

Received May 4, 2019, accepted May 26, 2019, date of publication June 26, 2019, date of current version August 31, 2019.
Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2019.2924358

A Novel Bio-Inspired Hybrid Algorithm (NBIHA) for Efficient Resource Management in Fog Computing

HINA RAFIQUE¹, MUNAM ALI SHAH¹, SAIF UL ISLAM², TAHIR MAQSOOD³,
SULEMAN KHAN⁴, AND CARSTEN MAPLE⁵

¹Department of Computer Science, COMSATS University Islamabad, Islamabad 44550, Pakistan

²Department of Computer Science, Dr. A. Q. Khan Institute of Computer Science and Information Technology, Rawalpindi 47320, Pakistan

³Department of Computer Science, COMSATS University Islamabad, Abbottabad Campus, Abbottabad 22060, Pakistan

⁴Department of Computer and Information Sciences, Northumbria University, Newcastle upon Tyne NE1 8ST, U.K.

⁵Warwick Manufacturing Group, University of Warwick, Coventry CV4 7AL, U.K.

Corresponding author: Saif ul Islam (saiflu2004@gmail.com)

This work was supported in part by the Alan Turing Institute under EPSRC Grant EP/N510129/1.

ABSTRACT Fog computing has emerged as a revolutionary paradigm to serve the massive data generated in the Internet of Things (IoT) environments. It can be considered a derivative of cloud computing that provides cloud-like services at the edge of the network. As such, it helps address the, often significant, issue of delays encountered when using cloud systems for the IoT. According to the literature, inefficient scheduling of user tasks in fog computing can actually result in higher delays than cloud computing. Hence, the real benefits of fog computing can only be obtained by applying effective job scheduling strategies. In fact, task scheduling is an NP-hard problem and requires optimal and efficient techniques to address issues of latency, response time, and the efficient resource utilization of resources available at the edge of the network. Given this, we propose a novel bio-inspired hybrid algorithm (NBIHA) which is a hybrid of modified particle swarm optimization (MPSO) and modified cat swarm optimization (MCSO). In the proposed scheme, the MPSO is used to schedule the tasks among fog devices and the hybrid of the MPSO and MCSO is used to manage resources at the fog device level. In the proposed approach, the resources are assigned and managed on the basis of the demand of incoming requests. The main objective of the proposed work is to reduce the average response time and to optimize resource utilization by efficiently scheduling the tasks and managing the fog resources available. The simulations are performed using iFogSim. The evaluation results show that the proposed approach (NBIHA) shows promising results in terms of energy consumption, execution time, and average response time in comparison to the state-of-the-art scheduling techniques.

یک الگوریتم ترکیبی جدید الهام گرفته از طبیعت (NBIHA) برای مدیریت بهینه منابع در محاسبات مه

چکیده: در عالم اینترنت اشیا (IoT)، محاسبات مه (Fog computing) به عنوان یک رویکرد نوآورانه برای مدیریت داده‌های بزرگ این محیط پدید آمده است. محاسبات مه به عنوان یک شاخه از محاسبات ابری است که خدماتی مانند ابر را در لبه شبکه فراهم می‌کند. به همین دلیل، به حل مشکلات، که گاهی به صورت قابل توجهی باعث تأخیرها در استفاده از سیستم‌های ابری در اینترنت اشیا می‌شوند، کمک می‌کند. طبق ادبیات، زمانبندی ناکارآمد وظایف کاربر در محاسبات مه، ممکن است باعث تأخیرهای بیشتری نسبت به محاسبات ابری شود. بنابراین، بهره‌های واقعی محاسبات مه تنها با استفاده از استراتژی‌های موثر زمانبندی وظایف قابل دستیابی است. در حقیقت، زمانبندی وظایف یک مسئله NP-hard است و برای حل مسائل تأخیر، زمان پاسخ و استفاده کارآمد از منابع موجود در لبه شبکه، تکنیک‌های بهینه و کارآمد لازم است. با توجه به این، ما یک الگوریتم ترکیبی جدید الهام گرفته از طبیعت را (NBIHA) پیشنهاد می‌دهیم که ترکیبی از بهینه‌سازی ازدحام ذرات تغییر یافته (MPSO) و بهینه‌سازی ازدحام گربه تغییر یافته (MCSO) است. در طرح پیشنهادی، MPSO برای زمانبندی وظایف بین دستگاه‌های مه استفاده می‌شود و ترکیبی از MPSO و MCSO برای مدیریت منابع در سطح دستگاه‌های مه استفاده می‌شود. در روش پیشنهادی، منابع بر اساس تقاضای درخواست‌های ورودی اختصاص داده و مدیریت می‌شوند. هدف اصلی این کار پیشنهادی، کاهش میانگین زمان پاسخ و بهینه‌سازی استفاده از منابع با زمانبندی بهینه و مدیریت منابع در دسترس مه است. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از iFogSim انجام می‌شود. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد

که روش پیشنهادی (NBIHA) نسبت به تکنیک‌های زمانبندی پیشرفته روز دنیا، نتایج قابل قبولی در مصرف انرژی، زمان اجرا و میانگین زمان پاسخ ارائه می‌دهد.