

Android OS の I/O 性能評価と動作解析 Performance Evaluation and Analyses of Android OS

服部 拓也[†]
Takuya Hattori

新居 健一[†]
Kenichi Nii

山口 実靖[†]
Saneyasu Yamaguchi

1. はじめに

近年スマートフォンの登場により Android OS が注目されている。Android OS は、豊富なユーザーインターフェース、アプリケーション、コードライブラリ、アプリケーションフレームワーク、マルチメディアサポートなどの機能を含んでいる。このうち、カーネル部は Linux カーネルを用いており、ミドルウェア部でも多くの Linux と共通のオープンソースソフトウェアが採用されている。例えば DBMS として SQLite が用いられている。これら共通部に関しては、Linux と類似の振る舞いを示し、類似の性能を示すと予想される。しかし、Android Runtime やアプリケーションフレームワークは独自のものを用いており、必ずしも近い性能になるわけではないと考えられる。これに関してカーネルの振る舞いの観察などによる研究が行われている[1][2]。

本稿では、Android OS と Linux OS の I/O 性能の比較を行い、両 OS のカーネルの動作を解析し、性能差の原因について考察する。

2. I/O 性能

同一の計算機上 (CPU : Intel Celeron 440 2[GHz], メモリ : 1024[MB]) で、Android OS と Linux OS を動作させ、I/O 性能の評価を行った。評価方法として、シーケンシャル I/O、ファイル I/O、データベースアクセスの速度を測定した。

2.1 シーケンシャル I/O

dd コマンドを使用し、書き込み速度と読み込み速度の測定を行った。測定結果を図 1 に示す。図より、書き込み速度においては Android OS の性能が Linux OS に比べて約 37% 低く、読み込み速度においては Android OS の性能が Linux OS に比べて約 13% 低い結果となり、どちらも Android OS の性能が Linux OS よりも低いことがわかる。

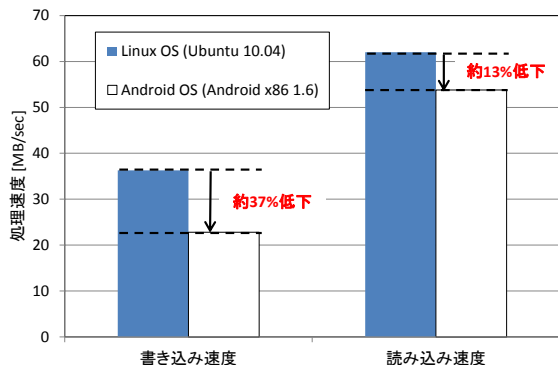


図 1 シーケンシャル I/O 性能の評価

[†] 工学院大学大学院工学研究科電気・電子工学専攻
Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University
Graduate School

2.2 ファイル I/O ベンチマーク

Java 言語で作成したベンチマークプログラムを使用し、ファイル書き込み速度とファイル読み込み速度の測定を行った。測定結果を図 2 に示す。図より、書き込み速度においては Android OS の性能が約 26% 低く、読み込み速度においては Android OS の性能が約 47% 低い結果となり、この測定においても、Android OS が Linux OS よりも低い性能を示した。

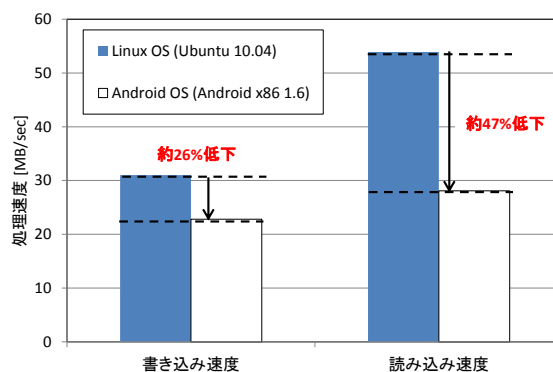


図 2 ファイル I/O ベンチマークによる性能評価

2.3 データベースアクセス性能

SQLite を用いて、データベースに対する Insert 処理と Select 処理の性能を評価した。Insert 処理の性能は、int 型と String 型の 2 列で構成されるテーブルに、整数値と 100 バイトの文字列 10,000 行を Insert するのに要した時間を計測し評価した。Select 処理の性能は、10,000 行で構成される上記テーブルに対して全行のスキャン(SELECT * FROM TABLE;)を、10,000 回行うことにより計測した。結果を図 3 に示す。図より、Insert 処理の性能においては、Android OS の性能が約 45% 低く、Select 処理の性能においては、Android OS の性能が約 35% 低い結果となり、Android OS の性能が Linux OS よりも低いことがわかった。

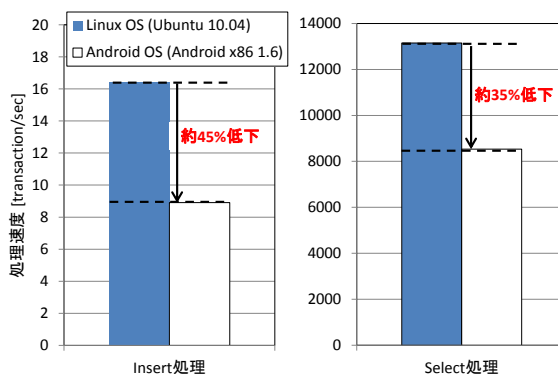


図 3 データベースアクセス性能の評価

3. I/O 解析

前章の結果より、Android OS の I/O 性能が Linux OS の I/O 性能より低く、特に SQLite の Insert 処理に大きな差があることがわかった。

SQLite の Insert 処理は、図 4 の各レイヤの処理を経て実行される。両 OS の性能差を解析するために、SQLite を用いるアプリケーションが Insert 要求を行う直前(App(start))と直後(App(end))の時刻、SQLite が Insert 要求を開始する時刻(SQLite(start))と終了する時刻(SQLite(end))、ファイルシステムが書き込みを開始する時刻(aio(start))と終了する時刻(aio(end))、ブロック I/O の I/O スケジューラへの転送が開始される時刻(bio(start))と終了する時刻(bio(end))、SCSI 命令が発行された時刻(scsi(start))と終了した時刻(scsi(end))を調査した。また、各レイヤで要求された書き込みサイズ、書き込み対象のアドレスや inode 番号なども取得した。

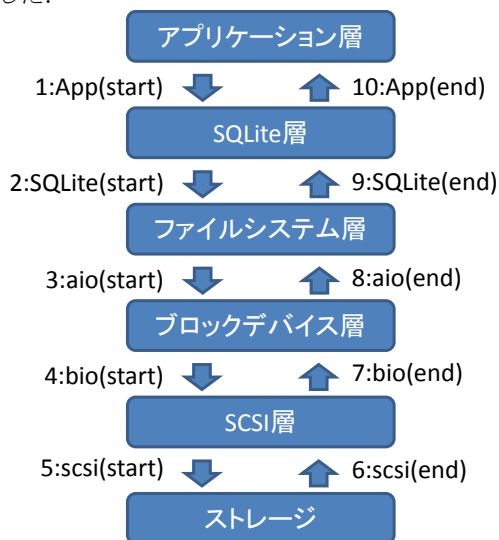


図4 各レイヤと測定時間の関係

図 5 に Android OS におけるモニタリング結果を、図 6 に Linux OS におけるモニタリング結果を示す。両図の横軸の幅はともに 80 [msec]である。横軸はベンチマークソフトが Insert 要求を初めてからの経過時間、縦軸は上からアプリケーション層、SQLite 層、ファイルシステム層、ブロックデバイス層、SCSI 層を表している。

図より、両 OS とも 1 回の Insert 処理中にファイルシステムにて 3 回の書き込み処理が行われていることが分かる。点線内の 2 処理は共に“test.db-journal” (SQLite のジャーナルファイル)、点線外の処理は“test.db” (SQLite のデータベースファイル)に対する書き込みである。Android OS における 1 回目の“test.db-journal”への書き込みから 2 回目の“test.db-journal”への書き込みまでに要する時間が、Linux OS に比べ約 65%長くなっており、2 回目の“test.db-journal”への書き込みから“test.db”への書き込みまでに要する時間が、Linux OS に比べ約 11%長くなっている。また“test.db”への書き込みから、次の Insert 処理が開始されるまでの時間も、Linux OS に比べ約 23%長くなっている。

さらに SCSI 層に注目すると、Android OS と Linux OS における 1 回の SCSI 命令の実行時間(破線矢印間)に差があることが分かる。

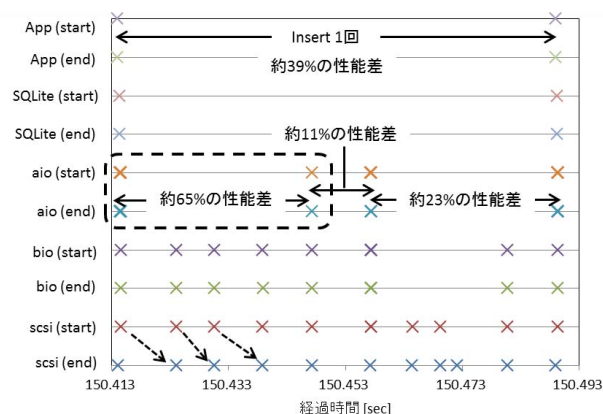


図5 Android OS におけるモニタリング結果

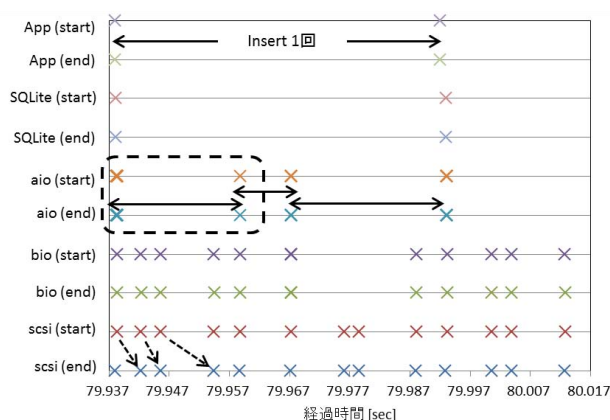


図6 Linux OS におけるモニタリング結果

これらのことから、SCSI 命令の実行時間に差があり、これが上位層の処理時間に影響を与え、両 OS の Insert 処理性能の差の原因となっていると考えられる。

4. おわりに

本稿では、Android OS および Linux OS の I/O 性能を評価した。結果より、Android OS の I/O 性能は Linux OS の I/O 性能よりも低いことが確認され、特に SQLite の Insert 処理に大きな差があることがわかった。

そして、カーネル内の動作を解析することにより、SCSI 命令の実行時間に差があることが確認された。

今後は性能向上手法について考えていく予定である。

謝辞

本稿は科研費 (22700039) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 三木香央理, 山口実靖, 小口正人, “Android 端末におけるカーネルモニタの導入”, 第 22 回コンピュータシステム・シンポジウム, 2010年11月
- [2] 三木香央理, 小口正人, “Android 端末の無線 LAN 通信時のトランスポート層の振舞いに関する一検討”, 情報処理学会論文誌 Vol.50 No.2