

通信システム 期末レポート

物理学科 2 年 61908697 佐々木良輔

2020 年 7 月 24 日

1. 課題 1

インターネットの階層化はインターネットアーキテクチャと呼ばれる。階層は5層からなり、上位レイヤーほど抽象度が高い。各レイヤーは上位からアプリケーション層、トランスポート層、ネットワーク層、リンク層、物理層と呼ばれる。



図 1 インターネットアーキテクチャの階層

1.1 物理層・リンク層

物理層ではケーブルやコネクタの形状、符号化方式などネットワークの電氣的、物理的要素を定義する。リンク層では媒体アクセス制御や論理リンク制御を行う。

1.1.1 IEEE802.3 CSMA/CD

IEEE 802.3 は LAN など で用いられるプロトコルで Ethernet として知られる。CSMA/CD は Ethernet で用いられる媒体アクセス制御の方式であり、CSMA with CollisionDetect の意である。搬送波検知に加えて衝突検知を行い、高い効率を達成する。初期の 10Base5 などではリピータとケーブルタップを用いたバス型ネットワークが用いられていたが、100Base-Tx 以降はスイッチングハブを用いたスター型ネットワークになった。

1.1.2 IEEE802.11 Wireless LAN

IEEE802.11 は LAN で用いられるプロトコルで無線 LAN, Wi-Fi として知られる。無線 LAN では 2.4GHz, 5GHz の周波数帯を用いている。無線 LAN の媒体アクセス制御は CSMA/CA 方式である。CSMA/CA では CSMA/CD 同様に搬送波検知を行うが、衝突検知は不可能である。したがって衝突回避 (CollisionAvoidance) を行う。衝突回避では、他ノードの通信終了後、一定時間 + ランダムなバックオフ時間を待ってから通信を開始する。ここで一定の待ち時間を DIFS と呼び、組み込み機器などの性能が低い機器が通信できるよう設定されている [8]。

1.2 ネットワーク層

ネットワーク層では論理アドレスの定義や経路制御を行い、パケットの伝送を行う。

1.2.1 IP

現在のインターネットにおける事実上の標準。IP 層において、各ホスト（ルータ）は論理的な IP アドレスを付与され、これに基づき通信を行う。各ホストは経路制御表を持ち、宛先とそこ到達するための次のルータが示されている。ルータはパケットを受け取ると、自身の経路制御表を元に次のルータへパケットを送信する。

1.3 トランスポート層 [2]

トランスポート層ではアプリケーション間での接続の確立を行う。データをパケットに分割しネットワーク層に渡す。

1.4 TCP

TCP ではコネクション型の通信を提供する。誤り回復や輻輳制御などを行うため信頼性が高いが、ヘッダサイズが大きくスループットは下がる。HTTP や FTP などのアプリケーションで用いられる。

1.5 UDP

UDP ではコネクションレス型の通信を提供する。誤り回復などは行わないため信頼性は低い、スループットが高い。NTP や SNMP などのアプリケーションで用いられる。

1.6 アプリケーション層

アプリケーション内での通信の手順を定義する。

1.7 FTP

ファイル転送プロトコル (File Transfer Protocol) はファイル転送に用いられる。FTP ではデータ転送用と制御用の 2 本のコネクションを確立する。制御用コネクションではディレクトリの変更や送受信の開始などの制御を行い、データ転送用コネクションではデータの送受信を行う [1]。

1.8 NTP

NTP(Network Time Protocol) はネットワーク上のコンピュータの時刻同期に用いられる。NTP ではネットワークの遅延や考慮して正確な時刻同期を行う。NTP ではサーバを階層構造で分類し、各層を stratum と呼ぶ。原子時計や GPS に接続されたサーバを stratum0 とし、stratum0 を参照するサーバを stratum1、stratum1 を参照するサーバを stratum2 と時刻源から離れるにつれて階層が下がっていく [3]。

2. 課題 2

2.1 符号分割多重 [7]

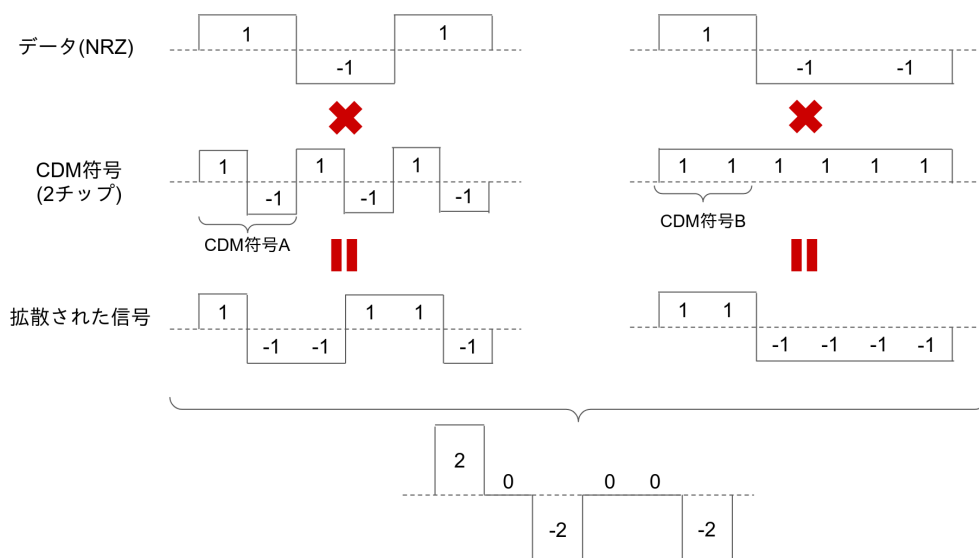


図 2 符号分割多重

符号分割多重とは多重化の方式の一つであり、スペクトラム拡散の応用である。図 2 に示すようにある NRZ 符号化されたデータに対し、ある符号を乗算し信号を拡散する。この符号を CDM 符号とよび、符号の長さをチップと表す。複数の通信ごとに直交した CDM 符号を割り当て、各通信ごとの拡散された信号を加算して送信する。CDM 符号同士が直交しているため、受信者側は自分に割り当てられた CDM 符号と受信信号の内積を取ることで目的のデータを取り出せる。スペクトラム拡散と同じように周波数ホッピング (図 3) と直接拡散 (図 4) 方式があり、それぞれで CDM 符号はホッピングパターンと拡散符号に相当する。

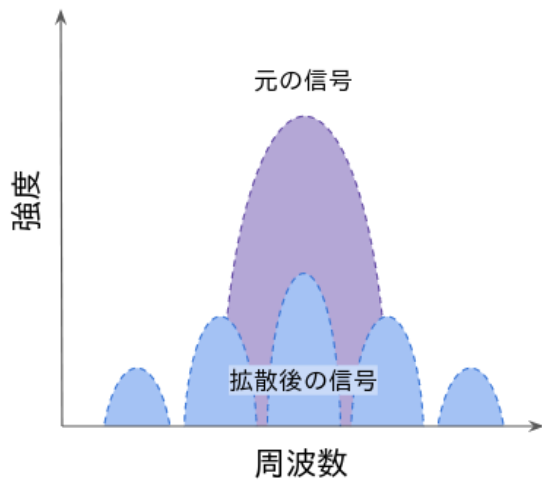


図 3 周波数ホッピング方式

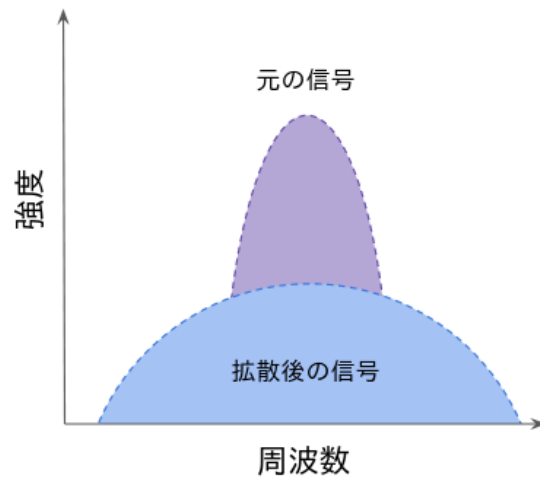


図 4 直接拡散方式

3. 課題 3

5G の要件として以下の 3 つが挙げられる [5].

高速大容量通信 (eMBB)

最大通信容量を下り 20 Gbps, 上り 10 Gbps とする (4G では 1 Gbps). この実現のために, 周波数帯の拡大 (4G : 3.5GHz 5G : 3.7GHz, 4.5GHz, 28GHz), また回り込みの減少に伴うセルの縮小, アレイアンテナでのビームフォーミングによる電波到達距離の延伸などといった技術が用いられる.

超信頼性・低遅延通信 (URLLC)

遅延を最短で 1 ms 以下とする. この実現のためモバイルエッジ処理といった技術が用いられる. モバイルエッジ処理とは, 従来の通信では送信端末から基地局, 中央センターを介して受信端末へとデータを伝送していたものを, 基地局間で直接通信を確立することで遅延を低減する技術である.

多数同時接続 (mMTC)

従来では 1 つの基地局に接続するノードは 100 台程度だったものを 1 万から 2 万程度に拡大する. この実現のために Grant Free 方式を用いる. Grant Free 方式ではデータ送信の際の事前許可を廃することでオーバーヘッドを低減する [6].

特に 5G によって実現するとされるアプリケーションの中では, 自動運転技術が重要であると考えられる. その理由として, 交通事故の抑制, 輸送の効率化, MaaS の実現などが挙げられる. 自動運転車では搭載カメラでの映像を遠隔で監視したり, 遠隔で運転できることが求められる [4]. 複数のカメラからの映像を同時に伝送したり, 低遅延での運転に関しては 5G の優位性があらわれると考えら

れる。また都市部では多くの車両が同時に通信する必要があり、多数同時接続も必要になる。またトラック運転手の不足などは近年社会問題になるほど深刻であり、自動運転の実現が急がれる。

自動運転以外で 5G のアプリケーションとして挙げられる例に遠隔医療や 4k でのストリーミングがあるが、それらに意義があるようにあまり考えられない。その理由として、まず遠隔医療について、遠隔での執刀などを想定するのであれば何よりも重要となるのは信頼性・低遅延だと思われるが、5G が普及したとしても、信頼性で有線ネットワークを超えることはありえない。有線であれば ISP からの専用回線を伸ばすことができるが、5G では同じ基地局を多くの端末で利用することから信頼性の低下や一時的な遅延の増加を引き起こす要素が多い。また、基地局間が有線で接続されることには変わらない。したがって、有線を用いずにあえて 5G を用いる利点はあまり見いだせない。

また遠隔での診断について、問診程度なら 4G でも十分だし、更に診断を行う機械を各家庭に配置することは考えにくい。仮に診断を行う機械を各家庭に配置したとして、そのデータが 10Gbps の回線を必要としたり、リアルタイム性を求めるとも考えにくい。

更に、4k でのストリーミングについては、4k 解像度のディスプレイを搭載するスマートフォンは SONY Xperia Z5 Premium 以降発売されていない。これは、単純に小さいディスプレイでは 4k 解像度の恩恵を受けることができないからである。一方でテレビなどの据え置きする画面の大きいモニターに関しては、そもそも据え置きするのに 5G を用いる意味がない。

以上から遠隔医療や 4k でのストリーミングなどは 5G の優位性やそもそもの意義が薄いのではないかと考える。

参考文献

- [1] Ftp(ファイル転送プロトコル)とは - it 用語辞典 e-words. <http://e-words.jp/w/FTP.html>. (Accessed on 07/24/2020).
- [2] Tcp と udp の違いとは？～ethernet 接続におけるオーバーヘッド削減ノウハウ～. <https://hldc.co.jp/blog/2019/07/11/2819/>. (Accessed on 07/24/2020).
- [3] インターネット用語 1 分解説～ntp とは～ - jpnict. [https://www.nic.ad.jp/ja/basics/terms/ntp.html#:~:text=NTP%20\(Network%20Time%20Protocol\)%E3%81%A8,%E3%81%A7%E6%A8%99%E6%BA%96%E5%8C%96%E3%81%95%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82](https://www.nic.ad.jp/ja/basics/terms/ntp.html#:~:text=NTP%20(Network%20Time%20Protocol)%E3%81%A8,%E3%81%A7%E6%A8%99%E6%BA%96%E5%8C%96%E3%81%95%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82). (Accessed on 07/24/2020).
- [4] KDDI. 2020 年には自動運転が実用化？日本初の 5g を活用した公道走行に成功 | time & space by kddi. <https://time-space.kddi.com/au-kddi/20190322/2603>. (Accessed on 07/24/2020).
- [5] NTT データ先端技術株式会社. 5g 技術の解説とその活用 - ビッグデータから iot と ai へ - 第 1 回. <http://www.intellilink.co.jp/article/column/5G01.html>. (Accessed on 07/24/2020).
- [6] NTT ドコモ. 5g 無線アクセス技術. <https://www.nttdocomo.co.jp/binary/pdf/>

corporate/technology/rd/technical_journal/bn/vol23_4/vol23_4_004jp.pdf.

(Accessed on 07/24/2020).

- [7] 東北大学安達研究室. j4d6963726f736f667420506f776572506f696e74202d2091e6825082538fcd91bd8f6489bb82

http://www.mobile.ecei.tohoku.ac.jp/lecture/systemA/systemA_14.pdf. (Accessed on 07/24/2020).

- [8] 砂原秀樹. モバイルは今-csma/ca. *IPSJ Magazine*, 2002.