

Title	コンテナ環境における名前空間の設計と分散型名前解決機構の提案
Author(s)	片岡, 拓海
Citation	
Issue Date	2023-05-18T08:08:39Z
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/18355
Rights	
Description	Supervisor: 篠田 陽一, 先端科学技術研究科, 修士(情報科学)

概要

Web サービスを代表とする多種多様な IT サービスが展開される昨今、効率的にサービス構築や運用、管理を行うため、柔軟性や俊敏性の伴うシステムの構築・運用が求められている。そのような要求を満たすため、クラウドコンピューティングや分散システム環境において、コンテナ型仮想化技術の利用が増加している。

コンテナ型仮想化技術は OS レベルの仮想化技術であり、これを利用することで、プロセス単位で隔離された空間であるコンテナを作成することができ、その中でサービスやアプリケーションを動かすことができる。コンテナを利用することで、コンテナ内部のサービスが OS の資源を占有しているように見せかけることを可能にしている。コンテナの実現には、ホスト OS のカーネルで提供される機能を利用している。コンテナはハードウェアレベルの仮想化技術である Virtual Machine と比較してゲスト OS を仮想化しない。そのため、高速に起動することが可能で、可搬性が高く環境差分をなくすことを容易に実現できるといったメリットがある。既存のコンテナ実装では、汎用的にコンテナを利用することはできていなかったため、サービス提供には実サーバや Virtual Machine を用いてのサービスのデプロイには時間がかかり、柔軟性がなかった。しかし、現在のコンテナ型仮想化の代表的な実装である Docker の登場によりサービスやアプリケーションを素早く実行・展開することが可能になり、刻々と変化する要求に対して迅速に対応可能になり、かつスケーラビリティのあるサービス提供を実現することが可能になった。

コンテナにおけるサービス利用のエンドポイントは動的に変化し、かつコンテナの高速な起動・終了に対応できるサービスディスカバリの重要性は増している。コンテナを利用したサービス提供は増えており、今後もコンテナ数の増加が考えられる。そのため、サービス提供者は多数のコンテナにアクセスするための情報を管理する必要があり、利用者がその情報を利用できるサービスを提供する必要がある。また、コンテナの実現において、コンテナネットワーキングではコンテナホスト内部に独自のネットワークを構築し、その名前空間は既存の名前空間から隠蔽されている。しかし、コンテナ内部で稼働するサービスへのホスト外部からのアクセス要求は多い。また、軽量なコンテナを計算機内部で有効的に活用するためには大量のコンテナを稼働させ、ホスト外部からサービスの到達性を確保することが重要になると考えた。そのため、ホスト外部からコンテナ内部で稼働するサービスを把握するために透過的な名前解決が求められている。

本研究では、コンテナ環境内部で稼働するサービスに対して外部から柔軟にアクセスできるようになるためのサービスディスカバリシステムを提供することを目的とする。また、その実現の中で汎用的に利用可能でクラウドサービスで提供されるマネージドサービスなどに依存しない手法について検討を行う。派生する効果として、コンテナ内部で稼働するサービスに対してアクセスする時に、サービスの位置を意識することなく透過的なアクセスを行うことが可能となる。

本研究では、bridge network を代表とするコンテナ環境におけるネットワーク技術やさまざまな環境におけるサービスディスカバリに関する事項について調査した。その結果、コンテナをホストする OS 内部のコンテナネットワークでは、送信元・送信先のインターネット識別子とトランスポート識別子を変換する技術を利用しており、コンテナ内部からホスト外部へのアクセスは容易であるが、ホスト外部からコンテナ内部で稼働するサービスを発見することが困難であることがわかった。

この課題を解決するために以下の要件を満たすシステムを設計する。(1) コンテナ内部で提供されるサービスをホスト外部から発見が可能 (2) サービス名空間の設計 (3) 汎用的なコンテナ環境で利用可能

要件を満たすシステムを設計するため、本研究では、コンテナ内部で稼働するサービスに対してアクセス可能なサービスディスカバリシステムの最適な設計手法の検討を行った。そして、インターネット上の分散データベースを利用した動的な名前解決の仕組みとコンテナを提供するホスト内部からコンテナ内部で稼働するサービスに到達するためのエンドポイントの情報を外部に公開する仕組みを組み合わせたサービスディスカバリシステムを提案する。サービス提供者はコンテナにおいてサービス提供開始時にインターネット識別子とトランスポート識別子をデータベースに格納し、サービス利用者はその情報を参照してサービスに対してアクセスを行う。名前空間や名前サービスについて、インターネット上における名前解決の仕組みを利用するため、既存の名前空間の内部に包含する設計を採用し、名前解決の透過性を確保した。サービスのエンドポイントを公開する手法の実現について、普及性や透過性の観点から既存のコンテナ実装に対して追加実装を加えない手法を採用した。

提案手法の動作確認として、サービス提供時と利用時を想定した実験を行った。サービス提供時の実験では、提案手法を利用したコンテナの起動とデータベースへの情報の更新を行なった。サービス利用時の実験では、サービスレコードを参

照することを模倣するため、SOCKS プロキシを用いて名前解決を行い、Web アクセスを行なった。その結果、ホスト外部からコンテナ内で提供される web サービス利用のための情報の更新とコンテナ内部で提供されるサービスの利用が可能であることを確認した。以上から、本研究で提案する手法を利用することで、透過的なサービスディスカバリが可能になることを確認した。

本研究の結果、ネットワークやサービスの位置を意識することなく、透過的なサービスディスカバリの可能性を示した。本研究の提案手法を応用することで、複数のコンテナ群を管理するアプリケーションの環境に依存することのないサービスディスカバリの実現が可能になり、より多くのコンテナを管理することができると考えている。今後の検討項目として、名前解決を行うリゾルバ API の拡張実装やスケーラビリティ等に関する定量的評価の必要性が明らかになった。