

【技術分類】 4 - 2 - 1 標準化 / Wireless LAN / 802.11n

【 F I 】 H04J15/00 H04J11/00@Z H04L1/06

【技術名称】 4 - 2 - 1 - 1 T Gn Sync(SDM of 2 Spatial Streams)

【技術内容】

図 1 に示すように、T Gn Sync(Task Group n Synchronization)¹の必須機能である ” SDM of 2 Spatial Streams ” は、送信アンテナ 2 本を必須とし、アンテナ本数分の信号系列にシリアル / パラレル変換して複数ストリームに分割した後に、IFFT で OFDM にして各アンテナから同じ伝送レートで伝送する技術である。

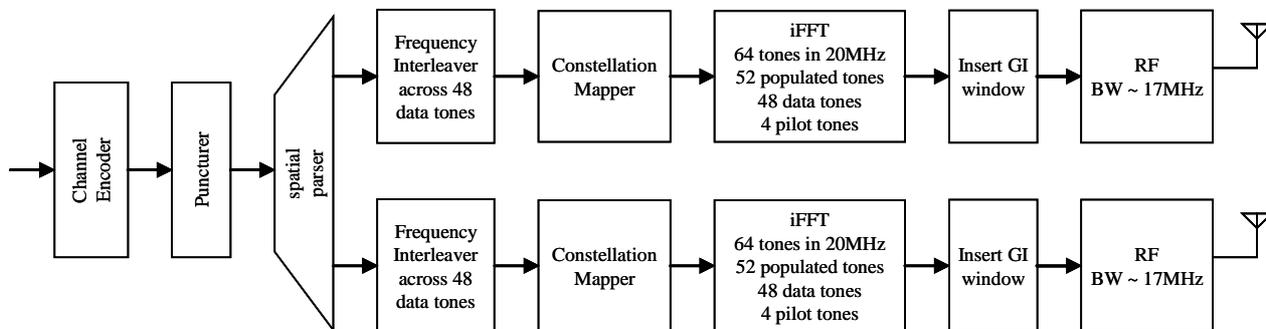
変調方式は、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM の 4 種類が規定されており、畳み込み符号化レート 1/2、2/3、3/4、7/8 の組み合わせで 6 Mbit/s から最大 140Mbit/s (20MHz 帯域) または 243Mbit/s (40MHz 帯域) までの伝送レート (理論値) を必須としている。20MHz 帯域での 140Mbit/s 伝送時には、ガードインターバル(GI)は 802.11 標準である 800ns の半分の 400ns に半減している (40MHz 帯域で GI 半減はオプションとなっている)。

20MHz 帯域の場合、OFDM は 64 サブキャリア (Tone) に分け、その内 48 サブキャリアをデータ伝送に使用し、4 サブキャリアはパイロット信号に使用する (残り 12 サブキャリアはヌル)。T Gn Sync で特徴的なのは、この 48 サブキャリア間で周波数インターリーブを行う点である。

40MHz 帯域の場合、図 2 に示すように Legacy-Short Training Field (L-STF)、Legacy-Long Training Field (L-LTF)、Legacy Signal Field (L-SIG)、High - Throughput (HT-SIG) は同じ信号を位相 90 度回転させた複製信号と合わせて IFFT する。

【図 1】

Transmitter Datapath for 2-antenna MIMO in 20MHz

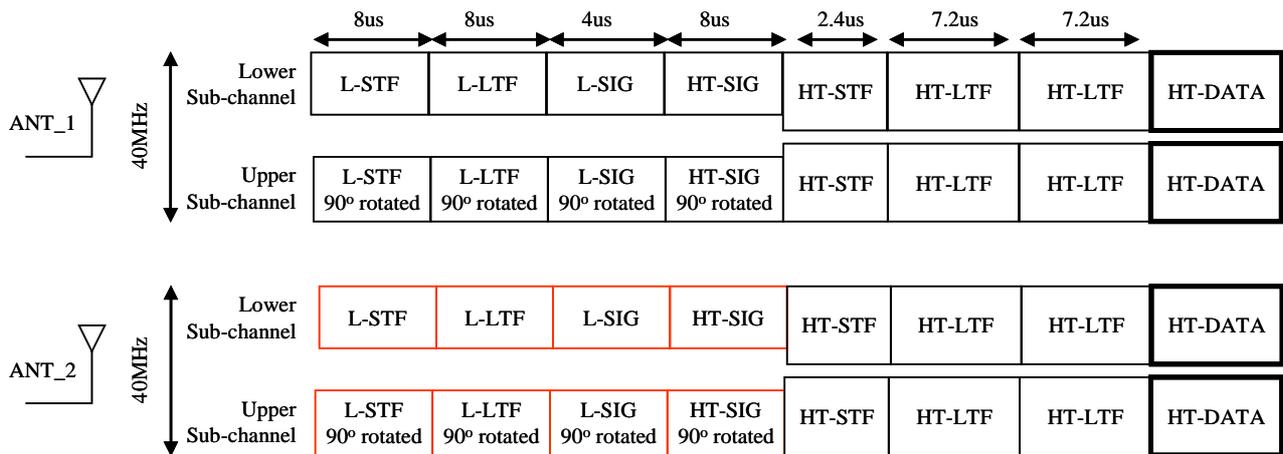


出典：“ T Gn Sync Proposal Technical Specification ”， “ IEEE 802.11-04/889r1， ”， “ November 4th 2004 ”， “ Aon Mujtaba (Agere Systems Inc.) ”， “ IEEE 802.11 T Gn ”， “ p.99, Figure40, Transmitter Datapath for 2-antenna MIMO in 20MHz ”， (© 2005 IEEE)

¹ T Gn Sync は、米 Atheros Communications，米 Cisco Systems，米 Intel，フィンランド Nokia，米 Nortel，松下電器産業，オランダ Philips，韓国 Samsung，三洋電機，ソニー，東芝などが支持している方式。

【図 2】

PPDU Format for 2x40 Mandatory Basic MIMO Transmission



出典：“Tn Sync Proposal Technical Specification”，“IEEE 802.11-04/889r1”，“November 4th 2004”，“Aon Mujtaba (Agere Systems Inc.)”，“IEEE 802.11 Tn”，“p.100, Figure44, PPDU Format for 2x40 Mandatory Basic MIMO Transmission”，(© 2005 IEEE)

【出典】

[1] “Tn Sync Proposal Technical Specification”，“doc.: IEEE 802.11-04/889r1”，“November 4th 2004”，“Aon Mujtaba (Agere Systems Inc.)”，“IEEE 802.11 Tn”

【参考資料】

[2] “Tn Sync Complete Proposal”，“doc.: IEEE 802.11-04/888r4”，“November 2004”，“Aon Mujtaba (Agere Systems Inc.), Adrian P Stephens (Intel Corporation), Alek Purkovic (Nortel Networks), Andrew Myles (Cisco Systems) and others”，“IEEE 802.11 Tn”

【技術分類】 4 - 2 - 1 標準化 / Wireless LAN / 802.11n

【 F I 】 H04J15/00 H04J11/00@Z H01Q3/26

【技術名称】 4 - 2 - 1 - 2 TGn Sync(BF-MIMO)

【技術内容】

TGn Sync (BF-MIMO) はオプション提案であり、送受信アンテナ各2本を必須(最大4本)とし、アンテナ本数分の信号系列にシリアル/パラレル変換して複数ストリームに分割した後に、固有値展開(SVD)してビームフォーミングして伝送する技術である。

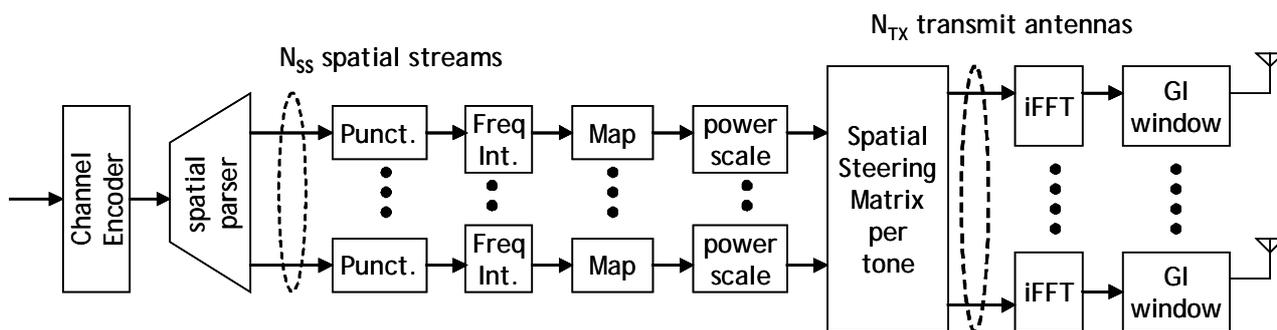
変調方式は、BPSK、QPSK、16QAM、64QAMの4種類が規定されており、畳み込み符号化レート1/2、2/3、3/4、7/8の組み合わせで最大630Mbit/s(40MHz帯域)までの伝送レート(理論値)を提案している。ガードインターバル(GI)は802.11標準である800nsの半分の400nsに半減している。

ビームフォーミングは、"RR (Rate Recommendation) Response packet sent as a sounding packet" 信号で上りリンクのチャネル推定を行って、下りビームフォーミング制御する仕組みである。また、"RR (Rate Recommendation) Response packet" で、伝送レート要求を受け取って、ストリーム毎の送信電力制御、伝送レート制御を行う。

更にオプションとして、上り下りの双方向ビームフォーミングやLDPCが提案されている。

【図】

TGn Sync (BF-MIMO)の伝送技術



出典：“TGn Sync Proposal Technical Specification”，“IEEE 802.11-04/889r1”，“November 4th 2004”，“Aon Mujtaba (Agere Systems Inc.)”，“IEEE 802.11 TGn”，“p.104, Figure48, Transmitter Datapath with option to perform spatial shaping”，(© 2005 IEEE)

【出典】

[1] “TGn Sync Proposal Technical Specification”，“doc.: IEEE 802.11-04/889r1”，“November 4th 2004”，“Aon Mujtaba (Agere Systems Inc.)”，“IEEE 802.11 TGn”

【参考資料】

[2] “TGn Sync Complete Proposal”，“doc.: IEEE 802.11-04/888r4”，“November 2004”，“Aon Mujtaba (Agere Systems Inc.), Adrian P Stephens (Intel Corporation), Alek Purkovic (Nortel Networks), Andrew Myles (Cisco Systems) and others”，“IEEE 802.11 TGn”

【技術分類】 4 - 2 - 1 標準化 / Wireless LAN / 802.11n

【 F I 】 H04J15/00 H04J11/00@Z H04L1/06

【技術名称】 4 - 2 - 1 - 3 WWiSE

【技術内容】

WWiSE (World Wide Spectrum Efficiency)²は、送信アンテナ 2 本を必須とし、Alamouti の STBC で時空間符合化しシリアル / パラレル変換して複数ストリームに分割した後に、IFFT で OFDM にして各アンテナから同じ伝送レートで伝送する技術 (MIMO-OFDM) である。

変調方式は、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM の 4 種類が規定されており、畳み込み符号化レート 1/2、2/3、3/4、5/6 の組み合わせで 6.75Mbit/s から最大 135Mbit/s までの伝送レート (理論値) を必須としている。

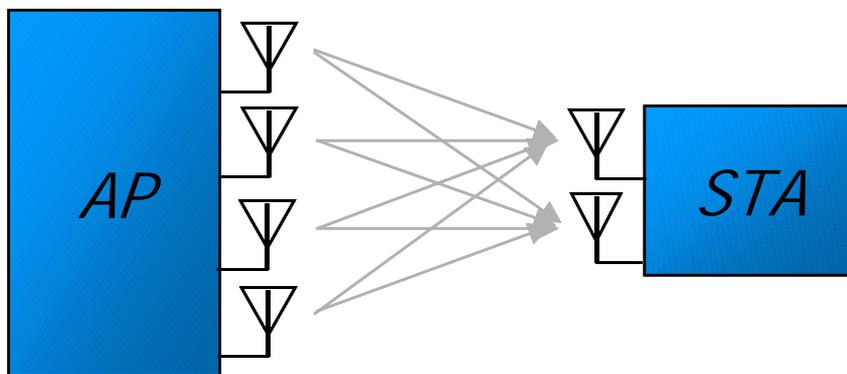
OFDM は 64 サブキャリア (Tone) に分け、その内 54 サブキャリアをデータ伝送に使用し、2 サブキャリアはパイロット信号に使用する (残り 10 サブキャリアはヌル)。従って、TGn Sync に比べてデータ伝送用として 6 サブキャリア多い。

40MHz 帯域および 3 本あるいは 4 本の送信アンテナについてはオプションとして規定されており、40MHz 帯域で 4 本の送信アンテナを使用した場合 (図)、2 系列の Alamouti の STBC 符号化を行って最大 540Mbit/s の伝送レートとなっている。更に LDPC もオプションとして LDPC マトリックスが規定されている。

また WWiSE は、RAND-Z (Reasonable And Non-Discriminatory - Zero royalty) というライセンス料を課さないライセンス・モデルを採用している。

【図】

Space-time block codes and asymmetry



出典: “ WWiSE IEEE 802.11n Proposal ”, “ IEEE 802.11-04/0935r4, Slide23 ”, “ November 16 2004 ”, “ Airgo, Broadcom, Buffalo, Conexant, ETRI, Realtek, STMicroelectronics, Texas Instruments, Winbond ”, “ IEEE 802.11 TGn ”, “ Slide23, Space-time block codes and asymmetry ”, (© 2005 IEEE)

【出典】

[1] “ WWiSE IEEE 802.11n Proposal ”, “ IEEE 802.11-04/0935r4 ”, “ November 16 2004 ”, “ Airgo,

² WWiSE は、米 Texas Instruments, 米 Airgo Networks, 米 Bermai, 米 Broadcom, 米 Conexant Systems, 台湾 Realtek Semiconductor, スイス STMicroelectronics, バッファローなどが支持している方式。

Broadcom, Buffalo, Conexant, ETRI, Realtek, STMicroelectronics, Texas Instruments, Winbond ” ,
“ IEEE 802.11 TGn ”

【参考資料】

[2] “ WWiSE IEEE 802.11n Proposal ” , “ IEEE 802.11-04/0935r4 ” , “ November 16 2004 ” , “ Airgo, Broadcom, Buffalo, Conexant, ETRI, Realtek, STMicroelectronics, Texas Instruments, Winbond ” ,
“ IEEE 802.11 TGn ”

【技術分類】 4 - 2 - 1 標準化 / Wireless LAN / 802.11n

【 F I 】 H04J15/00 H04J11/00@Z

【技術名称】 4 - 2 - 1 - 4 Spatial Spreading (SS)

【技術内容】

Spatial Spreading (SS) は、送信アンテナを 2 本または 4 本とし、アダマール行列で複数ストリームに分割した後に IFFT で OFDM にして伝送する技術である。送受信周波数が同じ (TDD) であることを利用して、周期的な送信ダイバーシチ制御を行う。アレー信号処理でないことから、振幅・位相キャリアプレーションを必要としなのが特徴であり、装置規模は Eigenbeam Steering (ES) と比べて低減できる。

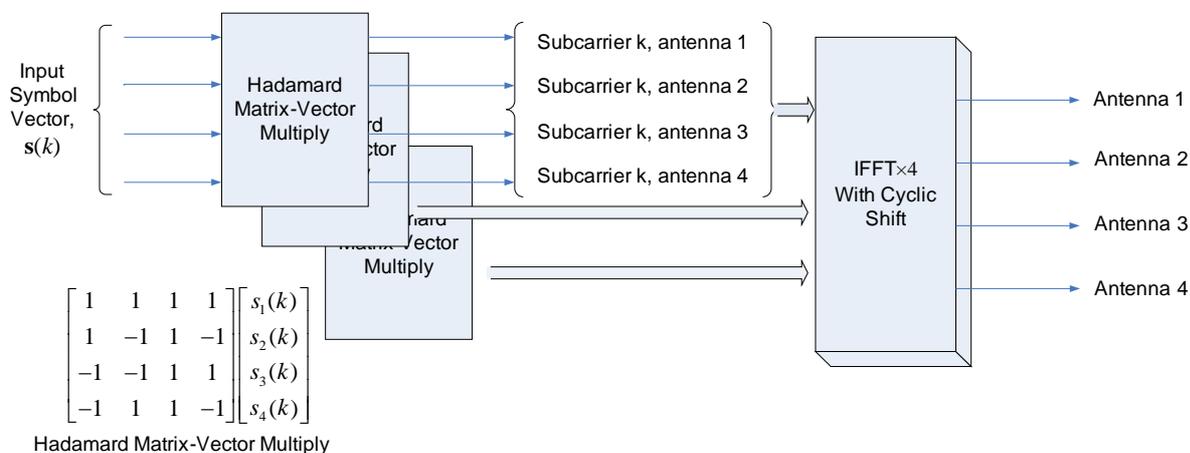
変調方式は、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM の 5 種類が規定されており、符号化レート 1/2 から 7/8 までの組み合わせで 24Mbit/s から 336Mbit/s までのスループット (理論値) で、送受信距離を 30m としたときの実スループットは、約 60Mbit/s となっている。

受信は Zero-forcing や MMSE などの空間フィルタリングで行えばよく、受信復号、チャネル推定は規定していない。

オプションとして、アダマール行列と STBC 符号化を組み合わせた "Space-Time Block Coding with Spatial Spreading (SS-STBC)" も提案されており、送受信距離を 30m としたときの実スループットは、約 120Mbit/s となっている。

【図】

Spatial Spreading (SS) の構成



出典：“High-Throughput Enhancements for 802.11:Features and Performance”，“doc.: IEEE 802.11-04/1404r3”，“November 2004”，“IEEE 802.11n”，“John Ketchum, Sanjiv Nanda, Rod Walton, Steve Howard, Mark Wallace, Bjorn Bjerke, Irina Medvedev, Santosh Abraham, Arnaud Meylan, Shravan (QUALCOMM, Incorporated)”，“Slide6, Spatial Spreading”，(© 2005 IEEE)

【出典】

[1] “High-Throughput Enhancements for 802.11:Features and Performance”，“doc.: IEEE 802.11-04/1404r3”，“November 2004”，“John Ketchum, Sanjiv Nanda, Rod Walton, Steve Howard, Mark Wallace, Bjorn Bjerke, Irina Medvedev, Santosh Abraham, Arnaud Meylan, Shravan (QUALCOMM, Incorporated)”，“IEEE 802.11n”

【参考資料】

[2] “ System Description and Operating Principles for High Throughput Enhancements to 802.11 ” ,
“ August 13, 2004 ” , “ John Ketchum, Sanjiv Nanda, Rod Walton, Steve Howard, Mark Wallace,
Bjorn Bjerke, Irina Medvedev, Santosh Abraham, Arnaud Meylan, Shravan Surineni (QUALCOMM,
Incorporated) ” , “ IEEE 802.11n ”

【技術分類】 4 - 2 - 1 標準化 / Wireless LAN / 802.11n

【 F I 】 H04J15/00 H04J11/00@Z H01Q3/26

【技術名称】 4 - 2 - 1 - 5 Eigenbeam Steering (ES)

【技術内容】

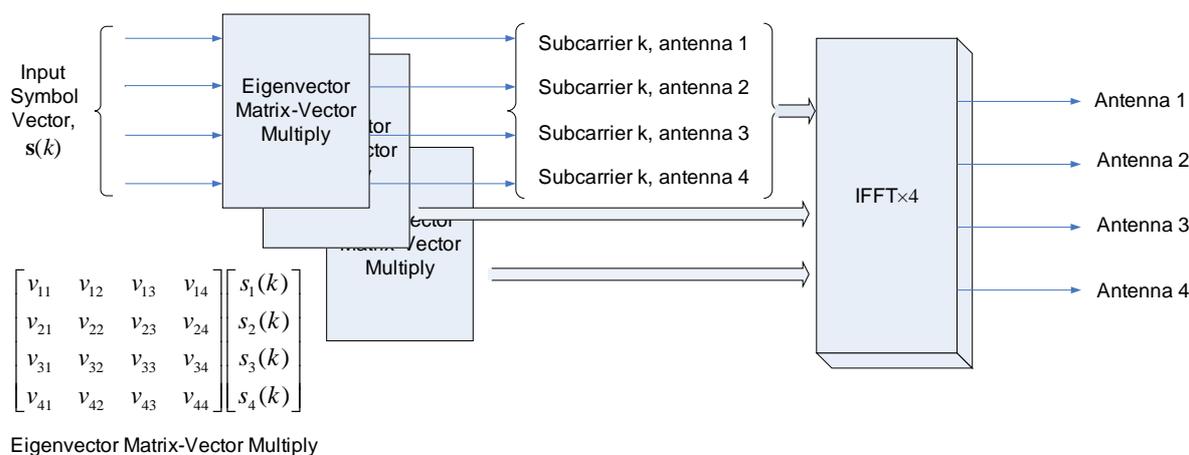
Eigenbeam Steering (ES) は、送信アンテナを 2 本または 4 本とし、送受信周波数が同じ (TDD) であることを利用して、送信側でもチャネル情報を共有できる利点を活かして、固有値分解 (SVD) による固有ベクトルで Bin 単位で重み付けした後に IFFT で OFDM にして伝送する技術である。チャネル情報については、PPDUs でフィードバックしてもよい。アレー信号処理のため、振幅・位相キャリブレーションを必要とし、トレーニング シーケンスの受信でセルフキャリブレーションを規定している。このため、装置規模は Spatial Spreading (SS) と比べて複雑となる。

変調方式は Spatial Spreading (SS) と同じく、BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM の 5 種類が規定されており、符号化レート 1/2 から 7/8 までの組み合わせで 24Mbit/s から 336Mbit/s までのスループット (理論値) で、送受信距離を 30m としたときの実スループットは、約 170Mbit/s となっている。

また、ストリーム単位でレート制御とレート フィードバックを行い、MAC の Adaptive Coordination Function (ACF) 機能でスループット最適化を行う。

【図】

Eigenbeam Steering (ES) の構成



出典: “High-Throughput Enhancements for 802.11:Features and Performance”, “doc.: IEEE 802.11-04/1404r3”, “November 2004”, “IEEE 802.11n”, “John Ketchum, Sanjiv Nanda, Rod Walton, Steve Howard, Mark Wallace, Bjorn Bjerke, Irina Medvedev, Santosh Abraham, Arnaud Meylan, Shravan (QUALCOMM, Incorporated)”, “Slide8, Eigenvector Steering”, (© 2005 IEEE)

【出典】

[1] “High-Throughput Enhancements for 802.11:Features and Performance”, “doc.: IEEE 802.11-04/1404r3”, “November 2004”, “John Ketchum, Sanjiv Nanda, Rod Walton, Steve Howard, Mark Wallace, Bjorn Bjerke, Irina Medvedev, Santosh Abraham, Arnaud Meylan, Shravan (QUALCOMM, Incorporated)”, “IEEE 802.11n”

【参考資料】

[2] “ System Description and Operating Principles for High Throughput Enhancements to 802.11 ” ,
“ August 13, 2004 ” , “ John Ketchum, Sanjiv Nanda, Rod Walton, Steve Howard, Mark Wallace,
Bjorn Bjerke, Irina Medvedev, Santosh Abraham, Arnaud Meylan, Shravan Surineni (QUALCOMM,
Incorporated) ” , “ IEEE 802.11n ”