

フラッシュメモリ Android 端末における I/O スケジューリングの性能

中村 優太¹ 服部 拓也² 永田 恭輔³ 野村 駿⁴ 山口 実靖⁵

1. はじめに

近年,スマートフォンやタブレットPCが普及し,それらの携帯端末で動作する組込み機器のソフトウェアプラットフォームとして Android が注目されている.これらの端末の多くでは二次記憶装置としてフラッシュメモリが使用されており, HDD 搭載の端末とは I/O 処理時の挙動が大きく異なると予想される[1].しかし, Android のスマートフォン環境下での I/O 性能評価とスケジューラの有効性の報告はまだ少ない.

本稿ではフラッシュメモリ搭載スマートフォン環境下における Android OS の I/O 性能の評価とスケジューラの有効性についての検証を行う.

2. Android における I/O の基本性能の評価

Android における I/O の基本性能評価を行った.評価には Android 4.0.3,Nexus S (CPU cortexA8 (Hummingbird) Processor 1GHz,Memory 512MB)を用いた.

シーケンシャルリードライト,ランダムリードライトの性能を図 1 に示す.測定は端末のフラッシュメモリ内に 1GB のファイルを作成し,それに 4KB の I/O 要求を 1000 回発生し所要時間をはかることにより行った. I/O スケジューラは CFQ を用い,シングルスレッドで行った.一般にフラッシュメモリデバイスはランダムアクセスを高速に処理でき

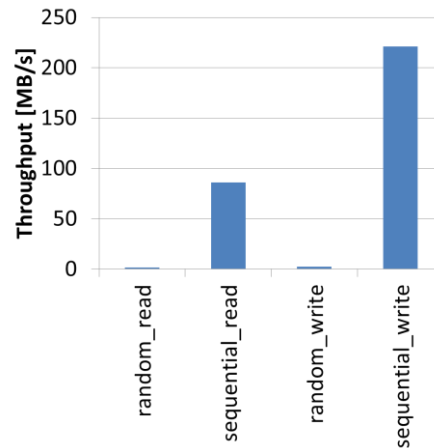


図 1 マイクロベンチマーク性能

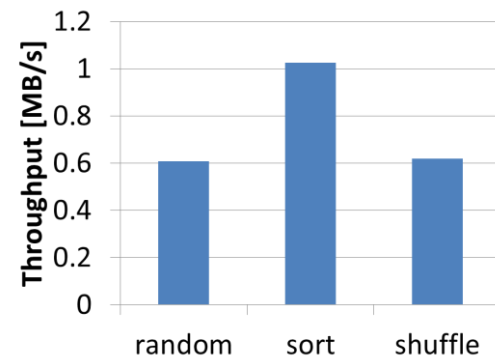


図 2 I/O 順による特性

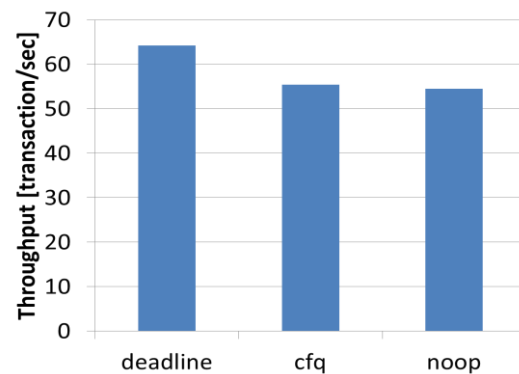


図 3 スケジューラの性能

- 1 工学院大学工学部
Department of information and Communications Engineering, KOGAKUIN University
- 2 工学院大学工学部
Department of information and Communications Engineering, KOGAKUIN University
- 3 工学院大学工学部
Department of information and Communications Engineering, KOGAKUIN University
- 4 工学院大学工学部
Department of information and Communications Engineering, KOGAKUIN University
- 5 工学院大学工学部
Department of information and Communications Engineering, KOGAKUIN University

るとされているが、Android OS を搭載したスマートフォンではシーケンシャルアクセス性能がランダムアクセス性能を大幅に上回る結果となった。これはOSによる先読み処理やブロックマージが効果的に機能したためと考えられる。

次に、フラッシュメモリ搭載の Android 端末における I/O スケジューリングの効果の有無を調査するために、ソート済みアドレスへの I/O 要求と非ソートアドレスへの I/O 要求の性能の比較を行った。ソート有無の I/O の性能を図 2 に示す。性能は 1GB のファイルに対して 1 バイトの read 要求を 1000 回発行する実験を 100 回繰り返し測定した。“sort”と“shuffle”では、1GB のファイルを 1MB のブロック 1024 個に分割し、各ブロックの先頭の 1 バイトに対して read 要求を行った。“sort”では先頭ブロックから後方ブロックに対してアドレスが昇順になるように読込を行い、“shuffle”ではランダム順に並び替えて読込を行った。各読込アドレス間が最低も 1MB 離れているため、OS の先読みは機能しない。“rand”ではブロック分割をせず 1GB ファイル内のすべてのバイトから対象を決定し読込を行った。

図 2 より、同じアドレスへの I/O 要求群を異なる順で処理した“sort”と“shuffle”で性能が異なり、I/O スケジューリングにより I/O 性能が変化することが分かった。

最後に I/O スケジューラの性能評価を行う。図? にマルチスレッド環境における I/O スケジューラごとの性能を示す。性能は、ファイルの 128MB の範囲からランダム選んだ 1 バイトに対して読込を行う実験を行い測定した。スレッド数は 16 である。図 3 より、フラッシュメモリ搭載 Android 端末においても I/O スケジューラによる性能の違いがあり、Deadline が CFQ、NOOP より高性能であることがわかる。

この結果を解析する為に MMC ドライバにて命令が発行された時刻と終了した時刻、読み込み先アドレスを取得した。図 4 に、観測された I/O 要求のアドレス差(今回のアクセスアドレスと前回のアクセスアドレスの差)と、処理時間の関係を示す。図より、アドレスの差が正である(アドレス増加方向に移動する)場合はアドレスの差が負であった場合よりも処理時間が短いことがわかる。また、deadline はアドレスの差が正方向となる場合が多いため性能が高いと考えられる。

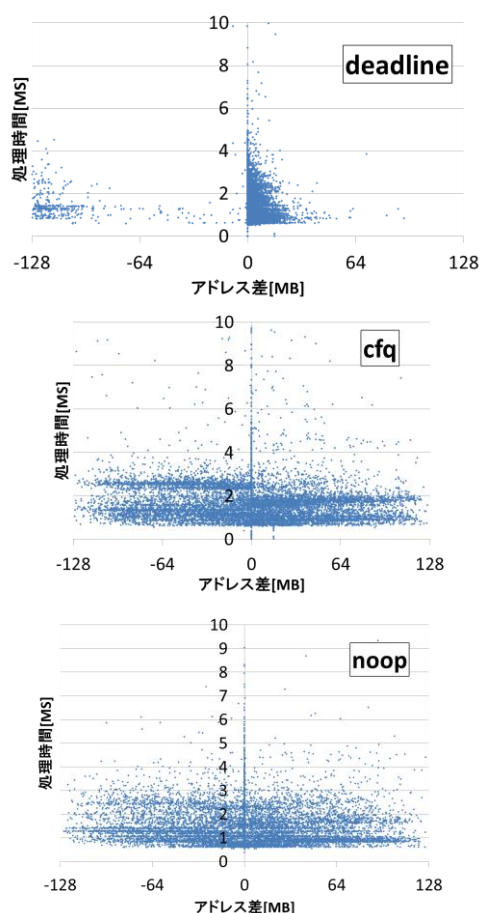


図 4 mmc ドライバの観測結果

3. まとめ

本稿では、フラッシュメモリ搭載の Android 端末を用いて I/O スケジューリングの I/O 性能への影響について考察した。フラッシュストレージにおいては I/O スケジューリングが性能に影響を与えないと考えられていたが、アドレスの差が正である場合は負である場合に比べて処理時間が短いことがわかり、I/O スケジューラによる性能の差も確認された。

今後は、フラッシュメモリ搭載 Android スマートフォンに適した I/O スケジューリング手法について考察していく予定である。

参考文献

- [1] 服部 拓也, 山口 実靖 "Android 端末におけるデータベースアクセス性能の解析と考察", マルチメディア, 分散, 協調とモバイル DICOMO2012 シンポジウム, pp. 91-96 (2012)