくするカップラ数と結合係数

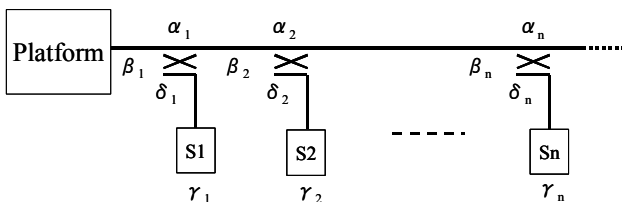


図2 バス型構成センサネットワーク

図2にバス型構成のセンサ接続を示す。ここで、 α_i はカップラの結合係数、 β_i は*i*-1番目と*i*番目のカップラ間の伝送損失、 δ_i はカップラの過剰損失、 γ_i はセンサの反射率である。*i*番目のセンサから戻る光のレベルを R_i とすると R_i と R_{i-1} の関係は

$$R_i = \beta_i^2 \alpha_i^2 \delta_i^2 \gamma_i (1 - \alpha_{i-1} / \alpha_{i-1})^2 (R_{i-1} / \gamma_{i-1}) \quad (1)$$

となる。全てのセンサからの戻り光レベルが等しくなる結合係数を求めると、センサの反射率が等しいと仮定して、

$$\beta_i^2 \alpha_i^2 \delta_i^2 = (\alpha_{i-1} / 1 - \alpha_{i-1})^2 \quad (2)$$

が得られる。 $\beta_i = -0.3\text{dB}$ 、 $\delta_i = -0.2\text{dB}$ とし、 $\alpha_i = -10\text{dB}$ 、および -13dB の場合について結合係数を求めると図3が得られる。

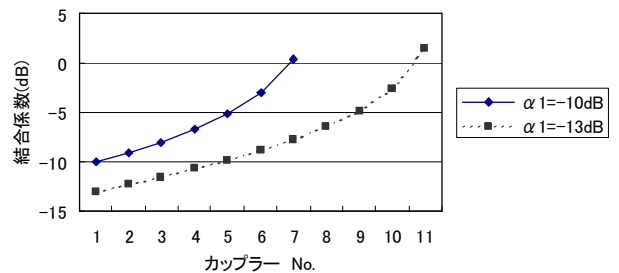


図3 全てのセンサからの戻り光レベルを等しくする結合係数

結合係数は0dBを超えることができないので、カップラ数の最大数は $\alpha_i = -10\text{dB}$ の場合に6個、 $\alpha_i = -13\text{dB}$ の場合に10個であることが分かる。

4. S/N の解析

各センサからの戻り光はPD入力において全ての信号が加算されるため、信号レベルをA/Dコンバータの入力範囲に抑えるには、センサが1個の場合に比べ、6個では1/6、10個では1/10に入力光レベルが制限される。一方、図2のネットワークの戻り光レベルは1番目のセンサからの戻り光で代表して

$$R_1 = \beta_1^2 \alpha_1^2 \delta_1^2 \gamma_1 P \quad (3)$$

となるので、既にも上記条件が満足されている。プラットフォームからの光出力を0dBm、 $\gamma_1 = -8\text{dB}$ 、PDの変換効率を1mA/mW、Ampの等価入力雑音電流を4nAとすると表1が得られる。

表1 センサ数と可能なS/N

センサ数	1	6	10
S/N (dB)	90	50	38

センサ数の増加とS/Nがトレードオフであることが分かる。

5. あとがき

バス型構成のPNCRセンサシステムについて、可能なセンサ接続数と得られるS/Nについて解析的に検討し、両者の間にあるトレードオフ関係を明らかにした。

参考文献

- 1) 斧田他 “BOF 反射スペクトルの温度依存性” 信学技報 EMD2007-32
- 2) 井上他 “2波長擬似ランダム符号相関方式によるBOF温度センシングの試み” 2007.9 信学ソ大 S-4-3