

## 膨大なファイル数に対応したファイルシステムの設計に関する研究

学籍番号 2512290475 学生氏名 夏山 聡史  
(主指導教員 森 邦彦)

## 1. 研究の背景と目的

画像投稿型 SNS Instagram では1日の平均投稿数が約8千万枚を超えている。このような SNS では利用者が毎日のように画像を投稿するため、保存される数百KB程度の画像ファイルが膨大な数になると考えられる。Linux 標準の EXT4 や XFS などファイルシステムは膨大な数のファイルが保存することに向いていない<sup>[1]</sup>。その原因は、メインメモリ上にinodeがキャッシュ仕切れなくなるためである。また、ディレクトリの階層の深さに対してinodeを繰り返し取得しなければならない点が考えられる。これらの問題は、キャッシュされるメタデータのサイズを小さくする工夫とデータブロックアドレスを直接取得する方法で解決できると考えた。本研究では億を超える膨大なファイルのアクセスに耐えることのできるファイルシステムの設計を目的とする。

## 2. 外部状況

メインメモリと HDD の間に、SSD をディスクキャッシュとして利用することで、ファイルへのアクセス速度を高速にしている研究がある<sup>[2]</sup>。しかしファイルのメタデータのサイズは同じのため、同じようにキャッシュしきれなくなる問題を持つ。

## 3. 提案手法

ファイルシステムに億を超える膨大な数のファイルが存在する場合、読み込みや書き込みのアクセス速度が落ちてしまう。その原因として考えられるのが、画像ファイルのメタデータである。これはファイルの様々な情報を管理しており、ファイルシステムによってサイズは異なる。ファイルにアクセスする際にメタデータはメインメモリ上にキャッシュされることで読み込みを高速にしている。しかし、ファイル数の増加に比例してメタデータも増加してしまうため、メインメモリを圧迫しキャッシュができなくなる。そこでファイルのメタデータのサイズを小さくすることでメインメモリの圧迫を抑える手法を提案する。

図1のように、ファイルには多くのメタデータが存在する。これらのメタデータをファイルサイズ・データブロックアドレス・ファイル名の3つにすることでサイズを小さくできると考えた。本研究ではフ

イルのパスをメタデータとする。しかしファイルが実際に保存されているデータの位置が分からないため、パスからデータの位置を把握する必要がある。この問題はパスとデータをペアで保存することで解決が可能である。そのために Key-Value 型のデータベースの利用を選択した。これにより、ファイルのパスからデータを取得することが可能になる。一方で、ファイルシステムの作成にはカーネルプログラミングに関する専門的な知識が必要になる。しかしこのような知識がなくても一般のアプリケーションのようにユーザ空間でファイルシステムを作成することのできるインターフェイスとして FUSE を採用した。パスだけをメタデータにすることで、ファイルのアクセス権を設定することはできなくなる。またファイルのパーミッションやファイルサイズ、更新日時などの情報を取得することもできなくなる。しかしファイルの読み込みや書き込みは一般のファイルシステムと同じように扱えると考えている。

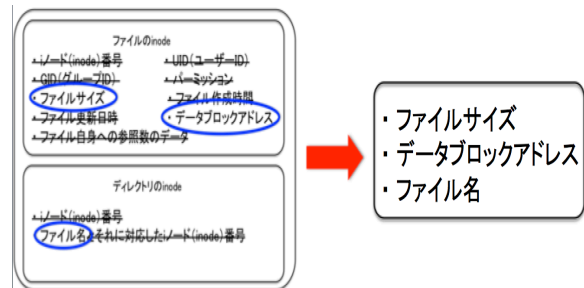


図1. ファイルのメタデータの削減

## 4. まとめと今後の課題

本研究では、億を超える膨大なデータのアクセスに耐えることのできるファイルシステムの設計を行った。今後の課題としては、設計に基づき実装を行い、実際に億を超えるデータに対する読み込みや書き込みといった速度を測定する実験を行う必要がある。

## 参考文献

- [1] [http://events.linuxfoundation.org/slides/2010/linuxcon2010\\_wheeler.pdf](http://events.linuxfoundation.org/slides/2010/linuxcon2010_wheeler.pdf)  
[2] 仁科 圭介, 坂本 龍一, 佐藤 未来子, 並木 美太郎 “SSD をディスクキャッシュとして用いる Linux デバイスドライバの実装” 情報処理学会研究報告 Vol.2012-OS-121 No.5 2012/5/7