

Comparison of Metaheuristic Optimization Algorithms in Damage Detection of Structures

Ramin Ghiasi^{1*}, Mohammad Reza Ghasemi², Yaser Binaee³, Hamid Reza Ghaffari⁴

PhD Candidate in Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
(rghiasi@pgs.usb.ac.ir)

Associate Professor, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
(mrghasemi@hamoon.usb.ac.ir)

PhD Candidate in Computer Engineering, Islamic Azad University of Ferdows, Ferdows, Iran (yaser.binaee@gmail.com)

Assistant Professor, Islamic Azad University of Ferdows, Ferdows, Iran (hamid_ghaffari@yahoo.com)

Abstract

This paper presents structural damage detection using various methods of metaheuristic optimization algorithms and modal strain energy damage index. Optimization algorithms that are used in this paper are particle swarm optimization (PSO), harmony search algorithm (HS), cuckoo search (CS) and gravitational search algorithm (GSA). Static responses and dynamic characteristics of structure will change due to damages dependent on both the damage location and the damage severity. In this study, by using modal strain energy of structural elements as damage index, severity and location of damage in structure is detected. The difference between damage index of real structure and hypothesis structure defines as objective function of optimization algorithms. Proposed method is implemented on truss structure. Results show that optimization algorithms detect location and severity of damage with high accuracy. Furthermore, CS algorithm shows better results in comparison with other optimization algorithms that are used in this research.

Keywords: Structural damage detection, particle swarm optimization (PSO), harmony search algorithm (HS), cuckoo search (CS), gravitational search algorithm (GSA).

مقایسه الگوریتم های فرا ابتکاری بهینه ساز در عیب یابی سازه ها

رامین قیاسی^{۱*}، محمد رضا قاسمی^۲، یاسر بینایی^۳، حمید رضا غفاری^۴

۱- دانشجوی دکترای مهندسی عمران و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد خواف، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
(rgyasi@pgs.usb.ac.ir)

۲- دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران (mrghasemi@hamoon.usb.ac.ir)

۳- دانشجوی دکترای مهندسی کامپیوتر و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد خواف، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس، فردوس، ایران
(yaser.binaee@gmail.com)

۴- استادیار گروه مهندسی کامپیوتر دانشگاه آزاد فردوس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فردوس، فردوس، ایران (hamid_ghaffari@yahoo.com)

چکیده

در این مقاله، تشخیص محل و شدت خرابی در سازه ها با استفاده از الگوریتم های مختلف بهینه سازی و تغییرات انرژی کرنشی مودال المان های سازه بررسی شده است. الگوریتم ها بررسی شده در این پژوهش شامل الگوریتم بهینه سازی اجتماع ذرات (PSO)، جستجوی هارمونی (HS)، الگوریتم جستجوی فاخته (CS) و الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) می باشد. معمولاً خرابی موجب کاهش سختی سازه و در نتیجه تغییر خصوصیات مودال سازه می شود. در این مطالعه، با استفاده از تغییرات انرژی کرنشی مودال المان اندیس خرابی هر المان بدست آمده، محل و شدت خرابی تعیین می شود. محاسبه این تغییرات تنها به چند مود شکل اندازه گیری شده و ماتریس سختی المان نیاز دارد. اختلاف بین اندیس خرابی سازه ی خراب واقعی و مدل شده به عنوان تابع هدف الگوریتم های بهینه سازی مورد استفاده قرار می گیرد. این روش بر روی سازه ی خرابی به صورت عددی پیاده سازی شده است. نتایج روش پیشنهادی نشان می دهد که این روشها به طور موفقیت آمیزی محل وقوع و شدت خرابی را در سازه با دقت خوبی تعیین می کنند. با این وجود بین الگوریتم های مطرح شده الگوریتم CS قابلیت بهتری در جستجوی فضا مسئله داشته و در نتیجه دقت بالاتری در تشخیص خرابی در سازه ها دارد.

واژه های کلیدی: عیب یابی سازه ها، الگوریتم بهینه سازی اجتماع ذرات (PSO)، الگوریتم بهینه سازی جستجوی هارمونی (HS)، الگوریتم بهینه سازی جستجوی فاخته (CS)، الگوریتم بهینه سازی جستجوی گرانشی (GSA)