

半値全幅の異なる同一波長ファイバブラッググレーティングによるひずみ計測の基礎検討
 Fundamental Study on Strain Measurement Using Identical-Wavelength Fiber Bragg Gratings
 with Different Full Widths at Half Maximum

○村田亜優¹, 山口達也², 篠田之孝²

*Ayu Murata¹, Tatsuya Yamaguchi², Yukitaka Shinoda²

Abstract: The purpose of this study is to achieve multiplexing of fiber Bragg gratings (FBGs) at an identical wavelength. This report presents the results of peak wavelength detection for two identical-wavelength FBGs with different full widths at half maximum (FWHMs), employing a convolutional neural network (CNN).

ファイバブラッググレーティング (FBG) は低損失性と耐熱性に優れた光学式センサであり, 近年様々な分野で応用が拡大している [1], [2]. 本研究は FBG の多重性能向上を目的に, 機械学習を用いた同一波長での多重計測法の開発を進めている [3], [4]. 本文は FBG の半値全幅 (FWHM) の違いがピーク波長測定に及ぼす影響について検討した結果を報告する.

Fig. 1 に実験装置を示す. 光学系は広帯域光源, サーキュレータ, 光スペクトラムアナライザ, FBG で構成した. 測定対象の FBG は反射波長 1550 nm, 反射率 3% とした. 同一波長 FBG では反射スペクトルが重なり, 従来手法によるピーク検出は困難である. そこで, 畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を用いたピーク検出法を開発した. FBG の識別は FWHM に特徴を付与して行い, CNN はわずかな FWHM 差を識別できれば多重化に有利となる. そこで本研究では, Table 1 に示す異なる FWHM を持つ 2 組の FBG で検証を行った. 開発した CNN は 10 層の畳み込み層と 9 層のプーリング層で構成し, 学習用データはガウス近似に基づく数値モデルから条件を変化させ 123,201 個生成した.

Fig. 2(a), (b)に各条件で観測した FBG の反射スペクトルを示す. 同一波長 FBG ではスペクトルが重なり, FWHM 差が小さい場合は形状差もわずかであることが確認された. 次に各 FBG にひずみを印加した反射スペクトルに対し, CNN によるピーク検出を行った結果, 標準偏差は約 3.2 pm および 2.6 pm となり, pm 分解能を達成している. 開発した CNN が FWHM の異なる FBG に対する同一波長多重計測に有効であると示された.

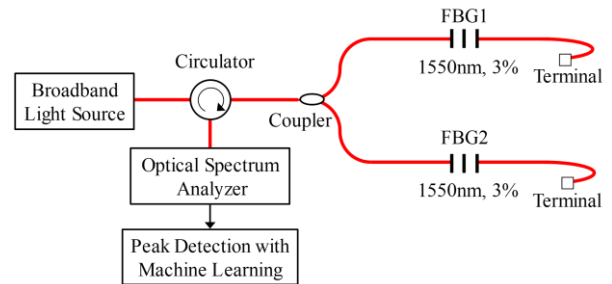


Figure 1. Experimental system

Table 1 Conditions of different FWHM

	FBG1	FBG2
Case 1	0.1 nm	0.2 nm
Case 2	0.1 nm	0.5 nm

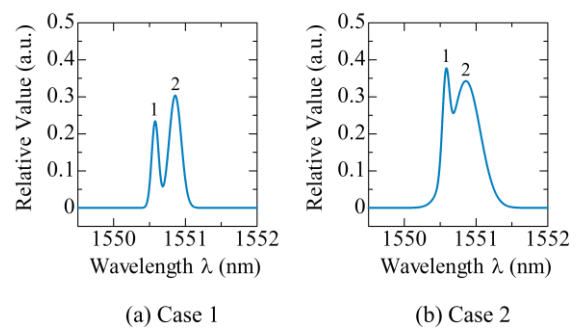


Figure 2. Reflection spectra of FBGs under each condition

謝辞

この研究の一部は, 科研費若手研究 20K14754, 24K17288, 及び日本大学理工学部研究助成金の援助を受けて行われた.

参考文献

- [1] A. D. Kersey et al., *J. Light. Technol.*, Vol.15, No.8, pp.1442-1463, 1997.
- [2] Y. C. Manie et al., *J. Lightw. Technol.*, Vol.38, No.6, pp.1589-1603, 2020.
- [3] T. Yamaguchi et al., *IEEE Sensors J.*, Vol.23, No.9, pp.9343-9352, 2023.
- [4] 村田 他, 令6電気学会光応用・視覚研究会, No. LAV-24-019.

1 : 日大理工・院 (前) ・電気 2 : 日大理工・教員 ・電気