



目錄:

1. 基地台存取
2. 資料傳輸
3. 總結與展望
4. 參考

1. 基地台存取

當使用者設備(UE)在存取基地台的時候所依循的原則跟 LTE 也是一樣的.首先會搜索在適當的頻率上的基地台,並且讀取 SIB 資訊.接著執行隨機存取程序來執行 RRC 連線建立. 透過 RRC 連線透過 NAS 層對核心網路註冊.在 UE 進入 RRC_IDLE 狀態後,如果有資料需要傳送則會透過相通的方式在建立連線,否則等待直到基地台的呼叫.

1.1 協議堆疊與信令載體

一般的準則與協議層是與 LTE 的協議一起開始,將其簡化與加強到 NB-IOT 的需求.這個可以避免結構與程序的重複使用造成基地台的信令過載.同時 NB-iot 可以被視為一種新的通訊界面以通訊協議的角度而言.

其中一個例子就是載體結構,信令無線電載體部分重複使用 LTE 的協議. SRB0 是用來傳送 RRC 訊息資料在 CCCH 邏輯通道上, 以及 SRB1 是用來傳送 RRC 與 NAS 訊息資訊,並且傳送在 DCCH 邏輯通道上. 然而並沒有 SRB2 的定義.

然而有新的信令無線電載體的定義, SRB1bis 的定義. 這情中隱含這意味著這新的載體的設定與 SRB1 的設定是相同的,然而並沒有 PDCP 著個部分. 這個通道扮演著 SRB1 的角色直到安全機制被啟動然後 SRB1bis 就再也不會被使用了.這裡隱含的意味著在控制平面 Clot EPS optimization,完全只有使用 SRB1bis,因為在這個模式下並沒有任何的安全機制會被啟動.

通訊協議堆疊則跟 LTE 的部分相同並且被優化來給 NB-iot 使用:

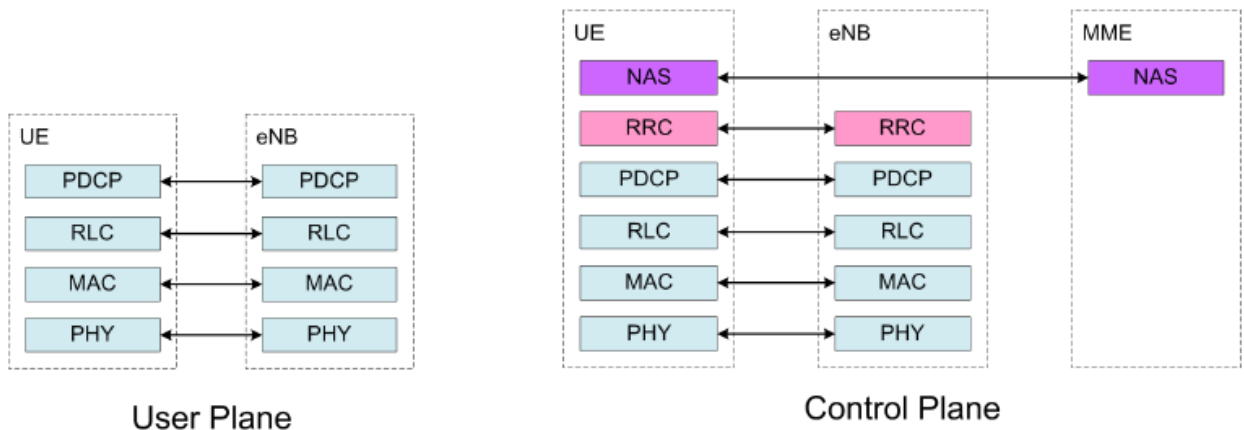


圖 1-1, NB-iot 通訊協議堆疊

1.2 系統訊息

就像 LTE 一樣, 系統訊息被使用作為廣播系統訊息給所有的 UE 參考在同一個基地台中. 當廣播訊息佔用了資源並且對每個 UE 產生消耗了電池, 則將其取最小的資訊.

同時, 一堆的系統訊息資訊被定義如下, 這些定義也是 LTE 系統訊息定義的子集定義, 如同下表所定義.

系統訊息方塊	內容
MIB-NB	必要的資訊用來接收其他額外的系統資訊
SIBType1-NB	細胞存取及選取, 其他 SIB 的排程
SIBType2-NB	無線電資源設定訊息
SIBType3-NB	細胞重選資訊給同頻率間與不同頻率間
SIBType4-NB	鄰近細胞相關訊息給同頻率間的細胞重選
SIBType5-NB	鄰近細胞相關訊息給不同頻率間的細胞重選
SIBType14-NB	存取拒絕參數
SIBType16-NB	訊息有關於 GPS 時間與座標時間(UTC)

表 1-1, 系統訊息方塊定義表

SIB 是用來指出標記的 NB, 每個 SIBs 都被簡化被定義著訊息元件, 然而, 內容與 LTE 相同, 例如 SIB-16 是用來描述時間資訊. UEs 挑選使用這些資訊並且忽略來自於 LTE 的訊息, 甚至是在 in-Band 的操作之下.

UE 總是必須必要接收有效的 MIB-NB, SIB1-NB, SIB2-NB, 到 SIB5-NB 的訊息. 其他的也會有效如果他們的功能有需要被使用. 例如 Access Barring 被指出在 MIB-NB 中, 那 UE 必須要有有效的 SIB14-NB.

系統訊息要求與變更程序只有在 RRC_IDLE 的狀態下才能套用. UE 並不預期在 RRC_Connected 的狀態下去讀取, 如果有變化發生, UE 會透過呼叫的方式被告知或是直接被告知. eNB 是有可能直接釋放 UE 到 RRC_idle 的狀態下為了要求變更系統訊息.

1.2.1 排程

MIB-NB, 及 SIB-NB 以特定的形式被傳送在下行訊號中, 剩餘的 SIB 訊息的排程是以類比式的方式完成在 LTE 中, SIB-NB 訊息被群組到 SI 信息中, 其中這些訊息被分別傳送到不同的 SI 窗戶時間. 不同的 SI 訊息的 SI 窗戶時間是不會重疊在一起的. SI 窗戶時間的長度在 SIB1-NB 中有定義, 同時其他 SI 訊息也是一樣的. 每個 SIB 及 SI 窗戶的大小為 680Bit.

在 SI 窗戶時間內, SI 訊息重複的連續傳送 2~8 次在 DL SFs, 這也是要根據傳輸方塊大小而定而且有可能重複好幾次. 排程的資訊則是提供在 SIB1-NB2 當中, 因此在 NPDCCH 中已經沒有指標訊息也沒有 SI-RNTI 的必要了.

1.2.2 變更通知



如同先前所提到的系統訊息只有在並更在時間的邊界上,而且藉由呼叫的訊息來提供相關的資訊. 有個例外就是透過 SIB14-NB 的存取禁止,這個訊息可能在任何的時間點被變更,這個例外背後的原因就是存取參數可能是會在很短的時間內被改變. 當然 SIB16-NB 訊息不是透過呼叫來提供訊息,他則是規則性的變更資訊.

另一個方式來指出 SI1-NB 或是其他訊息被變更的概念就是數值標籤, 相關的系統數值標籤, 這些相關的數值提供在 MIB-NB 的訊息內. 這個概念是要讓 UE 能夠在沒有服務區的地方返回到有服務覆蓋區域內在很長的 DRX 之後返回. 在這個狀態下的 UE 是沒有辦法接收呼叫訊息的所以 UE 就會去確認數值標籤. 如果有 SIB 變更過, 那麼數值標籤也會變更.然而, UE 必須要讀取系統訊息如果脫離服務區已經超過 24 小時.

1.2.3 總結 SIB 要求

首先 UE 從 NSSS 通道獲得第一次的 NCellID. 就由讀取透過 MIB-NB 內的 schedulingInfoSIB1 來得知 SIB1-NB 的大小,數目跟重複次數. 來推斷起始點. 在 SIB1-NB 訊息內提供了其他 SIB-NB 的位子資訊.最後有 hyperfram 的兩個 LBS 位元來獲得 MIB-NB 就知道甚麼事後可以確認 SIB 訊息更新. 如果 SIB 有變更可透過數值標籤的變更或是由呼叫訊息的資訊所得知.

1.3 細胞選取與移動性

NB-IOT 是為了不常傳送的短訊介於 UE 與網路間傳送的技術, 這是假設在 UE 已經在每個替定的基地台工作並且能夠交換訊息,所以 handover 的程序是沒有預期會發生在 RRC_connected 的狀態下. 如果這個需求是需要的,那 UE 就會先回到 RRC_IDLE 的狀態下在執行重新選網的工作.

對於 RRC_IDLE 狀態, 細胞重選是被定義用來兩種不同頻率要求下,一個是同頻率下,一下是不同頻率下的應用. 不同頻率這裡所指的是 180Khz 的載波,這個意味著即使有兩個載波適用在 in-Band 操作內嵌在相同 LTE 載波下, 這還是一指不同頻率間的重選.

為了要找到基地台細胞,UE 首先會量測 NRS 的接收功率與品質.這些數值則會與 SIB-NB 內所提供的特定細胞數值做比較, S 準則狀態的兩個數值都高於這些臨界值,UE 就會考慮認為他自己是在服務範圍內.如果是在範圍內則 UE 就是嘗試去連線註冊.

根據所接收到的 NRS 功率大小,UE 有可能會考慮細胞重選, UE 與重選臨界數值做比較,這些數值在同頻率或是不同頻率的案例可能是不同的. 所有所需要的數值都直接透過服務的細胞所提供不需要再去讀取 SIB-NB 上的數值從其他的 NB 細胞中讀取.

當所有的鄰近細胞都滿足了 S-準則,UE 則會依據接收功率強度來做優先排序,遲滯也加入到這個程序中為了要避免過於頻繁的細胞從選機制.在同頻間的案例細胞特定位移是有可能套入使用.對比於 LTE, 對於不同的頻率是沒有特別的優先次序.UE 最後選最高排序的細胞作為是當的對象,這細胞也許是來自接收正常的服務.

當 UE 離開了 RRC_Connected, UE 並不需要去接收相同的載波來去找到一個細胞網路去註冊. RRCConnectionRelease 訊息內容中可能會指出 UE 可以第一次去試著連上較適合的細胞網路.僅如果 UE 沒有辦法在這個頻率上找到適當的細胞網路,則可能會在找尋其他不同頻率.

1.4 隨機存取程序

RACH 跟 LTE 一樣有相同的訊息流程,然而有不同的參數[13]:

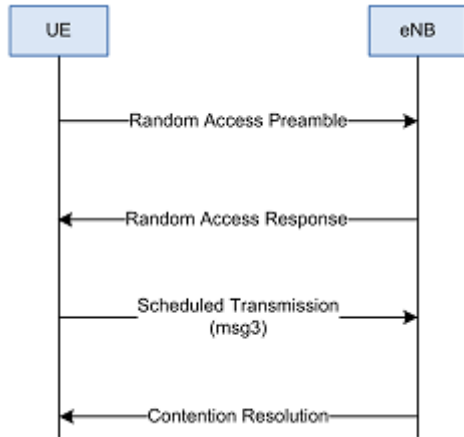


圖 1-2:RACH 程序訊息流程圖, 這裡的每個訊息都會重複是根據 UE 的涵蓋增強等級(CE Level).

NB-IoT 的 RACH 程序總是基於資源競爭的需求下來開始與傳送 RACH 的前序訊號. 在與 eNB 接通後, eNB 會提供訊息 3 的排程來開始傳送競爭解決過程的程序,接著會再傳送競爭解決方案程序結束告訴 UE RACH 程序完成.

根據傳送的前導訊息,UE 首先會計算它的 RA-RNTI, 這個訊息看起來是在 PDCCH 的 DCI 格式 N1 中以 RA-RNTI 的數值來加入到干擾碼當中,其中會指出 RAR 這個訊息.UE 會預期在這個反應時間內收到這個訊息. 詳細的資訊會以 SIB2 來告訴 UE 其中的 SF 與 CE 的資訊.

如果前導訊息傳送沒有成功, 例如 RAR 訊息沒有接收到,UE 會再傳送另一次直到達到最大的次數,這個最大次數也是跟 CE 等級有關.如果在最大次數達到後還是沒有傳送成功,UE 則會執行下一個等級 CE Level. 如果連線失敗的總數達到上限,則會對 RRC 回報連線失敗.

有 RAR 訊息,UE 可以得到額外暫時性的 C-RNTI 的時間超前落後指令,因此接下來的 msg3 則會是時間對齊的訊號. 這是一個必要的資訊用來傳送在 NPUSCH 上. RAR 訊息提供上行的資訊給 msg3 包含了所有相關的資料給 msg3 的傳送.

1.5 連接控制

NB-iot 系統並沒有支援 handover 到其他的技術上,因此在 RRC 的模組上相對性變成相對的簡單.如圖所示:

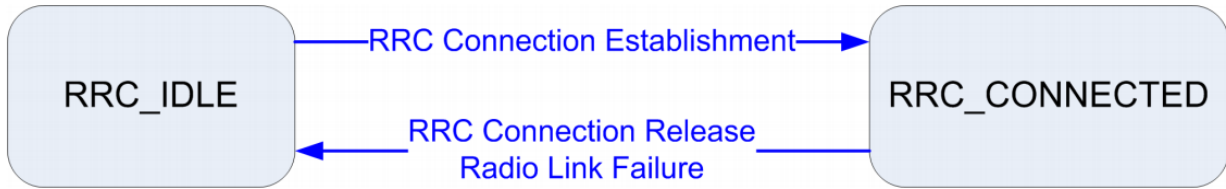


圖 1.3 RRC 狀態模組與其傳送

如同在 LTE 一樣, 只有兩個狀態, 一個是 RRC IDLE 另一個是 RRC_Connected, 然而這當中並沒有其他狀態的轉換,沒有辦法連接到 UTRA 及 GSM 的狀態. 因為 Handover 的技術在這裡是並沒有支援的.當然沒有支援連接到 LTE 上,因為 LTE 也是被視為其他的技術.

1.5.1 RRC 連線建立

RRC 連線建立的流程跟 LTE 的流程是一樣的:

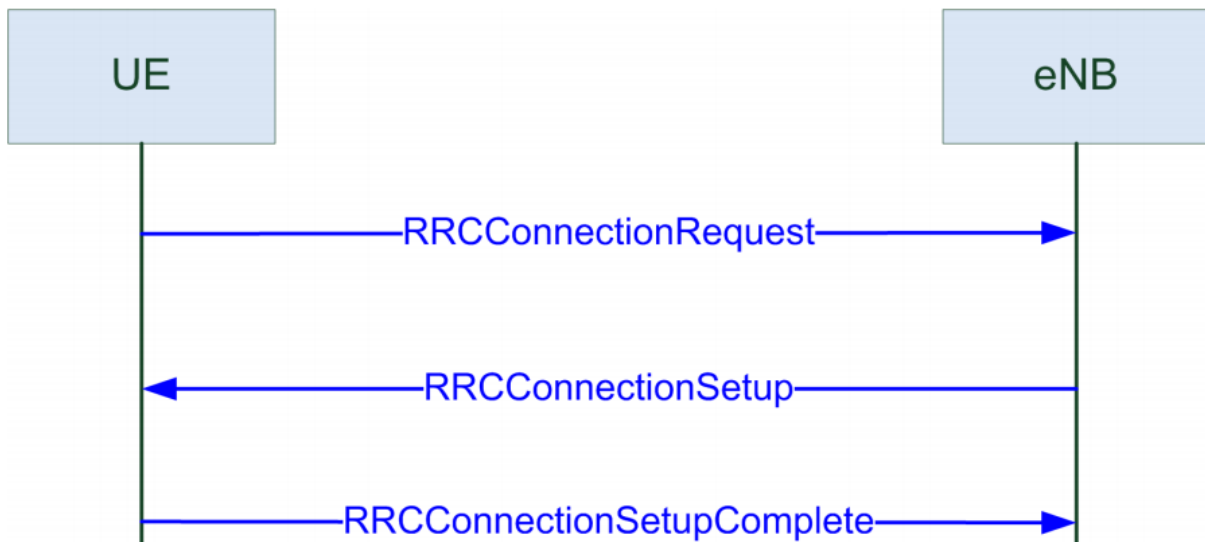


圖 1.4 RRC 連線建立,訊息流程如同在 LTE 一樣,但是內容參數不同.

UE 發送 RRCConnectionRequest 來告知要連線到網路的需求以及他的目的.建立連線的因素限制在下列的用例下: “mobile originated signaling , mobile originated data, mobile terminated access , exceptional reports” . 在用例上並沒有支援網路時間延遲容忍, 因為 NB-iot 所有的資料流通都是被假設在時間延遲容忍的狀態下, 除此之外,UE 也會指出是否支援 multi-tone 及 multi-carrier 的支援了. 雖然 UE 的能力會標示在他自己的程序上,這些能力必須要標示在這裡以便 eNB 可以套用給接下來 UL 資源分配的程序上.

依據 eNB 提供的 RRCConnectionSetup 訊息,這個訊息提供 SRB1 及兩個 DRB 的協議資訊,最後, UE 使用 RRCConnectionSetupComplete 訊息來告知 UE 所選定的 PLMN 跟 MME 及第一次的 NAS 回饋訊息.

在完成連線設定給“ User Plan CIOT EPS 優化” , 安全性及 RRC 連線重新設定成去的方法跟 LTE 的方法是一樣的.

當 eNB 釋放連線,也會對 UE 停止連線,在這個案例下,UE 會轉換狀態到 RRC_IDLE 狀態以及儲存當前的 AS 內容. 這也可能可以回復 RRC_Connected 狀態在待會之後. 無線電通道也會自動建立, 及安全檢驗機制也會啟動, 除此之外額外的 AS 內容也會更改.

RRC 連線重建程序如同下圖所示:

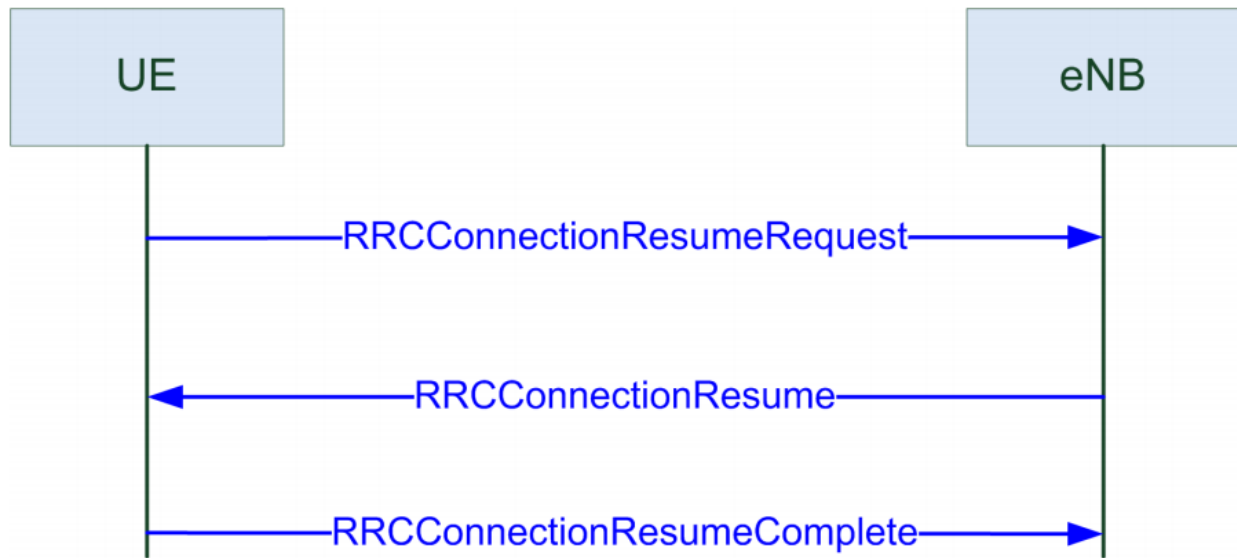


圖 1.6 RRC 連線重建要求被 eNB 接受.

在連件重建要求只有套用在 UE 被設定為使用者平面 CIOT EPS 最佳化狀態下, 即被設定在最少有一個 DRB 的狀態下. 依據接收

1.5.2 RRC 連線釋放

RRC 連線釋放是由基站所發起的,如圖 1.7 所示:



圖 1.7 RRC 連線釋放

使用這介面 CIoT EPS 優化可能使用 rrcSuspend 旗標來指出連線終止. UE 會把 AS 的內文儲存起來並且提出 RRC 連線回復要求如上所描述,否則 AS 內容則會被刪除,而且可能 UE 會重新連線完成完整的 RRC 連線程序,接著進入閒置模式.

1.6 UE 能力

當 UE 連線到網路端,eNob 不知道連線回復的 UE 能支持的協議版能力或是其他選擇性的功能的支持,因此 UE 能力詢問訊息則被定義用來詢問 UE 所能支援的能力.如圖 1.8 所示.

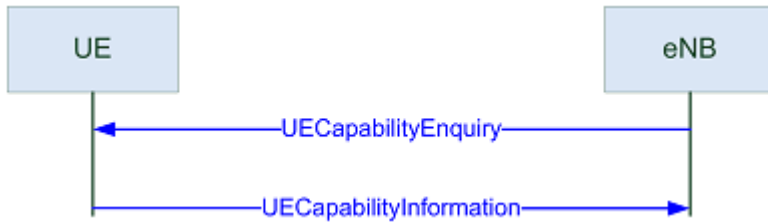


圖 1.8 UE 能力傳送

UE 能力詢問總是由基地台端所發起,因為 UE 不知道基地台是否已經知道 UE 的支持能力, UE 能力的資訊包含了 UE 所支援的協議版本,類型根所支援頻帶列表,跟可以支援的多重通道,UE 也可能指出對於上行通道是否支援多載波或多同調傳送能力,也可能可以支援的最多幾個 RoHC 內容支援格式.

1.6 呼叫

呼叫訊息是用來啟動 RRC 連線來告知 UE 系統訊息設定已經變更當 UE 在閒置模式的時候.呼叫訊息是透過 NPDSCH 通道來傳送,並且可能包含許多 UE 的列表資訊來告知 UE 啟動連線或是告知系統訊息變更.每個 UE 從列表中找到自己的 ID 並且將這訊息傳遞到上層並且起同連線程序,如果系統訊息變更 UE 就會開始重新讀取新的 SIB-1 NB 系統訊息.

在閒置模式下的 UE 只會在特定的 SF 下監控呼叫訊息,所發生的呼叫啟動 PO,PFs 及 PO 的決定是事由 SIB-2 所提供的 DRX 循環訊息的資訊所得取,以及 USIM 內的 IMSI 資訊所計算出來.循環設定數值可以是 128,256,512,及 1024 次 Radio frame 循環,所換算出來的時間可以是從 1.28 秒到 10.24 秒.

擴增 DRX 的概念也是可能套用在 NB-IoT 上,這是使用超時間碼框 (Hyper Frame) 結構,如果 eDRX 支援的話,這樣 UE 所需要監聽呼叫訊時時間可以延長至 3 個小時,UE 必須要知道是哪個 HFN,及呼叫時間寬度(PTW),在這個時間寬度的時候必須要去監聽呼叫訊息.

2 資料傳送

在核心網路中,有兩個方式可以傳送資料,一個是使用控制平面 Clot EPS 優化,以及使用者平面 Clot EPS 優化來傳送資料,MME 會指出支援哪種方式傳送,由移動裝置所啟動的資料傳送會選擇自己所資源的方式來去傳送資料.如果是由移動終端設備所啟動的資料傳送,MME 會選擇最佳的方式,並且也會考慮在信令溝通中 UE 所想要的方式作為傳送的考量.

2.1 控制平面 Clot EPS 優化

對於控制平面 Clot EPS 優化,在 eNB 與 UE 之間的資料傳送是在 RRC 從中所完成,在下行的資料,資料會被攜帶在 RRCconnectSetup 的訊息中,在上行的資料是會被攜帶在 RRCconnectionsetupComplete 訊息中,如果這樣還是不夠用來作為資料傳送,那會繼續使用 DllInformationTransfer 訊息及 UlInformationTransfer 訊息來做為資料的傳送.

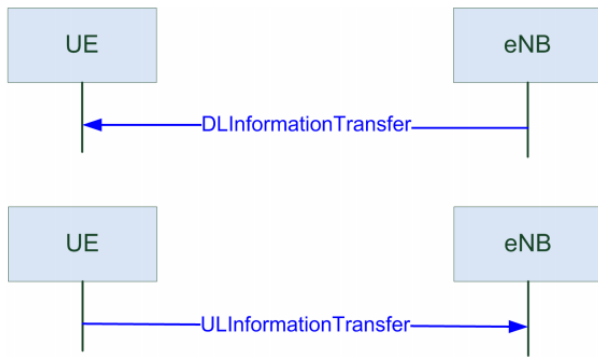


圖 2.1 NAS 專用訊息傳送作為 UE 與 eNoB 間的傳送

2.2 使用者平面 Clot EPS 優化

在使用這平面 Clot EPS 優化利用傳統的方式做為資料的傳送到網路端, eNob 將資料透過 S-GW 來傳送或做為資料的接收,為了保持 UE 的設計低複雜度,因此僅只使用一個或是兩個專用載體作為傳送.

有兩個案例要討論一下,如果在上述的 RRC 連線釋放成功並且再次回復也被基站所接收,連線也被建立,則安全機制則會被建立,射頻載體也會如同先前設定所被建立,如果沒有先前的釋放或是不被基站所接受,則安全機制與載體通道則需要再次設定與建立.

2.3 資料連線的建立與設定

在先前的 RRC 連線啟動後,接著第一步就是要建立 AS 等級的安全機制,這是透過初始化安全啟動程序:



圖 2.2 建立 AS 層級安全機制

在 SecurityModeCommand 訊息在 NB 基站會提供加密演算法與通道安全的保護機制,所有在 LTE 的演算法也會套用在 NB-iot 上,在安全機制啟動後,則會設置 RRC 連線重新設定程序如下圖所示:



圖 2.3 RRC 連線重新設定程序

在 RRC 連線重新設定程序中,基站會提供 UE 有關通道在 RLC 層與邏輯層的相關資訊設定,PDCCP 層的設定僅只設定於 DRB 上的需求,因為 SRB 只會使用預設資訊。

在 MAC 層會提供 BSR, SR 以及 DRX 的設定資訊,最後在實體層會提供傳送資料所需要的時間資訊與頻率資訊以供傳送需求。

在 RRC 連線重新設定資訊中可能會獲取額外對於上行,下行的載波資訊.在得到這些 non-Anchor 載波資訊則可以利用來傳送下行資料,在上行也是以相同的準則來傳送資料。

3.總結與展望

3GPP R13 版本所制訂出來的 NB-IOT 技術是一個新的無線通訊規範,這是用來傳送小量並且不是時常傳送資料需求用途的技術,因次對於 UE 的設計成本可以大幅地降低,並且提升電池壽命的延長度。

在資料的傳送上使用 180khz 的頻寬,然而在寬頻代的多頻帶的使用上,信令部分可能降為可以只使用一個子載波來傳送訊息。

在 R14 的 NB-IOT 的技術會持續發展下續,在 R14 中會支持定位服務技術,以及一對多點傳送服務技術,例如軟體的更新服務等等應用範疇,還有提升移動性的通能,在接下來的新增技術的內容我們在未來會持續的更新,所以請上官網上注意動態更新訊息。

4.參考資訊

[1] 3GPP TR 45.820 V13.1.0, November 2015; Cellular system support for ultra-low complexity and low throughput Internet of Things (CIoT)

[2] 3GPP TS 23.272 V13.3.0, March 2016; Circuit Switched (CS) fallback in Evolved Packet System (EPS)

[3] 3GPP TS 23.401 V13.6.1, March 2016; General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network

[4] 3GPP TS 23.682 V13.5.0, March 2016; Architecture enhancements to facilitate communications with packet data networks and applications



- [5] 3GPP TS 36.331 V13.2.0, June 2016; Radio Resource Control (RRC); Protocol specification
- [6] 3GPP TS 36.300 V13.4.0, June 2016; Overall description
- [7] 3GPP TS 36.101 V13.4.0, June 2016; User Equipment (UE) radio transmission and Reception
- [8] 3GPP TS 36.201 V13.2.0, June 2016; LTE physical layer; General description
- [9] 3GPP TS 36.211 V13.2.0, June 2016; Physical channels and modulation
- [10] 3GPP TS 36.212 V13.2.0, June 2016; Multiplexing and channel coding
- [11] 3GPP TS 36.213 V13.2.0, June 2016; Physical layer procedures
- [12] 3GPP TS 36.304 V13.2.0, June 2016; User Equipment (UE) procedures in idle mode
- [13] 3GPP TS 36.321 V13.2.0, June 2016; Medium Access Control (MAC) protocol specification
- [14] 3GPP RP-161324 3GPP Work Item Description Enhancements of NB-IoT