

ユーザ近傍におけるコンピューティング環境の開発 - エッジ環境で運用するサービスプラットフォーム -

1. 背景

近年、インターネット環境が発展しクラウドサービスと呼ばれるインターネットを経由した情報処理が多く存在している。こうした情報処理の背景には、クライアントと呼ばれるパーソナルコンピュータやスマートフォンなどの通信機構のあるユーザ端末、センサーやカメラなどのIoT（IoT：Internet of Things）機器の増加も要因として考えられる。

通信機能を備えたクライアントの普及や情報処理に利用されるデータ量の増加によって通信時に発生する問題としてネットワークトラフィックの増加や通信遅延、ネットワークトラフィックの一極集中が発生するようになった。このような問題を解決するネットワークの通信モデルとしてエッジコンピューティングと呼ばれるものがある。

インターネット上におけるエッジコンピューティングは、ネットワーク上でクライアントに近いデータセンターなどにエッジサーバと呼ばれる分散処理用のサーバを配置することで達成可能であるが、物理的にエッジサーバをクライアント近傍で展開する方法や運用については、デファクトスタンダードとして利用されているものは無い。

2. 目的

本プロジェクトは、クライアントが単体で無線通信やLAN ケーブル等の有線接続を用いて通信可能な範囲（以下「ユーザ近傍」と称する）にて、インターネット接続およびネットワーク環境の有無に関わらず、情報処理を提供可能なコンピューティング環境を開発することである。

コンピューティング環境がクライアントに情報処理を提供もしくは情報処理を担うことをサービスと定義し、ユーザ近傍にて完結するサービスの運用モデルを確立させることを目的とする。

3. 開発の内容

コンピューティング環境は、サービスを提供することが目的であるため、ユーザ近傍で運用するサービスの種類は、自由に変更できることが望ましい。また局所環境での運用を想定していることから、持ち運びが容易であることも求められる。本プロジェクトでは、ユーザ近傍での情報処理を実現するための物理環境（図1）と制御プログラムを作成した。



図 1: 作成したコンピューティング環境

3.1. 物理環境の構築について

本プロジェクトは、局所環境での運用を想定しているため、物理環境の構築に小型で取り扱いやすいシングルボードコンピュータを採用している。単体でのシングルボードコンピュータでは性能の限界があるため、複数台の構成によって性能の向上を図っている。

構成要素のシングルボードコンピュータの一台に物理環境を制御するコントローラと呼ばれる役割を持たせ、コントローラ以外には、ユーザ近傍でサービスを提供するサービスノードとして運用する。

また、シングルボードコンピュータ上にある Wi-Fi のチップをアクセスポイントとして運用することで、クライアントを収容可能なネットワークの提供ができる。シングルボードコンピュータでサービス提供機能とネットワーク提供機能を備えることで、物理環境を構成する要素の簡素化が可能となった。

3.2. サービスの提供について

外部のネットワークとは隔離されていることから、外部の API に依存するサービス等は利用することができない。

本システムでは、スタンドアローンで運用可能なアプリケーションをコンピューティング環境に複数設定しておくことで、利用用途によって提供するサービスを切り替える機構を実装している。サービスの提供機能に、Docker を利用しているため自由度の高いサービス提供が可能になっている。

3.3. システムアーキテクチャについて

本システムを構成する主な要素として、以下のものが挙げられる。

- システム制御 API
- サービスへのアクセスやシステムの状態を確認する WEB アプリケーション
- サービスノード管理機構

システム制御 API は、本システムで提供するサービスの制御管理やシングルボードコンピュータの死活監視や状態確認などシステムを運用していく上で必要な制御機構を実装している。

このシステム制御 API と連携して動作するものとして WEB アプリケーションがあり、本システムを運用する管理者は、サービスの起動および設定やシステムへの負荷などの情報を確認できる。

サービスの利用者であるユーザは、この WEB アプリケーションにアクセスすることで現在提供されているサービスの一覧を確認でき、容易にサービスを利用することができる。システムのアーキテクチャを図 2 に示す。

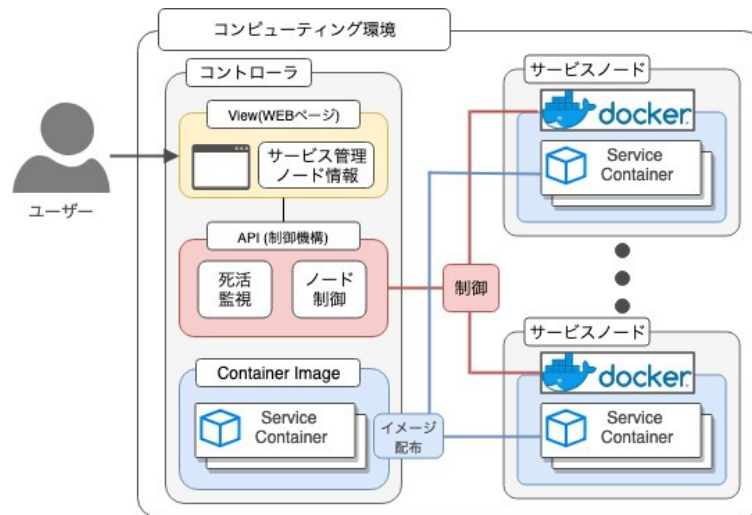


図 2: システムアーキテクチャ

3.4. サービスノード管理について

複数台のシングルボードコンピュータの設定や補助記憶装置の準備は、手間やコストがかかってしまう。本システムで採用したシングルボードコンピュータは、通常の補助記憶装置として microSD カードを利用している。

しかし microSD カードは、データを読み書きしている際に電源が落ちるなどの強制終了時に故障しやすいため、本プロジェクトのような持ち運びを想定した運用には適していない。このような運用における問題を解決するために、サービスノードから補助記憶装置を取り除きネットワークブートによるサービスノード管理機構を実装した。この管理機構により、オペレーティングシステムやサービスの運用で発生したデータの一元管理が可能となった。

3.5. システム運用における情報共有コストの軽減について

本システムでは、物理環境に情報表示用のディスプレイを取り付けることで、クライアントを収容ネットワークを提供するのアクセスポイントの SSID 等の接続情報の表示や QR コードを用いたネットワークの接続設定が容易に行える。

また、ネットワーク接続時にポータルサイトを表示させる「キャプティブポータル」と呼ばれる技術を採用している。サービスの一覧が確認できる WEB アプリケーションをポータルサイトとして表示させることで、事前に情報を共有せずともサービスの利用ができるため、運用におけるコストを下げる事が可能となった。

4. 従来の技術（または機能）との相違

局所環境でサービスを運用する際、従来の手法ではルータやスイッチングハブおよびアクセスポイントなどのネットワーク機器の設置およびクライアントを収容するネットワークの設定、そしてサービスを動かすサーバの環境構築が必要であることやサービスを提供するサーバへのアクセス方法など、事前に情報共有しなければならない。

このような局所環境における運用の課題を解消しつつ、ユーザ近傍における情報処理を実現可能なため、従来の手法と比較して運用性が高いといえる。

5. 期待される効果

ネットワークを利用したサービスの多様化により、ネットワークトラフィックは増加傾向にある。また、イベントやセミナー会場などの局所環境で求められる資料等の情報共有やIoT機器によるデータ分析および処理など、近傍における情報処理の需要は非常に高いといえる。

本システムを運用することでネットワーク環境の有無に問わず、その場所での通信および情報処理が可能であることから、災害時など緊急時の一時的な情報共有のプラットフォームとしての運用であったり、IoT機器の実験環境としての利用など、本システムの応用可能な範囲は非常に広いといえる。

6. 普及（または活用）の見通し

本システムは、特定のシングルボードコンピュータに依存している機能があるため、汎用性向上のために、機能の抽象化などシステムを改善していく必要がある。

ユースケースとして、外部との通信が不安定な船上なども視野に入れつつ、高度なエッジコンピューティング環境として運用できるようにしていきたい。

7. クリエータ名（所属）

吉田 朋広（神戸情報大学院大学 横山研究室）