大家好 今天我要報告的是這篇ap coordination and full-duplex enabled MB Opr for 這個ieee 802.11be (然後是由西北工業大學發表2019)

然後這個是outline的部分

首先是introduction，第二部分是介紹 802.11be的Target Scenario、Technical Objective等等的討論。第三部分是本篇主要討論的AP coordination 和 full-duplex enabled MBO 的幾種可能方案，待會會在細講。那在第四節中，就是介紹上面的這些技術如何在MAC 框架中執行。第五部分講性能評估。然後是conclusion跟reference.

//MBO促進 AP 和 STA 中可用的多個頻帶或信道的有效使用

那從introduce部分開始，目前大家用的無線網路Wireless local area network 是以efficiency 為主要目標得802.11ax generation，但是隨著傳輸的資訊量變大，**extremely high throughput 變成下一個要去實行的目標，也就是802.11be**

在802.11be各項技術鐘，對於提升TPT非常重要的一項就是**multiband operation** ，之後會用MBO來簡稱，下面是MBO的例子像是MBCB、MBA還有MBC，

因為在target scenario中還有一個高密度部署的特性，光是MBO是不夠的會有嚴重的interference and collisions，因此需要做AP coordination 來解決，之後這篇paper提出一個適合所有類型設備功能的 MAC 框架，有哪些類型呢，他有列出來分別是只有MBO、啟用 AP Coordination的 MBO、啟用 full-duplex的 MBO、還有兩者兼具的MBO，然後根據他們的做法去模擬，結果證實他們提出的 MAC framework 性能比較好，並且表明 MBA 和 MBCB 在TPT上分別優於single-band 200% 和 80.7%

下一部分是介紹802.11be的部分，因為上一次報告有做比較詳細的介紹，這邊就簡單帶過，Target Scenario 呢是在需要傳輸大量資料且低延遲的環境，目標是希望tpt來到30giga bits per second，然後這項計畫從2019年開始希望在2024制定出最終的版本，然後幾項主要的技術，對phy層的增強，多一個6GHz的頻段，還有增加到16個spatial stream，Multi-band operation、Multi-AP coordination、還有Transmission reliability enhancements 像是HARQ的部分。

我們主要focus on MBO，並嘗試將AP coordination以及full-duplex的 MBO 結合，來提高**throughput**。

那接下來要講的就是AP Coordination和 Full-duplex 的MBO，考慮到成本和復雜度，不同的設備具有不同的能力，因此需要不同的MAC processes，第一種類型就是只有multi band operation only的case，這個得方把就比較單純，multi band channel bonding 就是可以在不同頻段的channel 一起做傳輸，如下左圖所示，可能是上面用80mhz 下面用80mhz憶起做傳輸，而multi band aggregation

就是將不同頻段分開，發送或接受各自的ppdu 而不是向左邊一樣選不同channel綁在一起送ppdu。

//獨立發送和接收多個頻段的PPDU，設備在每個頻段發送PPDU，而不是通過綁定多頻段構建一個統一的PPDU。

//ppdu : Presentation Protocol Data Unit

那下一個case是有full-duplex的MBO ，分別有inband 和 out of band兩種型式， out of band 的話呢，他可以是相鄰的兩個頻段可以獨立進行MBA，就如同前面這張圖的情況，或是多個頻段同時傳不同的PPDU像下面這張。而inband 的部分就是同一時間同意頻段裡面，通時有發送和接收的PPDU。就像下圖的情況，顏色偏淺的表示接收，而這兩種方式都可以跟channel bonding憶起做，

再來是 MBO with AP Coordination，在每個傳輸機會期間， AP之間會相互協調來悠話scheduling 和resource 的分配，來達到比較好的TPT，那最後一個CASE就是結合上述的兩種方式，好處就是他有更大的靈活性，但是成本最高而且時做複雜。

這篇paper有提出了一個 可以通用上述case的MAC 框架，所以在來說到的就是mac framework 的部分，那先從DL開始講，MBCB 最單純 ，ap先backoff然後送MB trigger frame，然後把要的通道連在一起送PPDU，等sta收到後再回傳block ack。

第二個是MBA with remote bands or with out-of-band full-duplex

這個case AP和STA可以在不同頻段獨立work，可以說這個band在UL其他在DL，這是可行的。

而圖示部分下面Band 2 是傳統規格沒有MB-TF， 而上面band1 是有TF的。

第三個是without out-of-band full-duplex 的case ，特別要求要同步，AP 先 Back off 然後傳MB-TF給sta，然後在同一時間傳送一個ppdu 在每一個頻段，最後sta回傳BA

再來就是MBA with ap coordination. 他有一個 主 AP 會發送MB-TF給其他AP去分配頻段的資源，然後這些AP再根據分配傳PPDU，就像最右邊的圖的情況。

UL 也是分成四個CASE，MBCB 的話就是AP 傳MB-TF給STA，STA傳送UL 的PPDU ，AP 收到再傳BA。

下一個是MBA with in-band full-duplex. 一開始傳的MB-TF 包含 UL 和 DL 傳輸的資源分配信息。 然後AP在每個頻段發送DL PPDU，而STA也在每個頻段同時發送UL PPDU。 之後AP 和 STA 都在每個頻段發送 BA。

//AP 和 STA 都需要使用自乾擾消除 (SIC) 來解碼信號。Self-interference canceling (SIC)

再來是MBA with AP coordination

與DL過程相比，這種情況需要另一個類似於802.11ax中的TF來分配自己BSS中的資源。 主 AP 發送包含多個 AP 資源分配的 MB-TF。 之後全部的AP 都需要發送 TF 來為自己的 STA 分配resource。 然後來自多個 BSS 的 STA 在分配的頻帶中發送 UL PPDU。 最後AP回复BA。

第四個與前一個case情況類似，不同之處在於resource分配信息包括UL和DL分配結果，同時支持full-duplex傳輸。

再來是他們的模擬結果，模擬環境是一個20m×20m的正方形，一個AP位於中心，一個STA隨機分佈在BSS(1個)中，比較的case有single band、MBCB還又MBA。那可以看到single band的tpt都是最低的，而traffic rate增加的時候所有的TPT都先增加然後穩定。對於相同的 MCS上MBA 和 MBCB 在TPT上分別優於single-band 200% 和 80.7%

1. MBA使每個頻段的MAC和PHY獨立工作，吞吐量可以是單頻段方案的兩倍。
2. 雖然MBCB也採用多頻段傳輸，但需要MAC和PHY在多個頻段之間進行關聯。例如，carrier sensing and backoff process是相關的。
3. 由於最大aggregation MPDU數量是固定的，MBA在一次傳輸中aggregation的MPDU是MBCB的兩倍，因為MAC是獨立於MBA的。可以預期，隨著聚合 MPDU 數量的增加，MBCB 的吞吐量將接近 MBA 的吞吐量。
4. 最後，對於相同的方案，MCS9 的吞吐量高於 MCS6。

// MPDU（MAC Protocol Data Unit）

圖 6(b) 描述了saturated throughput性能隨aggregated MPDU 數量變化。那一樣SINGLE BAND 是最低的，隨著 aggregated MPDU數量的增加，TPT增加然後趨於穩定。

(因為MAC效率不斷提高)

最後是結論

下一代 WLAN 的需要非常高的TPT。 而MBO 是 IEEE 802.11be 實現高TPT的重要feature。

本文討論**AP coordination and full-duplex to MBO**，並提出了**MAC framework**。 它具有很高的可擴展性和**backward 和 forward的**兼容性。

模擬結果表示所MBA 和 MBCB 在吞吐量上分別優於**single band**  200% 和 80.7%。

那未來的工作包括MAC protocol的細節設計和 scheduling algorithm.