

論文概要

九州工業大学大学院情報工学府 情報創成工学専攻

学生番号	17675017	氏名	佐藤 寛文
論文題目	コンテナ型仮想化におけるディスクアクセス性能の改善		

1 はじめに

近年、Dockerなどのコンテナ型仮想化が注目されている。コンテナはOSが提供する仮想化環境であり、ディスク容量の節約やコンテナ作成の高速化のためにOverlayFSと呼ばれるファイルシステムが用いられる。OverlayFSは、読み込み専用の共通ディスクイメージの上書き込みが可能で差分ディスクイメージを重ねる。下層の共通ディスクイメージのファイルを書き換える際には、ファイルを上層にコピーしてからアクセスする。その際に、書き換える部分のサイズに関わらずファイル全体をコピーするため、ファイルが大きい場合にはコピーのオーバーヘッドが大きくなる。また、書き換える部分が少ない場合には、ディスク容量の利用効率が低下する。

本研究では、ファイルの変更部分のみを上層に書き込むようにすることで、OverlayFSのオーバーヘッドを削減した新しいファイルシステム TranslayFS を提案する。

2 TranslayFS

TranslayFSは、ファイルを書き換える際に下層から上層へのデータのコピーをできるだけ行わないようにする。従来のOverlayFSはファイルを書き込み可でオープンする際に下層から上層にファイル全体をコピーし、以降は上層のファイルのみにアクセスする。そのため、一括コピーのオーバーヘッドが大きく、ディスク容量も2倍必要になる。それに対して、TranslayFSはオープン時にはファイルのコピーを行わず、代わりに下層のファイルに対するオープン処理だけを行う。

ファイルへの最初の書き込みを行う時、TranslayFSは図1のようにスパーズファイルと呼ばれる特殊なファイルを上層に作成する。このスパーズファイルは下層のファイルと同じ大きさを持つが、実際のデータを含まず、ホールと呼ばれる空のブロックからなる。そして、作成したスパーズファイルをオープンしてデータを書き込む。ブロック全体を書き換えない場合には、ブロック中の書き換えない部分のデータだけを下層のファイルからコピーする。そのため、データコピーを最小限に抑えることができる。

ファイルの読み込みを行う際には、TranslayFSは

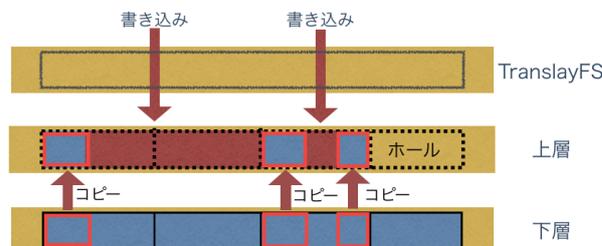


図 1: TranslayFS の書き込み処理

まず、上層のファイル中の対象ブロックがホールかどうかを調べる。ブロックの論理ブロック番号を物理ブロック番号に変換し、変換できなければそのブロックはホールであると判断する。ブロックがホールであれば下層にあるファイルのブロックからデータを読み込み、ホールでなければ上層にあるファイルのブロックから読み込む。

3 実験

TranslayFSとOverlayFSのファイルアクセス性能を比較する実験を行った。まず、下層に10GBのファイルを用意し、TranslayFSとOverlayFSを用いてマウントした。その後、そのファイルをオープンして1バイトの書き込みを行い、処理にかかる時間を測定した。測定結果はOverlayFSでは51.3秒だったのに対し、TranslayFSでは4.1ミリ秒となり、大幅に短縮することができた。

次に、1バイトの書き込みを行ったファイルに対して読み込みを行い、TranslayFSとOverlayFSとで処理にかかる時間を測定した。結果として、TranslayFSはOverlayFSに比べて3.9%の性能低下が見られた。これは、TranslayFSにおいてホールの判定処理にかかるオーバーヘッドによるものだと考えられる。

4 まとめ

本研究では、OverlayFSにおけるファイルオープン時のオーバーヘッドを削減した新たなファイルシステム TranslayFS を提案した。実験の結果、巨大なファイルに対する書き込み性能は大幅に向上したが、読み込み性能が少し低下した。今後の課題は、読み込み性能の向上および2回目以降の書き込みの性能向上である。