

無線LAN・セルラー等併用に関する動向調査2

渡辺研究室
2016年2月28日

目次

1. 5G
 1. 5Gとは
 2. 1000倍のレートを出すには
 3. セルの大きさに関して
 4. mmWave
2. Bluetooth
 1. Bluetoothとは
 2. Bluetoothのアーキテクチャ
 3. チャンネル
 4. プロトコルスタック
3. MTC
 1. MTCとは
 2. MTCの特徴
 3. MTCのネットワーク
 4. MTCのアーキテクチャ
 5. MTCのサービスと要求

1.1 5Gとは

- 4Gは成熟し、無線通信量が増加している現在、5Gへの以降が求められている[1]

1) データレート

a. キャパシティ:

4Gの1000倍

b. 5%セルエッジレート:

最低でも100Mbpsつまり4Gの100倍

a. ピークレート:

10Gbps

1.1 5Gとは

2) 遅延

- 4Gではリソースの割り当てなどに遅延が15ms発生
- 5Gではこれを1msに抑えることが必要

3) デバイス

- 5Gではより効率的なサービスを提供するためにより様々なデバイスが必要
- M2M[]への期待に伴って、1つのマクロセルがサポートすべきデバイスの数を10000個以下に抑えることが必要

1.1 5Gとは

4)エネルギー

- 4Gと変わらないコスト・エネルギーが必要
- ビットレートが100倍になるということはbit毎のエネルギーやコストを100分の1にしなければならない
- エネルギー消費についていえば, mmWavespectrumでは10-100倍消費を抑えられる
- スモールセルはマクロセルよりも10-100倍低消費

5)コストについては5Gは4Gよりも高くなる

- BSを多く敷き詰めるコスト
- 帯域が増えることによるコスト
- ネットワークの端とコアを繋ぐバックホールのコスト

1.2 1000倍のレートを出すには

- a. セルを密集させ、オフロードを改善する[2]
- b. 周波数帯を増やす. mmWaveを使うようにする. WiFiの周波数帯である5GHz帯を効率よく使えるようにする
- c. MIMOを進化させて周波数利用効率を上げる.

1.3 セルに関して

- 1980年代もともとセルの大きさは数百平方km
- 現在は都市部における数平方kmの大きさ
- セル縮小には多くの利点
 - 地理的領域にわたって周波数資源の再利用と各BSでのリソースの競合ユーザー数を減らすことが可能

1.3 セルに関して[3]

- LTEネットワークはピコセルなどのネストされたWiFiのような小ノード(100メートル以下)を作成
- フェムトセルを中継ノード及び分散アンテナとして作成
- ピコセルはネットワークのオペレータが設置
 - 公共の場所(ショッピングモール、地下鉄の駅など)または他の密集した都市環境に設置
- フェムトセルは個々人で設置可能
 - 家庭やオフィスといった環境に設置可能

1.4 mmWave

- 周波数帯域が30GHzから300GHzほどの電波のこと
- 波長がおおよそ10mm(30GHz)から1mm(300GHz)程度であることからミリ波と呼称
- 携帯電話などで通信に用いられている周波数は、おおよそ1.7GHzから2GHz程度であるがミリ波はその数十倍から数百倍の周波数を所持
 - 現在の無線LAN規格で用いられている帯域などよりもはるかに広い帯域を使用することが可能
 - 短距離通信であれば1Gbpsを超えるような超高速の無線通信が可能

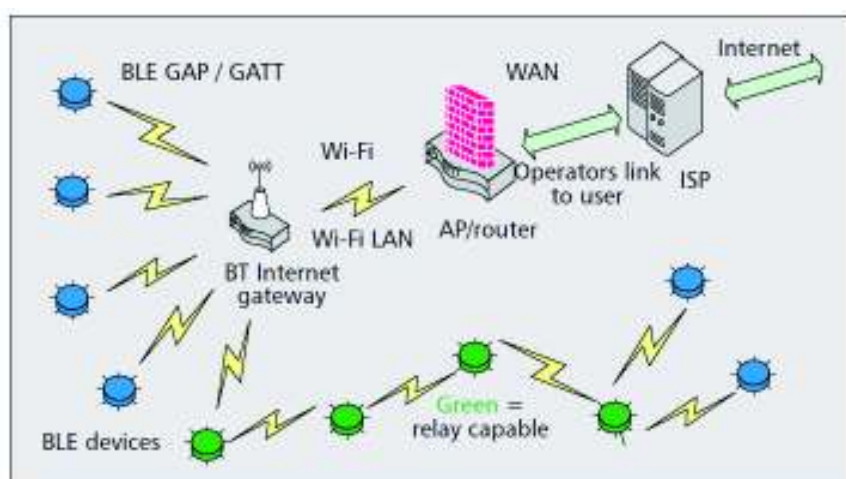
2.1 Bluetoothとは[4]

- 携帯情報機器などで数m程度の機器間接続に使われる短距離無線通信技術の一つ
- パソコンや携帯電話、周辺機器などをケーブルを使わずに、ワイヤレスで接続し、機器間で音声やデータをやりとりすることが可能
- 30億個のBluetoothデバイスが普及すると予測されている

2.1 Bluetoothとは

- BluetoothはIoTやM2M[5]やD2D[6][7]といった近距離無線市場アプリケーションの拡大に努めている
- 現在では, それはクレジットカードリーダーといったM2Mのアプリケーションとして使用
- BluetoothをM2MやIoTのアプリケーションに適応させるためにはバッテリー駆動で 사용할 ことができるように電力消費を減らすことが不可欠
 - Bluetooth Special Interest Group(SIG) はBluetooth4.0とそれを改良した4.1において低電力Bluetoothを紹介している

2.2 Bluetoothのアーキテクチャ

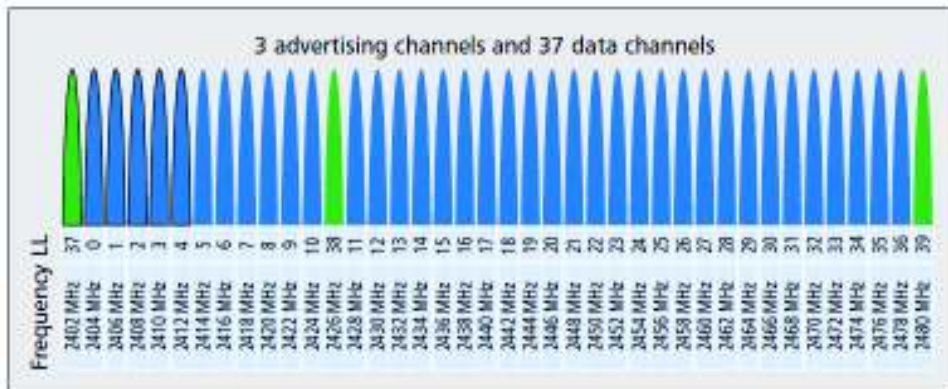


[4]より抜粋

- 検出および制御のための環境
- メッシュネットワークと連携して動作

2.3 チャンネル

- advertising channel
 - デバイスの検出と初期通信を確立促進
 - 2つのデバイス間のパラメータの交換に使われる。
- data channel
 - コネクション接続後, このチャンネルを通してデータが送信

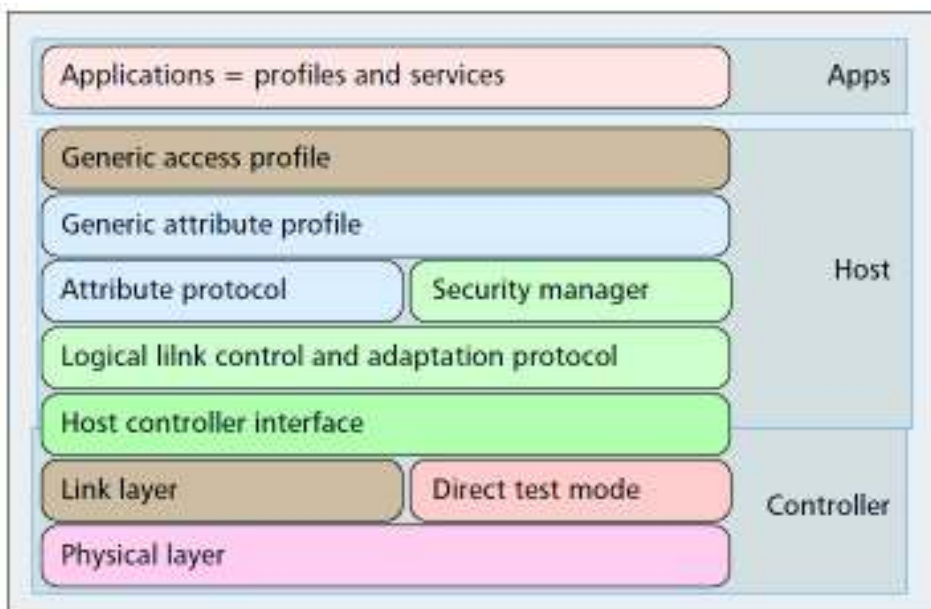


[4]より抜粋

[4] KUOR-HSIN CHANG and CHANG CONSULTING, "BLUETOOTH: A VIABLE SOLUTION FOR IOT?," IEEE Communications Surveys & Tutorials, pp.61-76, Dec. 2014.

2.4 プロトコルスタック

- プロトコルスタックはIP層を促進するために階層化されており, 電力消費を軽減



[4]より抜粋

[4] KUOR-HSIN CHANG and CHANG CONSULTING, "BLUETOOTH: A VIABLE SOLUTION FOR IOT?," IEEE Communications Surveys & Tutorials, pp.61-76, Dec. 2014.

3.1 MTCとは[8]

- デバイス間の自動的な通信やデータ送信インフラの基礎
- データ通信はMTCデバイス-サーバ間もしくは直接デバイス間で行われる
- ミッション・クリティカルなサービスから独立デバイスの大規模な発達といった広い分野でのアプリケーションを可能にする

3.2 MTCの特徴

- MTCでは上りリンクにおいてよりトラフィックを課す
 - MTCデバイスから集められる少量のデータ
 - 近年までのセルラーではhuman-to-human(H2H)によってトラフィックを提供
 - 下りリンクにおいて高い要求のデータのバーストが起こる
- MTCデバイスでは一般的に省電力などによりコストを抑制
 - セルラーにおけるMTCの新たな技術の挑戦に取り組むことが可能に
 - MTCの開発は3GPPから始まり, 5Gでも考えられている
- 3GPPでは既にMTCの一般的な要求を詳細化
- ネットワークやデバイスの修正はLTEにおいて考慮

3.3 MTCネットワーク

- MTCデバイス間の通信は異なるネットワーク技術を通して操作
 - アドホックネットワークやセンサーやメッシュネットワークといったマルチホップネットワーク
 - IoTを形成

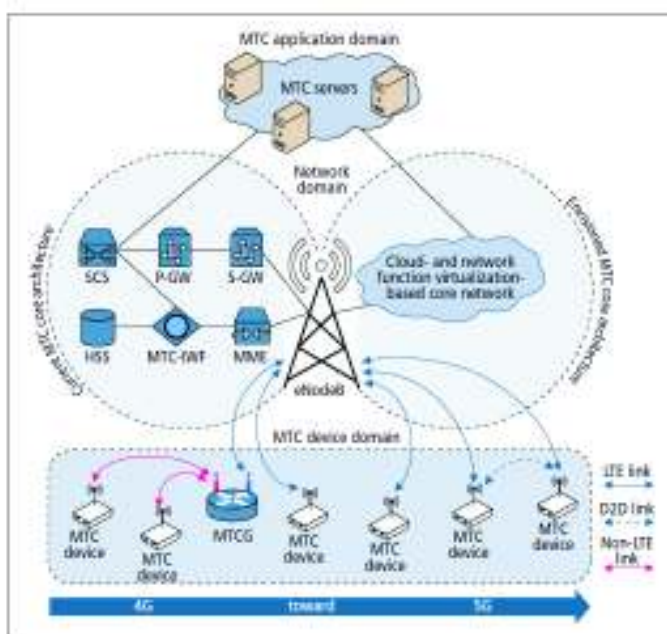


ネットワーク技術の例として...

- IEEE802.11ahはWiFiネットワークにおける広いカバレッジの低電力送信を実現する技術
 - MTCの活躍の幅を制限してしまう恐れがある。
 - 効率的なバックホールがない
 - 許可されていない周波数帯を用いることによる通信の非信頼性
- 高い信頼性を要求するアプリケーションをサポートする挑戦
 - LTEがMTCの解決策として考えられている
 - 広範囲のカバレッジやモビリティのサポートを提供
 - コントロールされ統制のあるインターフェース
 - 通信の信頼性

3.4 MTCのアーキテクチャ

- 4Gで取り入れられている, 5Gに向けた典型的なアーキテクチャ
- MTCG(MTC gateways)はセルラーとキャピラリーネットワーク間のデータ交換を行う
- 4GではMTCGを介し, 5Gでは直接通信



[8]より抜粋

3.5 MTCのサービスと要求

- MTCのサービスは5つに分類

Service functions	Application examples	Main requirements
Metering	Electric power, gas, and water metering	Support of a massive number of MTC devices with small data bursts and high coverage
Control systems and monitoring	Industrial and home automation, and real-time control	High mobility and low-latency data transmissions
Tracking	Fleet management and asset tracking	High mobility and low power consumption
Payment	Point of sale and vending machines	High level of security
Security and public safety	Surveillance systems, home security, and access control	High reliability, high security, and low latency

[8]より抜粋

[8] Hamidreza Shariatmadari, Rapeepat Ratasuk, Sassan Iraj, Andrés Laya, Tarik Taleb, Riku Jäntti, and Amitava Ghosh, "MACHINE-TYPE COMMUNICATIONS: CURRENT STATUS AND FUTURE PERSPECTIVES TOWARD 5G SYSTEMS," IEEE Communications Magazine, pp.10-17, Sep. 2015.

3.5 MTCのサービスと要求

- Metering
 - さまざまな測定要素の自動収集
 - 集められた情報はオンラインシステムの組織化などに使用
- control and monitoring service
 - システムの制御やモニタリング
 - 低遅延のリアルタイムな通信が必要
- tracking
 - 艦隊の管理、資産の配置、装置の盗難を防ぐといった役割
 - より大きなスケールのコネクティブが必要
- payment
 - 自動販売機などの販売機
 - 高いセキュリティが必要
- Security and public safety
 - ホームセキュリティ
 - データセキュリティの高いレベルや低遅延の信頼性の高い通信が必要

参考文献

- [1] J. G. Andrews, S. BuZZi, W. Choi, S. V. Hanly, A. Lozano, A. C. K. Soong and J. C. Zhang, "What Will 5G Be?," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, pp.1065-1082, June. 2014.
- [2] Lin Gao, Iosifidis, G. Jianwei Huang, Tassiulas and L. DuoZhe Li, "Bargaining-Based Mobile Data Offloading," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, pp.1114-1125, June. 2014.
- [3] Galinina, O. Pyattaev, A. Andreev, S. Dohler and M. Koucheryavy, "5G Multi-RAT LTE-WiFi Ultra-Dense Small Cells: Performance Dynamics, Architecture, and Trends," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, pp.1224-1240, June. 2015.
- [4] KUOR-HSIN CHANG and CHANG CONSULTING, "BLUETOOTH: A VIABLE SOLUTION FOR IOT?," IEEE Communications Surveys & Tutorials, pp.61-76, Dec. 2014.
- [5] Jaewoo Kim, Jaiyong Lee, Jaeho Kim and Jaeseok Yun, "M2M Service Platforms: Survey, Issues, and Enabling Technologies," IEEE Wireless Communications, pp.6-7, Oct. 2013.
- [6] Yue Wu, Wuling Liu, Siyi Wang, Weisi Guo and Xiaoli Chu, "Network Coding in Device-to-device (D2D) Communications Underlying Cellular Networks," IEEE International Conference on ICC, pp.2072-2077, June. 2015.
- [7] Daquan Feng, Lu Lu, Yi Yuan-Wu, Geoffrey Ye Li, Gang Feng, and Shaoqian Li, "Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks," IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, pp.3541-3550, Aug. 2013.
- [8] Hamidreza Shariatmadari, Rapeepat Ratasuk, Sassan Iraj, Andrés Laya, Tarik Taleb, Riku Jäntti, and Amitava Ghosh, "MACHINE-TYPE COMMUNICATIONS: CURRENT STATUS AND FUTURE PERSPECTIVES TOWARD 5G SYSTEMS," IEEE Communications Magazine, pp.10-17, Sep. 2015.