

遊休計算機を含む分散型 e-Learning システムの 開発者向け可視化機能の実装

堤 祥輔[†] 東野 正幸[‡] 高橋 健一[§] 川村 尚生[¶]
鳥取大学[†] 鳥取大学[‡] 鳥取大学[§] 鳥取大学[¶]

1 はじめに

遠隔授業の推進により e-Learning システムの需要が高まっている。しかし、既存の e-Learning システムでは専用サーバの導入・運用などで大きな費用負担が発生する。そこで我々は、組織内で計算資源を余らせている複数の一般的な既存計算機（以後、遊休計算機）を活用して安価に導入・運用可能な分散型 e-Learning システム（以後、本システム）を開発している [1]。

遊休計算機はそれぞれの性能が不均質であることや遊休計算機本来の使用者の操作によるシステムへの参加・離脱が任意のタイミングで発生する性質を持つ。遊休計算機をノードとして本システムに組み込む場合、遊休資源を効率的に利用するには、このような遊休計算機の性質を考慮したシステムの性能向上や機能追加のための改修が必要となる。

本システムを改修する際に遊休計算機を含む分散システム特有の動作確認やデバック作業などでシステムの動作状況を確認する必要があるが、手動で各ノードに分散したログを確認しようとする、開発者に時間的負担をかけることになる。そこで、我々は遊休計算機に特化した振り舞いや性能を容易に確認できる開発者向け可視化機能（以後、ビジュアライザ）を提案している [1]。本稿では本ビジュアライザを実装して実システムでの使用により評価する。

2 遊休計算機を含む分散型 e-Learning システム

本システムの構成例と遊休計算機を用いた負荷分散法を図 1 に示す。本システムは複数のノードでコンテンツを管理する。常駐ノードとはシステム専用のノードであり、安定した計算資源として扱える。遊休ノードは遊休計算機を使用したノードであるため不安定である。常駐ノードが持つコンテンツにユーザからのア

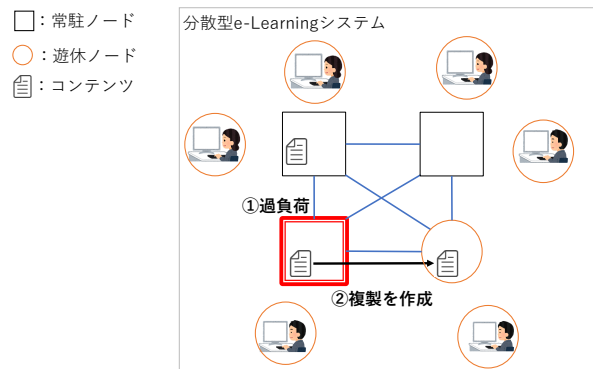


図 1 遊休計算機を含む分散型 e-Learning システムの構成例

クセスが集中した場合、そのコンテンツの複製が遊休ノードに作成され、負荷を分散することが可能となる。

3 可視化機能の設計

遊休計算機には遊休資源として活用できる高性能な計算機や逆に活用できない低性能な計算機が有るため、遊休計算機として使用できる計算機の性能の閾値を決める必要がある。また、遊休計算機の性質により計算機本来の使用者の操作による任意のタイミングでのシステムへの参加・離脱が発生するため、ノードの構成が変化する前と後を比較する必要がある。そこで、各ノードの参加・離脱状況と各ノードの保有計算資源情報を可視化し、ノード構成の変化やシステムへ影響を与えたノードの保有計算資源情報を 1 つの画面で確認可能にする。

さらに、開発者は遊休計算機の性質を考慮した負荷分散アルゴリズムなどを改修した際の効果を確認する必要がある。そこで、各ノードにおけるクライアントからのリクエストの処理実績を可視化することで、各ノードの処理能力と改修したアルゴリズムの有効性を 1 つの画面で確認可能にする。

4 可視化機能の実装

4.1 データの収集方法

各ノードの参加・離脱状況や保有計算資源情報などのメタ情報については、本システムで使用されている

Implementation of a visualization system for developers of a distributed e-Learning system including idle computers

[†] Shosuke Tsutsumi, Tottori University

[‡] Masayuki Higashino, Tottori University

[§] Kenichi Takahashi, Tottori University

[¶] Takao Kawamura, Tottori University

分散データベースの Apache Cassandra^{*1}で管理されている。そこから取得したデータを、JSON 形式のデータに変換してビジュアライザに送信する。

本システムでは、各ノードで HTTP サーバの Eclipse Jetty^{*2}が動作しており、クライアントからのリクエストを処理している。そこで、これらの HTTP リクエストのログよりリクエストの応答時間と単位時間毎の処理数を取得し、これを各ノードにおけるクライアントからのリクエストの処理実績として定期的にビジュアライザに送信する。

4.2 可視化方法

提案する可視化機能は開発者向けの機能であるため、現在のシステム状況だけでなく、過去の期間のシステム状況も確認可能とする。そのため、本システムから集められたログはビジュアライザのローカルデータベースに記録しておき、必要に応じた期間を指定してログデータを抽出し、過去のログを再生可能とする。

本システムから送信したログデータはローカルデータベースである MariaDB^{*3}で保存し、指定された期間の各ノードの参加・離脱状況と保有計算資源情報、各ノードのコンテンツのダウンロードのリクエストの処理実績をネットワーク図と表形式でそれぞれ表示する。

図 2 及び図 3 に実装したビジュアライザの動作時のユーザインタフェースを示す。各ノードの参加・離脱状況や保有計算資源情報は図中 2 のネットワーク図と図中 4 の表で確認でき、各ノードのリクエストの処理実績は図中 5 の表から確認できる。ノードの参加・離脱などが発生した時間は図中 3 の表で確認できる。

5 実験

本実験はビジュアライザが負荷分散アルゴリズムの動作の確認が可能であることを示すために行う。常駐計算機 2 台、遊休計算機 4 台で構成された本システムにアップロードされた 668 KB のコンテンツを 1 分間に 500 回ダウンロードする。この作業をランダム (図 2) とラウンドロビン (図 3) の 2 種の負荷分散方法で行う。その結果をビジュアライザを用いて比較する。

ラウンドロビンでの負荷分散の結果はランダムでの負荷分散の結果よりもリクエストもほぼ均等に割り振られており応答時間が安定している。また、ランダムで負荷を分散させると 500 回のアクセスでは負荷が集中する場合があることが分かった。また、ラウンドロビンでの負荷分散は均等に分散するため各ノードの応答時間を比較しやすく、遊休計算機として使用できる閾値を決める場合に有用であることが分かった。

実験の結果、ビジュアライザを用いてアルゴリズムを比較できるだけの情報を得ることが可能となり、開発者の時間的負担も軽減できた。このことからビジュアライザは遊休計算機を含む分散システムの動作実験やアルゴリズムの実装に有用である。

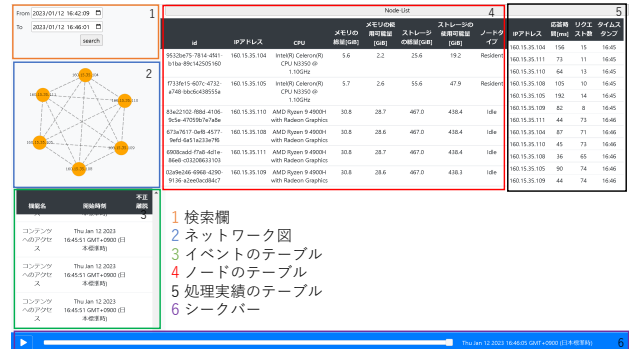


図 2 ランダムでの実験結果

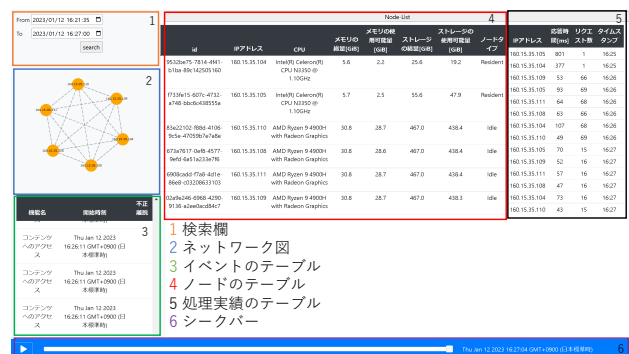


図 3 ラウンドロビンでの実験結果

6 おわりに

本稿では、遊休計算機を含む分散型 e-Learning システムの開発者向け可視化機能を提案し、その実装について述べた。また、開発した可視化機能によって本システムの開発者の時間的負担が軽減可能となった。今後は保有計算資源情報に基づいた負荷分散アルゴリズムの改良に活用するとともに提案手法の有用性をさらに検証する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 19K03081 の助成を受けたものである。

参考文献

[1] 堤祥輔, 東野正幸, 高橋健一, 川村尚生: 遊休計算機を含む分散型 e-Learning システムの開発者向け可視化機能の開発に向けて, 2022 年度 (第 73 回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集 (2022).

*1 Apache Cassandra: <https://cassandra.apache.org/>

*2 Eclipse Jetty: <https://www.eclipse.org/jetty/>

*3 MariaDB: <https://mariadb.org/>