

## 無線通信を用いた Android クラスタ計算機の検討

高 和真† 小柳 滋†

†立命館大学情報理工学部

## 1 はじめに

近年、スマートフォンやタブレット端末と呼ばれる携帯端末が急速に普及している。その中で、AndroidOSを搭載した端末がシェアを拡大している。これらの携帯端末は著しく性能が高くなってきており、携帯端末を活用する幅がさらに広がっている。他方で、Android端末は無線通信機能を有しており、無線通信技術も年々向上している。その無線通信機能を利用することで、多くの端末を接続してクラスタ計算機を構築し、大規模な演算処理を行うことができる。

しかし、多数の端末と通信を行う際、スマートフォンのバッテリー量は比較的少量であるので、電力消費が問題となる。

そこで本稿では、Wi-Fi 及び Bluetooth で接続された複数の Android 端末を使用して構築した Android クラスタ計算機の計算処理と通信処理の消費電力量差を比較し、最適な無線通信方法を提案する。

## 2 既存研究

本節では既存 [1] の Android クラスタ計算機システム構築技術について説明する。既存研究では Android のアプリである Linux-on-Android を用い、Android 上に Ubuntu をインストールすることによって、MPI(Message Passing Interface) 並列プログラムを実行できる環境を構築している。

各ノード(端末)は無線 LAN である Wi-Fi で接続している。Wi-Fi 接続は、他の無線接続に比べてデータ転送速度が早いという利点があるが、電力消費量が大いという欠点もある。既存研究は、スマートフォンを具体的に利用するシーンを考慮していないため、消費電力に関する記述がない。スマートフォンの利用時に重要な検討課題であるバッテリーは、必ずとっていいほど考慮しなければいけない問題である。

よって次節の提案手法では、消費電力を考慮し、最適な無線接続方法で Android クラスタ計算機を構築する方法について検討する。

## 3 システム実装

本節では Android 端末において実装した内容について説明する。

Android cluster by wireless network

Kazuma Taka Shigeru Oyanagi

†College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

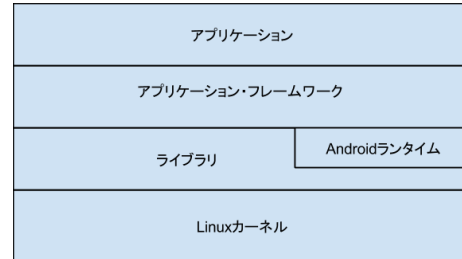


図 1: Android アーキテクチャ

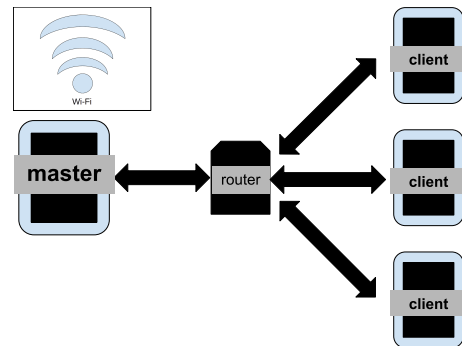


図 2: Wi-Fi 接続

## 3.1 システムの概要

本システムは、図 1 に示す Android アーキテクチャのアプリケーション上に構築している。この時、Android 端末を Wi-Fi や Bluetooth などを用いて、相互に無線接続する。各端末は無線接続し、マスターは処理内容を送信するために並列処理を行うので、Python の Multiprocessing モジュールを使用している。

各端末間の接続で、Wi-Fi の場合は DHCP を用いて取得した IP アドレスを利用して、端末の指定を行い接続を可能とする。一方、Bluetooth では Android の API を用いて端末同士を手動で接続しなければならない。さらに、はじめて接続する際、端末間でペアリングと呼ばれる端末認証を行う必要があるため、動的に端末同士を接続することはできない。

ところで、Wi-Fi と Bluetooth のそれぞれでスループットを測定した。この時、スループット測定ツールである Iperf[2] を用いた。測定はそれぞれ 10 回行い、それらの結果を算術平均した。

## 3.1.1 Wi-Fi 接続

Wi-Fi 接続では、図 2 の通りマスターはルータを経由して、各クライアントへ演算内容を送信する。

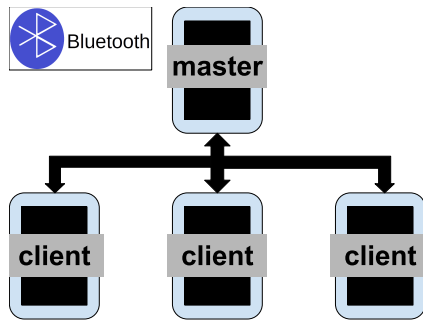


図 3: Bluetooth 接続

表 1: Wi-Fi と Bluetooth の違い

無線接続規格	転送速度	ルータの要否	動的接続の可否
Wi-Fi	20.1Mbps	必要	可
Bluetooth	1.88Mbps	不要	否

次に、Wi-Fi 接続において Iperf を用いたスループットの測定結果は 20.1Mbps であった。

### 3.1.2 Bluetooth 接続

Bluetooth 接続では、図 3 の通り各端末を経由なしで接続できる。マスタから各クライアントへ並列プログラムを使用して、演算内容を送信する。なお、Bluetooth 接続においてのスループットは 1.88Mbps であった。

さて、Wi-Fi と Bluetooth の比較を表 1 に示す。転送速度の結果としては、Wi-Fi のほうが約 10.7 倍大きいことが分かった。

なお、Bluetooth 4.2[3] の更新により通信時のパケット量が 10 倍に増え、2.5 倍もの高速化が実現すると発表されている。加えて、さらなる低消費電力をも発表されている。

よって、Wi-Fi と Bluetooth の消費電力の明確な差が生まれるであろうと予測される。

## 4 評価実験

今回構築した Android クラスタ計算機システムの無線接続の違いによる消費電力の差を明らかにするための測定を行う。

評価の方法を以下に示す。本稿では、表 2 の端末を 3 台使用した場合で測定を行っている。

1. サーバは計算用データを送信
2. 各クライアントは受信
3. 各クライアントは計算結果をサーバへ返信
4. サーバはその計算結果を統合し最終的な結果を算出

上記の各ステップにおいて、各端末は消費電力を測定し、データを取得する。

表 2: Android 端末仕様

使用端末	ASUS 社 Nexus 7
CPU	NVIDIA Tegra3 モバイルプロセッサ
動作周波数	1.3GHz(クアッドコア稼動時最大 1.2GHz)
メモリ	1GB
無線 LAN	802.11b/g/n
Bluetooth	V3.0+EDR

Android において、電気的なデータは `/sys/class/power_supply/battery/current_now` と `/sys/class/power_supply/battery/voltage_now` に書き込まれている。前者は電流値でその値を  $I[A]$  とし、後者は電圧値でその値を  $E[V]$  とすると、電力  $P[W]$  は

$$P = EI \tag{1}$$

式 (1) と表現できる。したがって、その時に消費した電力がわかるので、その総和を求めることで処理に使用した電力  $W$  を求めることができる。これを次の式 (2) で表現することができる。

$$W = \sum_{i=1}^{m-n+5} E_i I_i \tag{2}$$

さらに、上記の式 (2) を用いて、 $W$  の値を比較することにより、どちらが電力的に優秀かを判定することができる。

## 5 おわりに

本稿では、Wi-Fi 接続と Bluetooth 接続の消費電力比較実験を提案した。この提案手法をもとに、それぞれの接続時の消費電力を比較し、こういった場面でどちらが最適であるかを判断したい。例えば、長時間同じ帯域幅で通信する時や、大きなデータ量を通信させねばならない時など様々な比較が行えるであろう。これらの時に Wi-Fi と Bluetooth のどちらが有効であるかについて判断することを今後の課題としたい。

## 参考文献

- [1] 荒井 裕介, 大津 金光, 大川 猛, 横田 隆史, 馬場 敬信. "Android 端末を使用したクラスタ計算機システムの構築", pp.1-219~1-220. 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, 2013.
- [2] "Iperf", [http://iperf.fr/download/iperf\\_2.0.5/](http://iperf.fr/download/iperf_2.0.5/)
- [3] "Bluetooth 4.2", <https://www.bluetooth.org/en-us/specification/adopted-specifications>