

Sensoriamento Táctil Distribuído com Redes de Bragg em Fibra Ótica

Lucas Hermann Negri^a, Aleksander Sade Paterno^b, Marcia Muller^a, José Luís Fabris^{a*}

^aUniversidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, Brasil

^bUniversidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Joinville, Brasil

*fabris@utfpr.edu.br

Resumo—Este trabalho apresenta um sistema de sensoriamento distribuído para a localização de cargas aplicadas em uma placa de metal. O sistema utiliza transdutores compostos por redes de Bragg em fibra ótica encapsuladas em blocos retangulares de silicone. Máquinas de vetor de suporte para regressão foram treinadas com as respostas obtidas dos sensores quando da aplicação de uma carga de teste sobre a placa, e utilizadas para estimar a localização da carga. Os resultados mostram um erro Euclidiano médio de 2,29 mm correspondente a 0,81% da diagonal da área de sensoriamento.

Palavras chave—sensores óticos; Redes de Bragg; sensor táctil

I. INTRODUÇÃO

O monitoramento estrutural é um campo de interesse para a engenharia com aplicações em diversos setores, entre os quais os que buscam monitorar a integridade de grandes estruturas sejam elas civis, aeronáuticas ou marítimas, ou mesmo aqueles que necessitam realizar um sensoriamento táctil detectando pequenas forças aplicadas em superfícies de tamanho limitado.

A necessidade de alta sensibilidade, boa resolução e tempos de resposta curtos dos sensores levou à crescente aplicação de sensores baseados em redes em fibras óticas nos sistemas, particularmente as redes de Bragg (FBG) [1- 3].

Uma das técnicas empregadas para o sensoriamento táctil de uma superfície é a técnica ponto-a-ponto, que consiste na utilização de um vetor de transdutores, sendo cada um responsável pela monitoração de uma região discreta da superfície [4]. Nesta estratégia, é desejável que os transdutores sejam sensíveis somente às forças aplicadas nas suas proximidades, isto é, que não haja uma resposta acoplada entre os transdutores vizinhos. Uma vantagem do uso de um vetor de transdutores pontuais está na sua capacidade de detectar múltiplos pontos simultaneamente com boa resolução, ao custo de requerer um número elevado de transdutores para cobrir áreas extensas. Consequentemente, a construção do sistema é usualmente complexa e requer estratégias de multiplexação sofisticadas para tratar de áreas de sensoriamento mais extensas.

Também é possível realizar um sensoriamento distribuído no qual a própria estrutura monitorada atua como parte do sensor [5-7]. Apesar do número de transdutores requeridos no sensoriamento distribuído ser menor do que no sensoriamento ponto-a-ponto, usualmente o processamento de dados é mais complexo e apresenta uma capacidade reduzida para detectar cargas aplicadas simultaneamente em pontos diferentes da estrutura.

Neste trabalho é apresentado um sistema de sensoriamento táctil distribuído empregando transdutores de redes de Bragg em fibras óticas, que apresentam facilidade de multiplexação e alta sensibilidade, sendo ideais para tal aplicação. O sistema foi testado com cargas aplicadas individualmente sobre uma placa de aço. A deformação gerada na estrutura é detectada simultaneamente pelo conjunto de transdutores, cujas respostas são utilizadas para estimar o ponto de aplicação da força por meio de máquinas de vetor de suporte para regressão (SVR) [8]. A aplicação de aprendizagem de máquina possibilita que a posição seja determinada por meio de dados experimentais, sem a necessidade da identificação do modelo físico do sistema, como realizado por Wang et al. [6].

II. MÉTODOS

A. Transdutores

As FBGs utilizadas no trabalho foram obtidas pela técnica de gravação externa com o emprego de máscara de fase. Nesta técnica, a luz de um laser de excímero (KrF, Coherent Xantos) incide sobre a máscara de fase (Ibsen Photonics) produzindo um padrão de difração sobre a fibra ótica posicionada paralelamente a máscara. Este padrão altera periodicamente o índice de refração do núcleo da fibra, alteração esta que caracteriza a FBG [9]. A Equação (1) apresenta a relação entre o comprimento de onda de Bragg da rede produzida λ_B , a periodicidade Λ da modulação no índice de refração e o índice de refração efetivo do modo de propagação da rede n_{ef} [9]. Alterações na periodicidade ou no índice efetivo causados por parâmetros externos resultam no deslocamento do comprimento de onda de ressonância, possibilitando o uso dos dispositivos em sensoriamento.

$$\lambda_B = 2n_{ef}\Lambda \quad (1)$$

Máscaras com diferentes periodicidades foram utilizadas para produzir redes de Bragg com diferentes comprimentos de onda de operação, possibilitando a interrogação simultânea das FBG por meio de multiplexação por comprimento de onda.

Estas FBGs foram utilizadas para produzir um conjunto de transdutores que juntamente com duas placas de aço compõem o sistema táctil. Cada transdutor é composto por uma FBG encapsulada em um bloco retangular de borracha de silicone acetinada utilizada como adesivo e vedante, conforme a Fig. 1.