وزارت علوم تحقیقات و فناوری

دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته

یک سنسور دمایی فیبر نوری ایزوپروپانول بهینه با یادگیری ژرف

پایان نامه کارشناسی ارشد فوتونیک – الکترونیک و مخابرات

آرمین اسکندری نسب

استاد/استادان راهنما

دکتر مهدی تاج الدینی

مرداد ۱۳۹۹

چکیده

بیش از ۵۰ سال از معرفی اولین سنسورهای فیبر نوری می‌گذرد. این سنسورها به دلیل دقت مناسب، تحمل شرایط سخت محیطی، کاربرد آسان و کم هزینه بودن، جایگاه ویژه ای را به خود اختصاص داده اند. یکی از پرکاربردترین این سنسورها را می‌توان سنسورهای دمایی فیبر نوری نام برد. سنسورهایی که با استفاده از تغییرات ایجاد شده بر رفتار نور، دمای محیط را اندازه گیری می‌کنند. برای افزایش حساسیت سنسورهای دمایی فیبر نوری، یکی از راه حل‌های اساسی، استفاده از ایزوپروپانول بوده که ضریب ترمو اپتیکی بالایی دارد. از طرفی، با پیشرفت تکنولوژی و به واسطه تکامل یادگیری ژرف، حوزه‌ی یادگیری ماشین و هوش مصنوعی تحول بسیاری پیدا کرده‌اند. امروزه سیستم‌های متفاوتی با بهره گیری از شناسایی الگو مبتنی بر یادگیری ژرف توانسته‌اند دقت عملکرد خود را افزایش دهند. در این بین، سنسورهای فیبر نوری و مخصوصاً سنسورهای دمایی فیبر نوری از تکنولوژی یادگیری ژرف بی بهره بوده و از این رویه عقب مانده‌اند. در این پژوهش سعی شده تا پلی بین سنسورهای دمایی فیبر نوری و شناسایی الگو مبتنی بر یادگیری ژرف ایجاد گردد. بدین منظور، یک سنسور دمایی فیبر نوری که از ایزوپروپانول جهت افزایش حساسیت بهره می‌برد، توسط نرم افزار *Rsoft* برای ۱۰۶ دمای مختلف شبیه سازی شد. از گردآوری شبیه سازی‌ها، پایگاه داده‌ی کاملی از نور منتشره به همراه مودهای تشکیل شده برای بازه دمایی ۷۳− الی ۸۲ درجه سانتی‌گراد، تشکیل شده است. پایگاه داده مذکور به شبکه عصبی وارد شده و بهینه سازی صورت می‌پذیرد. شبکه عصبی مذکور، با الگو برداری از شبکه *AlexNet* طراحی شده و برای پیاده سازی و انجام فرآیند یادگیری، از زبان برنامه نویسی پایتون به همراه کتابخانه کراس استفاده شده است. می‌توان شبکه عصبی مبتنی بر یادگیری ژرف را، نوع جدیدی از کالیبراسون در نظر گرفت که موجب تخمین دمای محیط، با استفاده از الگوهای تشکیل شده در مودهای فیبر نوری می‌گردد. در نهایت سیستم طراحی شده موفق شد به تخمین دمای محیط با خطای مقدار میانگین مربعات ۰٫۰۰۶۸۱۷۹۸۷ دست پیدا کند. می‌توان گفت پژوهش مذکور با نگاهی متفاوت به سنسورهای دمایی فیبر نوری، سعی دارد تا با ارتقای سیستم‌های نرم افزاری، و نه با ارتقای سخت افزاری صرف، موجب ارتقای کیفیت سنسورهای فیبر نوری گردد.

واژه‌های کلیدی:

سنسور، فیبر نوری، ایزوپروپانول، یادگیری ژرف، مودها، شبکه عصبی، دما، ترمو اپتیک

Abstract

More than 50 years have passed since the introduction of the optical fiber sensors. These sensors have become very popular due to their low price, good accuracy, working properly in harsh environmental conditions, and so on. Sensing Temperatur is one of the most widely used for optical fiber sensors. Sensors that measure temperature using light transformations. In order to increase the sensitivity of optical fiber temperature sensors is to use isopropanol, which has a high thermo-optical coefficient. On the other hand, recent advancements in technology due to the evolution of deep learning, it has undergone many changes in the field of machine learning and artificial intelligence. Today, different systems have been able to increase their performance accuracy by using pattern recognition based on deep learning. Meanwhile, in fiber optic sensors and especially optical fiber temperature sensors, they have not benefited from deep learning technology and have lagged behind for years. In this research, an attempt has been made to create a bridge between optical fiber temperature sensors and pattern recognition based on deep learning. For this purpose, an optical fiber temperature sensor that uses isopropanol to increase sensitivity was simulated by Rsoft software for 106 different temperatures. To clarify, a complete database of different light propagations with every optical mode is created for the temperature range of -73 to 82 ° C. The database is used for the optimization of a neural network. In addition, the neural network is designed based on AlexNet using Python programming language with Keras-library. Deep Learning can be considered as a new way of calibration that can estimate the temperature changes using the mode patterns formed in optical fibers. Finally, the designed system succeeds in estimating the temperature with a mean square error of 0.006817987. It can be said that the current research has a different look at optical fiber temperature sensors, which tries to improve the quality of optical fiber sensors by upgrading the software systems and not just by upgrading hardware.

Key Words: *Sensors, Optical Fiber, Isopropanol, Deep Learning, Mods, Neural Network, Temperature, Thermo-Optic*

Ministry of Science

Research and Technology

Graduate University of Advanced Technology

An Optimum Isopropanol Optical Fiber Temperature Sensor using Deep Learning

A Thesis for Degree of Master of Science (M.Sc.) in Photonics – Electronics and Telecommunication

Armin EskandariNasab

Supervisor\Supervisors

Dr. Mehdi Tajaldini

August 2020