2013/07/30

P.191~

　　4.6.1 MU-MIMO

　　・MIMOは電波同時送信(同じ周波数で)

　　・電波の位相によって、場所ごとに強くなったり、弱くなったり

　　　干渉がある

　　・MIMOによりSN比、スループットが向上

　　・MU-MIMOは複数のMIMO

　　・802.11acWLANでは、アクセスポイントでデータ交換する

　　　→DL-MU-MIMO

　　・MIMOなので複数アンテナ必要。最大4つの送信先に同時送信する

　　　最大送信側で8アンテナ利用可

　　・これ以前は、MIMOはアクセスポイントと1ユーザ間のみ

　　　ステーションが見えなくてもいい

　　　信号を送るにはチャネルが空くのを待つ

　　・802.11acではステーションの集合アドレスというのが有り、

　　　異なる空間に電波を飛ばしながら、それらは1つの論理セルを作る

　　　多ポイントがMIMO動作

　　・802.11acの特徴のひとつは多ユーザに対するMIMO動作の性能向上

　　・stationが互いに見えるかは重要な問題ではない

　　・空間で多重できるストリーム数は8以下(802.11nの2倍)

　　・８つのストリームは４つの受信ステーションに配れる

　　　４つの同時ビームがアクセスポイントから出る

　　　上記ストリームにはACKやSOUNDINGも含まれる

　　・多ユーザに特定データの送信は複数の独立した変調、

　　　プロコーディング等

　　・80MHzモードでは、すべての受信ステーションが２ストリーム受信

　　　→同時4フレーム送信　866.6MB/s/station

　　・トータルデータレートは3.46Gbps(アクセスポイント)

　　　→MU-MIMOなしの4倍

　　・受信時間は1/4(non-MU-MIMO比)

　　・実際のMU-MIMOによる向上はACKが順序ありなのでやや落ちる

　　・チャネルのパスでSN比が異なる→最大スループットは出ない

　　・802.11acは推奨の変調とcoding rate(MCS)があるが、部品屋によって

　　　自由に変更している

　　・時間リファレンス変更に困難がある

　　　MU-MIMOはチャネルを知っている必要がある

　　　MU-MIMO、SU-MIMOでビームトレーニングを戻す圧縮方法がある

　　　(１つは明確にある→マーケット便利)

　　4.6.2 空間ストリームの数

　　・11nとは異なり、４ストリームサポート(8はoption)

　　　しかし多ストリームサポートは必須ではない

　　・スマホでは１アンテナで多ストリームなし

　　・モノユーザモードは最大８ストリーム = NSTS

　　・SU-MU-ユーザモードではNSTS = 4

　　・モノユーザモードでは全てのストリームは同一の変調とcodingを用いる

　　・MUモードでも1つのユーザには同一の変調とcodingを用いる

　　4.6.3 ビームフォーミング

　　　4.6.3.1 イントロダクション

　　　・OFDMによって多数のサブチャネル通信の等価をシンプルにしている

　　　・1967にSaltzbergがOFで非利用のOFDMを提案

この時はアナログであり高コスト

　　　・Cooley and TukeyがFFTを発明

1980年代にDFT(FFT)利用のOFDMが再登場した

　　　・OFDMの式

Y(f) = H(f) × S(f) + N(f)

　Y(f)：受信信号のフーリエ変換したもの

　H(f)：チャネルのフーリエ変換

　S(f)：送信信号のフーリエ変換したもの

　N(f)：ノイズをフーリエ変換したもの

　　　・ビームフォーミングとMIMOはターゲットの受信ステーションが

　　　　望むようなふうに送信信号を変えて送る

　　　・802.11nのビームフォームは単純化されている

11nでは製造者によってビームフォームは互換性なし

　　　・MIMOではアンテナごとの通信容量の推定が必要

　　　・radio pathはlongトレーニングシンボルで推定する

　　　・802.11nのビームフォーム法を単純化している

　　　・送信側にビームフォームする情報があればMIMO可能

　　　・送信信号を曲げてターゲットに向ける

　　　・stationはbeam HTを作ってそのpathを推定する

(FFTマトリックスがからむ)

　　　・2つの方法

1. ビームフォームステーションはチャネルパラメータを知っている

ので、これを”implicit knowledge of the radio path”という

このときはビームフォーミーステーションのPHY frame からチャネルを推定する

チャネルが同じ時はOK

1. 受信側はチャネルを知っているのでこれを”explicit knowledge”という。このときビームフォームするstationはビームフォームされるstationにチャネル特性を頼んで教えてもらう

ビームフォームされた方はチャネル特性をフィードバックする

　　　3.クローズメカニズムリンクアダプテーション

MIMOとかビームフォームを実現するにはステアリング行列を

計算して行う

上記はチャネルより計算される

そしてCSIも必要

　　　4.6.3.2 ビームフォーミングフィードバック

ビームフォーマとビームフォーミーはお互いに教えあう

VHT-LTFシンボルを用いてチャネル計測する

　　　4.6.4.1 802.11ac Sounding

　　　・MIMOフル活用のために他のstationに頼み事をする

MFBの送信

ビームフォーム行列を計算する

　　　4.6.4.2 モノユーザSoundingプロトコル

　　　・SoundingがMU-MIMOとビームフォームに必要

　　　・送信側はCSIが必要

→プリコーディングすることによって受信側はビームを受け取れる

　　　・802.11acではちゃんとしたSoundingプロトコルがある

NDP(ノンデータパケット)を使用

CSIをモデル化しフィードバック

NDPとはPSDUがないPPDU

PHYで生成

radio pathの測定

singular value decomposition という計算を用いてCSIを出す

CSIは圧縮されたVを送る

行列は圧縮されて送られる

その情報は角度のようなもの

　　　4.6.4.3 MUのSoundingプロトコル

　　　・NDPAにはグループIDがあるので受信stationは

NDPフレームを用意する

　　　・MU-MIMOではそのマトリックスの値は敏感であるので

値が低いと性能が出せない

他のユーザに干渉する

　　　・MU-MIMO時は何回もSoundingする→オーバーヘッド大

　　　4.6.4.4 MU-MIMOプリコード

　　　・それぞれのstationのそれぞれのストリームごとに

異なるプリコードが必要

　　　・サウンディングでは振幅等の調査が必要

　　　・プリエンコードされたチャネルは各受信stationで推定

→全てことなる行列、VHT-LTF等を利用

　　　・アクセスポイントは性格なチャネルの知識が必要なので

定期的にチャネルのSoundingがされる

　　　・グループがアクセスポイントにより定義される

　　　・PPDU内にgroup-IDが含まれている

まとめ

ビーム/MIMOをするためにプリコードが必要

チャネルを知ってないとできないのでsoundingでチャネルを調査

各stationがフィードバックでCSIをアクセスポイントに教える