

Bluetooth アドホックネットワークを利用した 分散型作品画像掲示システムの開発

吉本 幸太[†] 遠藤 慶一^{**} 樋上 喜信^{**} 小林 真也^{**}

[†]愛媛大学工学部情報工学科 ^{**}愛媛大学大学院理工学研究科

1. はじめに

文部科学省は方針として、全ての学校で1人1台の情報端末の環境を整備し、これを用いた学習を目指している[1].

現在の学校教育において、受講者がグループ学習の成果を発表する際には、成果物を指し示しながら発表するのが一般的である。しかし、この形態では、発表者からの距離が遠くなるほど成果物の視認が難しくなるという問題がある。

近年、タブレット端末を導入した授業や講義が行われてきており、タブレット端末を使用するときの通信規格として Wi-Fi が多く利用されている。しかし、現在の普通教室の Wi-Fi 普及率は 23.5%[2]であり、Wi-Fi を十分に活用できる環境になっていない。そして、Wi-Fi はアクセスポイントを経由して通信を行うため、その導入には設置や管理などのコストがかかってしまう。

本研究では、各受講者が使用するタブレット端末の中で、成果物を掲示することにより、受講者全員が成果物を詳細に確認できるようにするためのアプリケーションを開発する。無線アクセスポイントが利用できない環境でも成果物の画像を送受信できるようにするために、Bluetooth 通信により構成されたアドホックネットワークであるスキヤッタネットワークを利用する。本報告では、システムの構成と、送信時間の評価結果などを示す。

2. Bluetooth

Bluetooth とは、近距離無線通信の規格の一つである。近年では、イヤホンやスピーカー、キーボードなどの様々な機器に搭載されている。Bluetooth は 2.4GHz 帯の電波を 79 の周波数チャンネルに分け、利用する周波数をランダムに変える周波数ホッピングを行い、最大で 100m 程度まで通信を行うことが可能である。Bluetooth 通信では 1 対 1 通信だけでなく、1 対多通信を行うことができる。

Development of Distributed Image-Posting System with Bluetooth Ad-hoc Networks

[†] Kouta Yoshimoto, Department of Computer Science, Faculty of Engineering, Ehime University

^{**} Keiichi Endo, ^{**}Yoshinobu Higami, ^{**}Shinya Kobayashi
Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

3. スキヤッタネットワーク

Bluetooth 通信は、1 台のマスターと 1~7 台のスレーブによりピコネットを構成する。Bluetooth においては、あるピコネットにおいてマスターとして動作しているノードが、同時に他ピコネットのスレーブとして動作することができる。よって、他ピコネットと相互に接続することができる。複数のピコネットにより構成されるネットワークをスキヤッタネットワークと呼ぶ(図1)。

マスター → スレーブ ○ピコネット ○タブレット端末

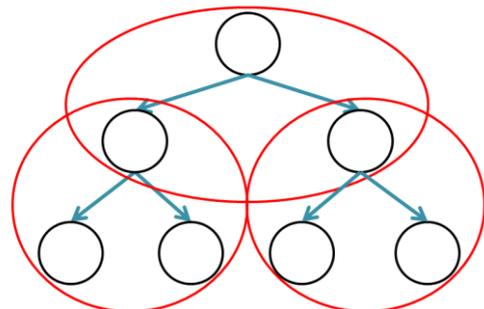


図1 スキヤッタネットワークのイメージ

4. システムの構成

無線アクセスポイントを使用せず、発表者からの距離が遠くても成果物を詳細に確認できるようにするために以下の機能を実装した。

- タブレット端末に保存されているスクリーンショットやカメラで撮影した画像を表示する機能
- スキヤッタネットワーク内全てのタブレット端末に画像を送信する機能
- 受信した画像を一覧表示する機能

5. 実験方法及び結果

画像容量による送信時間の変化や、送信方法や接続方法による送信時間の変化を調べるために以下2つの実験を行った。

5.1 実験1

Bluetooth により、2 台のタブレット端末間で 1 対 1 通信を行い、画像を送信する。画像の容量を 103KB, 215KB, 340KB, 479KB, 593KB, 1299KB と変更し、それぞれにかかる送信時間を計測する。実験1の実験結果を最小二乗法による近似直線で図2に示す。図2の近似直線の傾きは

約 8 である。したがって、1000ms の間に約 125KB、すなわち約 1Mbit の画像データを送信することができる。よって、スループットは約 1Mbps である。これは、Bluetooth (Basic Rate) の最大通信速度と一致する。

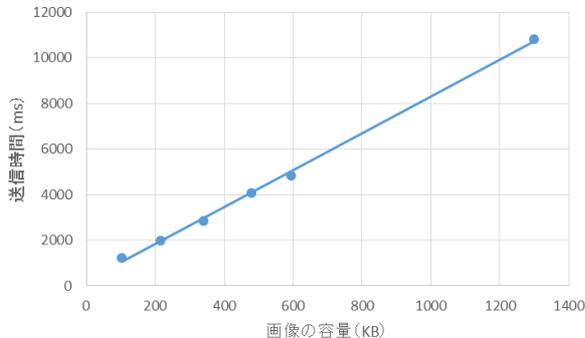


図 2 画像容量を変えたときの送信時間

5.2 実験 2

タブレット端末が 1 ホップ (図 3)、2 ホップ (図 4)、3 ホップ (図 5) でそれぞれ接続されているとき、接続されている全てのタブレット端末への画像送信にかかる時間を計測した。それぞれの接続方法におけるタブレット端末の台数は、3 台、7 台、15 台である。

そのときの画像送信の方法として、以下の 2 つの方法を使用して計測を行った。

逐次送信：1 台のタブレット端末に画像を送信し終えたら、次のタブレット端末に送信する

同時送信：複数のタブレット端末に対して同時に画像を送信する

なお、この実験では、479KB の画像を使用した。実験 2 の実験結果を表 1 に示す。

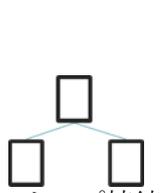


図 3 1 ホップ接続

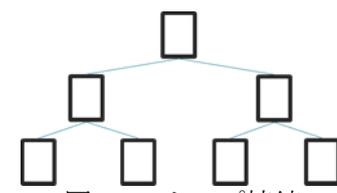


図 4 2 ホップ接続

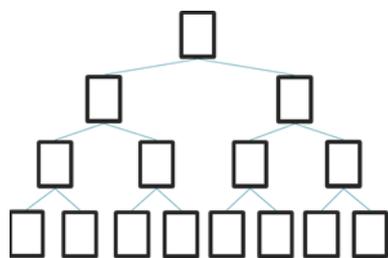


図 5 3 ホップ接続

表 1 送信方法の比較

	1ホップ (ms)	2ホップ (ms)	3ホップ (ms)
逐次送信	10997	58682	231440
同時送信	9367	61234	202989

実験 2 の結果より、1 ホップ接続時において、同時送信が逐次送信より約 1.6 秒、送信時間が短かった。2 ホップ接続時においては、逐次送信が同時送信より約 2.6 秒、送信時間が短かった。3 ホップ接続時においては、逐次送信が同時送信より約 28.5 秒、送信時間が短かった。

6. 考察

図 2 より、479KB の画像の送信時間は約 4 秒より、「接続している台数×4 秒」以下の送信時間になると想定していた。しかし、1 ホップ接続で最大約 3 秒、2 ホップ接続で最大約 33 秒、3 ホップ接続で最大約 3 分、想定していた以上の送信時間がかかった。

そこで、1 ホップ、2 ホップ、3 ホップ接続時の逐次送信において、各ノードへの画像の送信時間を調べたところ、1 台あたりの画像の送信時間がそれぞれ約 6 秒、約 10 秒、約 21 秒に増加していた。1 対 1 通信時と比較して、

$$1 \text{ 台あたりの増加時間} = \frac{\text{増加した送信時間}}{\text{増加した台数}}$$

の式で 1 台増加したことによる送信時間の増加量を求めると、台数が 1 台増えるごとに約 1.2 秒～2 秒、1 台あたりの送信時間が増加していた。

画像の送信時間が長い原因の 1 つとして、ポーリングが考えられる。ポーリングとは、競合を回避したり、送受信の準備状況を判断したり、処理を同期したりするために、複数の機器に対して順番に定期的に問い合わせを行い、一定の条件を満たすと送受信や処理を行う方式である。実際に、Bluetooth は、この方式を採用している。

したがって、接続している台数が増加したことで、ポーリングにかかる時間も増加し、それに伴い、送信時間も増加したと考えられる。

7. 今後の課題

现阶段では、画像の送信にかなり時間を要しており、実際の授業で、このアプリケーションを活用することは難しい。画像の送信時間を短縮するために、画像を送信するのに最適な送信方法や接続方法を改めて考える必要がある。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15K16105 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1]文部科学省 (教育の情報化ビジョン)
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/_icsFiles/afieldfile/2011/04/28/1305484_01_1.pdf
- [2]文部科学省 (平成 27 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果 (概要))
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2016/09/05/1376689_1.pdf