

教育現場を想定した無線IPマルチキャスト導入プロトコルの提案

坂本 亘† 松澤 智史†
東京理科大学 理工学部 情報科学科†

1. はじめに

教育現場においてICT活用を行っていくことは映像・音声等多様なメディアを共有できる点で有効であり、導入を進めることは重要課題である。

またIPマルチキャストという技術は、送信先の宛先を特定せずともグループに参加する複数の相手にデータの送信が可能である。この利点は、学習環境において情報を共有する手段として有用であると考えられる。

本研究ではアプリケーション層・トランスポート層間で最適な通信方法を選択するプロトコルを提案し、教育現場で有効なアプリケーションの作成を支援するミドルウェアの開発を行う。作成したミドルウェアのパケット到達率やデータ到達時間の測定を行い、通信に関する部分の性能評価を行う。

2. 基礎知識

2.1 IPマルチキャスト

IPマルチキャストはInternet Protocol (IP) のデータを特定の複数相手に一度で送信する方法である。ルータやスイッチがデータを複製することにより送信者の負荷が抑えられるメリットの一方で、TCP/IP階層におけるトランスポート層においてUDPを用いておりデータの信頼性に欠ける。

2.2 リードソロモン符号

リードソロモン符号は伝送中に発生する誤りを受信側で訂正する前方誤り訂正(FEC: Forward Error Correction)の符号化技術の一つである。ブロック符号の一種で、 m ビットで構成されるシンボル(2^m 通りの値をとる)単位で冗長データを付与することで誤り訂正を行う[1]。この符号は地上デジタル放送やADSLなど様々なデジタル機器で応用されている。

3. 関連研究

宮本ら[2]の研究では、無線LANでのIPマルチキャストをプレゼンテーションに導入している。スライド資料を聴講者のデバイスに送信する機能をもつ。

一对多の通信を想定したIPマルチキャストにおいて、再送要求は送信者へのフィードバック集中の一因となる[3]。先行研究では、Nackをページ単位でマルチキャスト送信することにより解決を試みている。本研究では、再送制御を伴わず受信側の端末で欠損データの復元を行うことによって送信側の負荷をより軽減する。

4. 提案手法

本研究では、TCP/IP階層においてアプリケーション層とトランスポート層の間に位置するミドルウェア

を定義する。ミドルウェアで決定する送信方式は以下の3通りである。

1. IPマルチキャスト(UDP)+符号化あり
2. IPマルチキャスト(UDP)+符号化なし
3. ユニキャスト(TCP)+符号化なし

アプリケーション側は送りたい画像データ(1次元配列)・送信先アドレス・符号化の有無を指定する。ミドルウェアは画像データを1024バイトで折り返し2次元配列に変換後、送信先アドレスをもとにマルチキャスト(UDP)・ユニキャスト(TCP)を決定する。マルチキャストに決定された場合は符号化の有無まで確認し、必要であれば冗長データを付与する。なお、送信先アドレスが未指定の場合は送信者が所属するマルチキャストアドレスが自動で指定される。

無線LAN周波数帯を変えながら送信間隔とパケット到達数の関係を測定し、その環境での適切な誤り訂正能力を算出する。その誤り訂正能力に設定した場合のパケット数をもとにデータ到達時間を求める。これを比較しより短くなるようにパラメータを決定することで、信頼性とリアルタイム性を最大限高めることができる。

5. 実験と結果

5.1 送信間隔の決定

適切な送信間隔を決める実験。1パケット(1037バイト)送信後の待機時間[ms]とその時の到達パケット数を測定した。画像データのパケット数20、冗長パケット数60の構成となっており、ネットワークを介さないローカル環境・2.4GHz帯及び5GHz帯無線LAN環境の3通りでの実験を行った。

0msから150msまで10ms刻み、それぞれ5回ずつ測定した平均値を算出した(図1)。

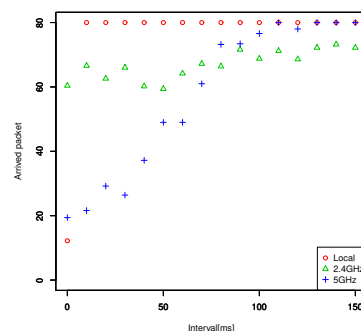


図1: 1対1通信での送信間隔とパケット到達数

A proposal of protocol introduced
wireless IP multicast for education site
†Wataru Sakamoto, †Tomofumi Matsuzawa
†Department of Information Sciences, Faculty of
Science and Technology, Tokyo University of Science

ローカル環境では0msを除き送信間隔による差は小さいが、2.4GHz帯と5GHz帯においては送信間隔を多くとるほど到達数も高くなっている。

5.2 受信者の加増

受信者を4人に増やし、同様に送信間隔をずらしながら測定を行った。2.4GHz帯、5GHz帯における結果を以下に示す。

2.4GHz帯は受信者Cを除き、送信間隔による差は小さい(図2)。5GHz帯は受信者Dの例外はあるものの全体的に送信間隔を長くとるほど到達数は高い(図3)。

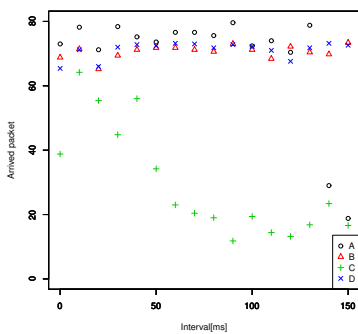


図 2: 2.4GHz 帯無線 LAN

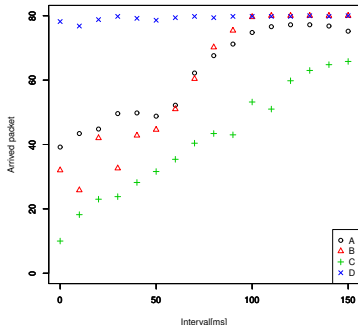


図 3: 5GHz 帯無線 LAN

6. 考察

多くの場合、5GHz帯において送信間隔が短い場合に損失が大きい(図1・図3)。5GHz帯(802.11ac)は2.4GHz帯(802.11n)と比較してデータの到達時間が短い。したがってバッファ溢れ等内部の処理が追い付かなくなることで損失が生じている。ただ送信間隔を十分に確保した場合、パケット到達数は2.4GHz帯に比べて高い。2.4GHz帯はBluetooth等周辺機器が発する電波との干渉を起こしやすいが、5GHz帯はそれが少ないことがその要因であろう。

また、受信者Cはどちらも全体的に到達数が少ない(図2・図3)。どちらも同一端末であることから、これは電波による影響よりも端末の処理能力が影響しているといえる。

以上より、安定した送受信を行うためには、電波干渉による損失と同時に使用端末の処理能力やOS依存の受信バッファにも注意を払う必要がある。

7. 教育用アプリケーションの提案

今回作成したミドルウェア及び通信プロトコルを利用したアプリケーションの作成も同時に行った(図4)。

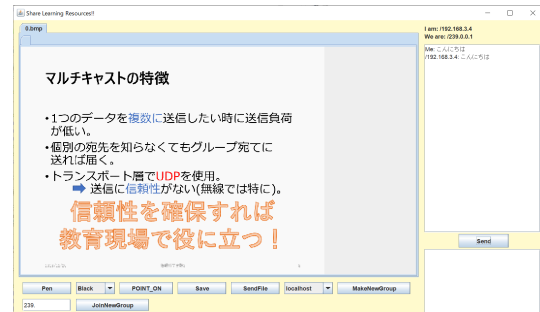


図 4: アプリケーション画面

プロトコルを使用しているのは画像ファイルの送信・チャット・発表者のポインタ表示の機能においてである。アプリケーションとして、表示された資料に独自のメモを記入し保存することやグループの作成・参加等ができる機能がある。今回作成したプロトコルを導入することで自由度の高い流動的な講義作りが期待できる。

8. 結論・今後の展望

今回は実験で得られた数値をもとに適切と考えられるパラメータを算出するにとどまった。ミドルウェアが受信者のデータ受信状況のフィードバックを受け、それをもとに動的に誤り訂正能力や送信間隔の調整を行うことにより、さらにその環境下での最適な通信環境を設定できるであろう。

また本研究では、基本的に一人のファシリテータとその他のメンバで構成されたグループを想定している。今後はマルチキャストのグルーピングの知見を活かしてファシリテータの役割の確立や受渡処理の構築等を進めていきたい。

さらに、教育用アプリケーションとして学習科学や認知科学等の知見を活かしGUIの改善をすることや、実際の学習への効果測定のための実証実験を行うことを今後の課題とする。

参考文献

- [1] 久保田周治, “誤り訂正技術の応用”, 電子情報通信学会「知識ベース」, 4群-1編-5章, pp.1-9, 2010.
- [2] 宮本真理子・池田高志・岡田謙一, “無線LAN環境におけるプレゼンテーションのためのマルチキャストプロトコル”, 情報処理学会論文誌 Vol.42, No.12, pp.3093-3101, 2001.
- [3] 斎藤健・山本幹, “ワイヤレスマルチキャストにおけるネットワーク支援を用いた輻輳制御方式”, 情報処理学会論文誌 Vol.47, No.12, pp.3258-3266, 2006