

DECT NR+ Talk 使用與開發手冊

版本 1.2.0，2026-10。BANFi-UM-TALK。譜羅科技(股)公司 BANFi Semiconductor 產品；通訊協定堆疊與韌體由 FLSEMI 提供。

Talk 讓一台 PC 或 Mac，透過接在 USB 上的 DECT NR+ 無線電，變成對講機與訊息工具。主要功能：

- **群組頻道**：按住說話，網路裡的每個人都聽得到。
- **點對點**：只對一台無線電說話。
- **訊息**：傳文字給所有人，或給某一台無線電。
- **網路**：找出網路裡的無線電，加入網路、離開網路，再回來。
- **在 App 內加密**：語音與訊息都以群組金鑰封裝。

附完整原始碼。Talk 的定位是你自己 DECT NR+ 上位機軟體的起點，可以用在 PC、閘道器或嵌入式 Linux 板上。

1. 需要準備的東西

一台無線電，以下任一種：

- 燒有 DECT NR+ 韌體的 nRF9151 DK 或 nRF9131 EK (Nordic Semiconductor)；
- 你自己設計、燒同一套韌體的板子。

無線電接上 USB 後會出現兩個序列埠。Talk 使用第二個，它跑主機介面 (1 Mbaud)。

或一台閘道器：像手機 App 一樣，透過藍牙低功耗 (Bluetooth LE) 連到 BANFi 閘道器 (見第 4 節)。需要安裝 `bleak` (已列在 `requirements.txt`)。

一個網路：要有其他無線電可以通話——可以是其他跑 Talk 的電腦、搭配手機 App 的閘道器，或兩者都有。大家使用相同格式。每個網路有一個 **sink (匯聚節點)**。sink 若是閘道器，群組頻道由閘道器負責；sink 若是跑 Talk 的無線電，就由 Talk 負責。

一台電腦，需要安裝：

- Python 3.10 或更新版本，且附 Tk 8.6 或更新版本；
- Opus 函式庫；
- `requirements.txt` 列出的 Python 套件。

	macOS	Windows	Linux (Debian/Ubuntu)
Python 與 Tk	python.org 安裝程式，或 <code>brew install python python-tk</code>	python.org 安裝程式	<code>apt install python3 python3-tk</code>
Opus	<code>brew install opus</code>	opus.dll 放在 Python 旁邊或 PATH 中	<code>apt install libopus0</code>
音效	隨 sounddevice 附帶	隨 sounddevice 附帶	<code>apt install libportaudio2</code>

```
python3 -m pip install -r requirements.txt
```

請勿使用 macOS 內建的 Python 3.9。它的 Tk 8.5 無法顯示視窗，Talk 會提示後結束。

Talk 已在 Apple silicon 的 macOS 上以 Python 3.14、Tk 9.1 測試。Windows 與 Linux 使用相同的函式庫，但尚未經過我們測試。

2. 開始使用

```
cd apps
python3 nrplus_talk.py
```

步驟 1：連線。 選擇無線電的序列埠，按 **連線**：

- macOS：/dev/cu.usbmodem... 中結尾為 3 的那個；
- Windows：無線電兩個 COM 埠中編號較大的那個。

Talk 會在左側顯示這台無線電的狀態，並請網路裡每台無線電回報（**網路** 分頁）。

步驟 2：群組金鑰。

- **開啟...** 載入群組的金鑰檔。
- **新增...** 建立新的金鑰檔。請透過安全管道交給每位成員：持有這個檔案的人都能收聽與發話。
- **不使用金鑰** 以明文傳送，網路中每台無線電都能讀取。

右上角的標示永遠顯示目前是哪一種模式。

介面語言。 BANFi 版預設為繁體中文介面，由 apps/brand.json 決定 ("lang": "zh-TW" 或 "en")。也可以用環境變數暫時切換，例如 `TALK_LANG=en python3 nrplus_talk.py`。

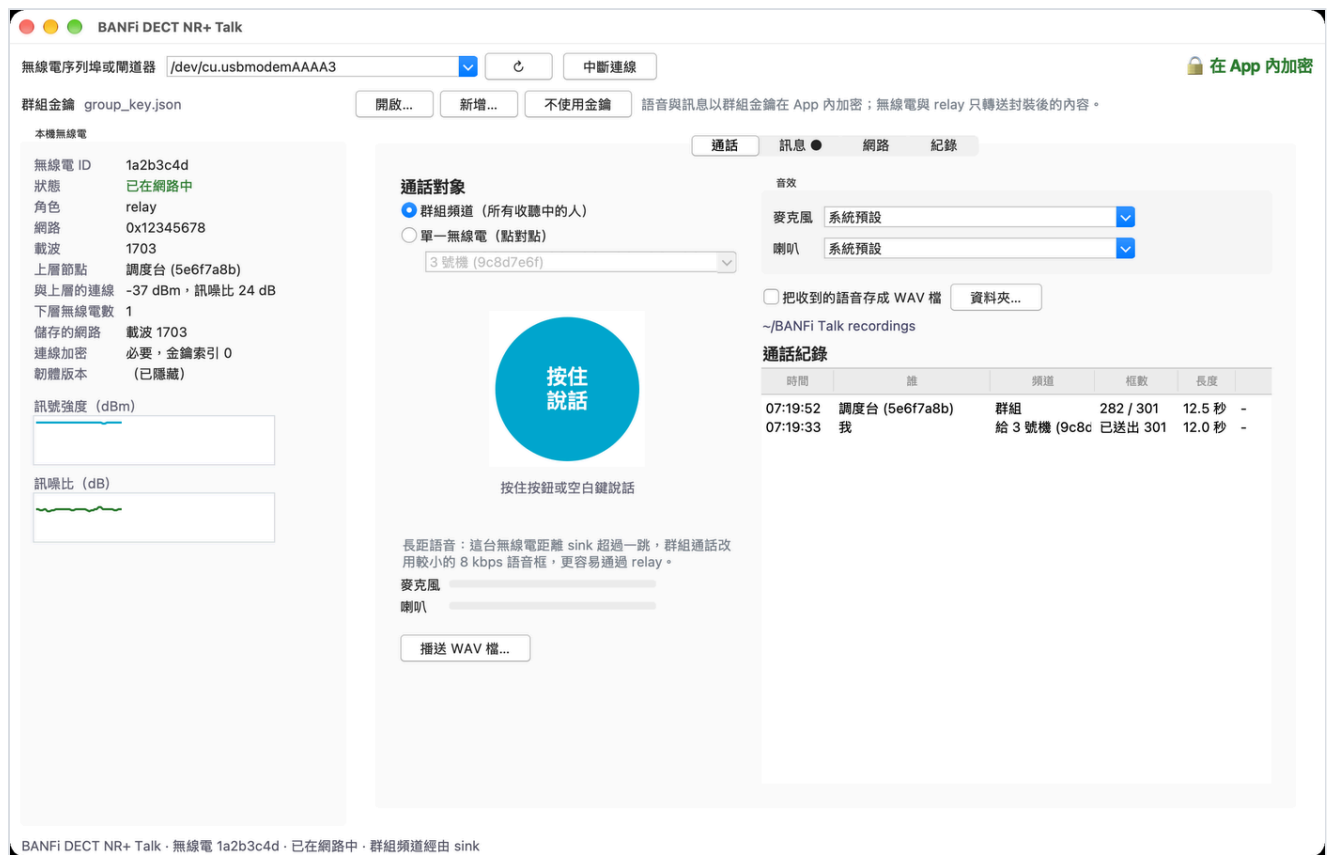
步驟 3：說話。 按住圓形按鈕或空白鍵說話，放開即收聽。

Talk 會把以下設定記在 ~/.config/flsemi_talk/，下次自動帶入：

- 序列埠；
- 金鑰檔；
- 你為無線電取的名字；
- 音效裝置。

Talk 不會儲存網路金鑰。

3. 視窗說明



本機無線電（左側）：無線電自己回報的資料：

- 它的 ID、狀態、角色與網路；
- 它的上層節點（parent）與連到上層的訊號；
- 有幾台無線電經由它連上網路；
- 開機後會進入的網路；
- 韌體版本。

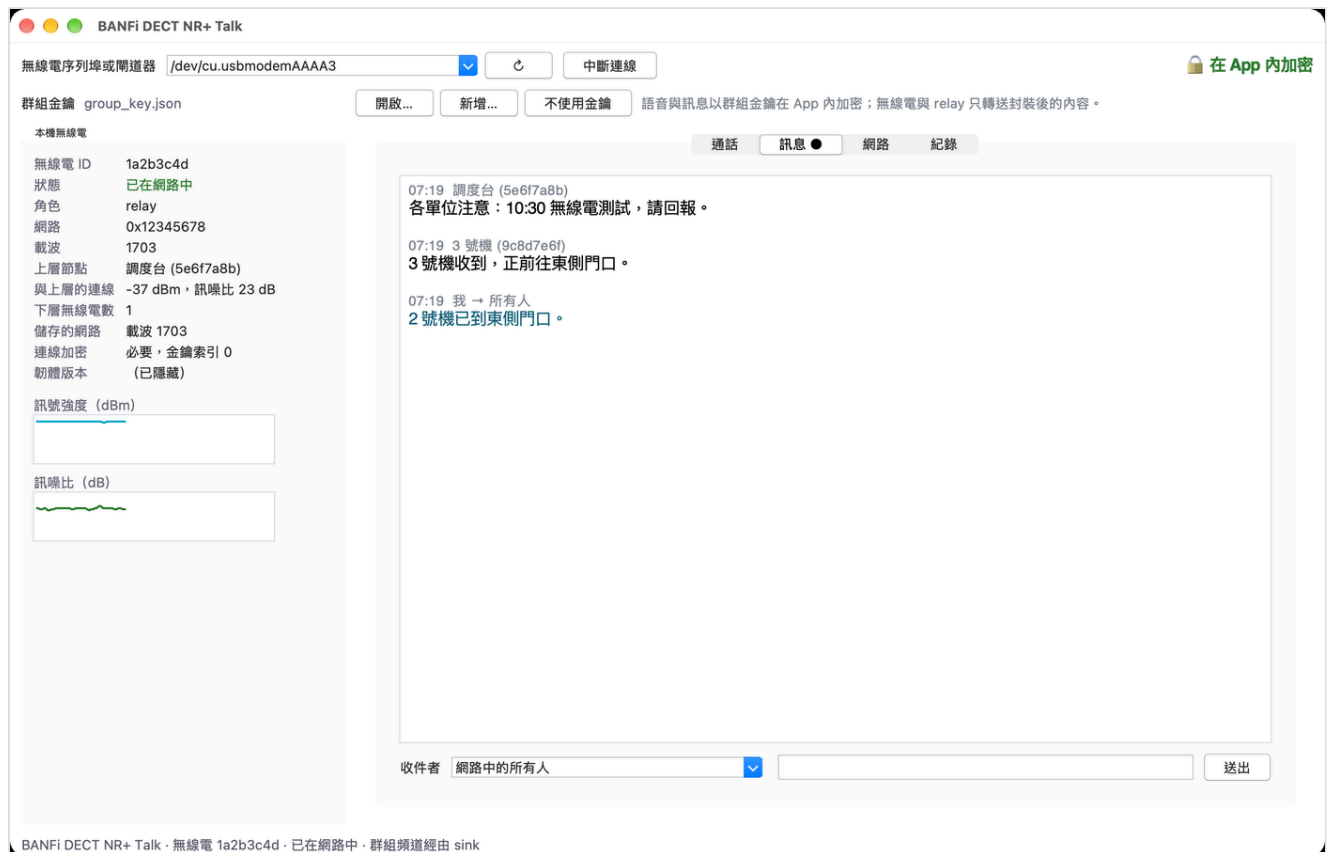
兩張小圖顯示最近兩分鐘的訊號強度與訊噪比。

通話分頁

- **群組頻道**：所有正在收聽的人都聽得到你。
- **單一無線電（點對點）**：對清單中選定的無線電點對點通話。
 - 點對點語音適用於相鄰的無線電：你的上層節點，或你下層的無線電。
 - 選定的無線電距離較遠時，Talk 會提醒你；跨網路請改用群組頻道。
- **按鈕顏色**：
 - 藍色：頻道空間；
 - 紅色：你正在說話；
 - 灰色：群組頻道上有人正在說話。
 - 群組頻道一次只給一個人說話，先開口的人保有發話權，直到對方停止。

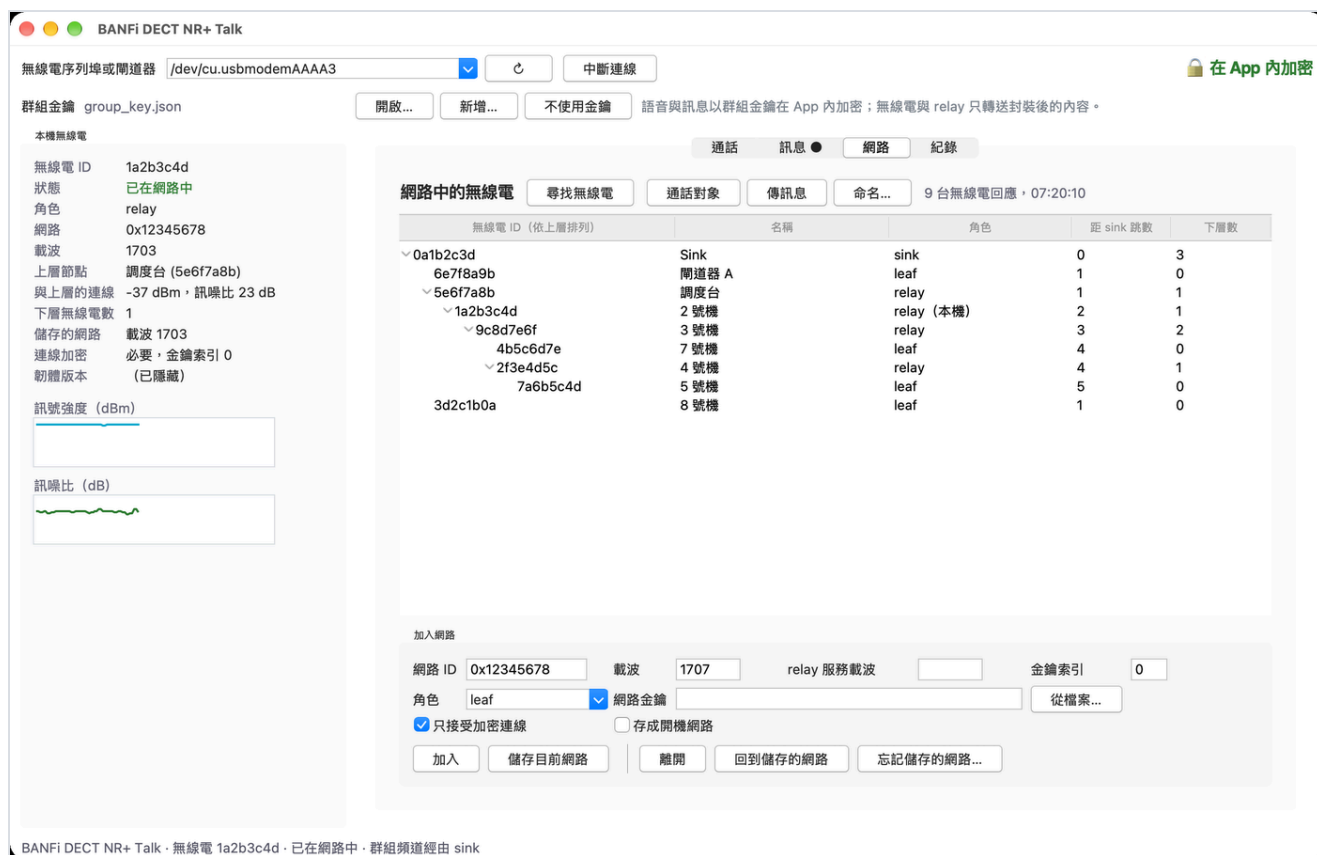
- **播送 WAV 檔...** 把一個 16 kHz 單聲道 WAV 檔當成語音送出，適合測試，或在沒有麥克風的電腦上使用。
- **把收到的語音存成 WAV 檔** 會把每一段收到的通話各存成一個檔案。
- **通話紀錄** 列出每一段通話：
 - 收到的框數與送出的框數（一框 40 ms）；
 - 錄音檔名。

遺失的框由語音編解碼器自動補齊。



訊息分頁

- 選擇 **網路中的所有人** 或某一台無線電，輸入文字後按 Return。
- 沒有加密的訊息會標示「未加密」。
- 以你沒有的金鑰封裝的訊息，會顯示為本 App 無法開啟。
- 傳給單一無線電的訊息若沒有送到路徑上的下一台無線電，會顯示送達失敗。



網路分頁

- **尋找無線電** 請每台無線電在 3 秒內回報。回報由各台無線電的韌體自己完成，所以沒有接電腦的無線電也會出現。
- 樹狀圖顯示誰經由誰連上網路，以及每台無線電距離 sink 幾跳。
- **通話對象** 與 **傳訊息** 會使用選中的無線電。
- **命名...** 為無線電取名字（只存在這台電腦上）。

加入網路

欄位	說明
網路 ID	網路的 32 位元 ID，例如 0x12345678
載波	要加入的頻道。請只使用當地法規允許的載波
角色	leaf ：一般成員。 relay ：同時服務下層無線電的成員。 sink ：網路的根節點，每個網路一個
relay 服務載波	relay 服務下層無線電時使用的頻道
網路金鑰	網路的 16 位元組金鑰，以 32 個十六進位字元輸入，或按 從檔案...
金鑰索引	網路換過金鑰時使用的金鑰索引（沒換過則為 0）
只接受加密連線	拒絕沒有金鑰的無線電（建議勾選）
存成開機網路	斷電重開後仍保留這個網路

- **加入** 離開目前的網路並加入新網路，通常在 10 秒內完成。
- 除非勾選「存成開機網路」，加入只是暫時的。按 **回到儲存的網路** 會讓無線電重新啟動，回到原本儲存的網路，因此試著加入一個網路永遠可以復原。

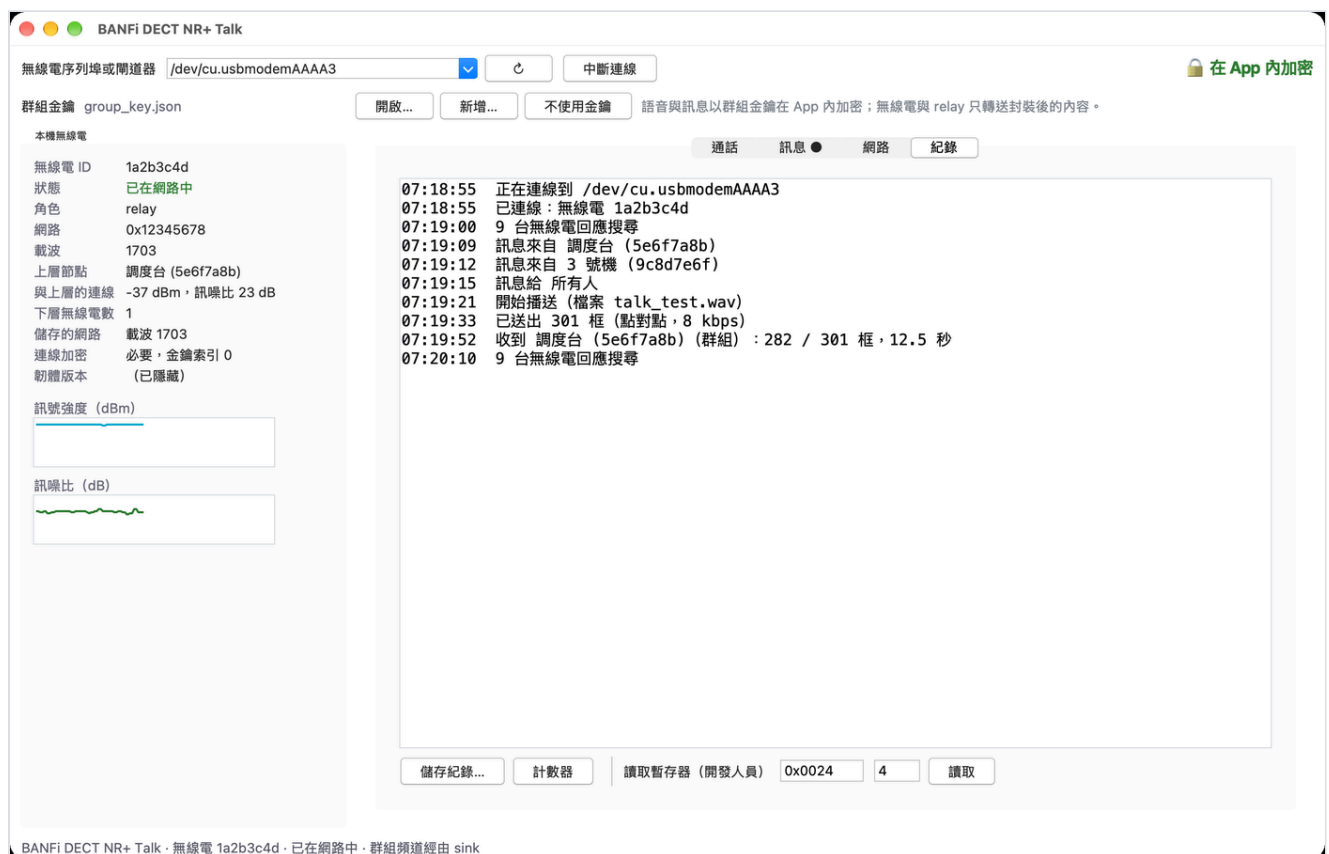
- **儲存目前網路** 把目前所在的網路存成開機網路。
- **離開** 讓無線電離開網路，儲存的網路仍保留。
- **忘記儲存的網路...** 離開網路，並從無線電上抹除儲存的網路與金鑰。之後要回來，需要重新輸入網路 ID、載波與金鑰。

relay 離開網路時，它下層的無線電會暫時失去路徑，並自行尋找其他上層節點。relay 要離開前，Talk 會先提醒。

當這台無線電是 **sink** 時，Talk 會像閘道器 sink 一樣負責群組頻道：

- 記錄已報到的成員（每 20 秒報到一次）；
- 一次只把發話權交給一個人；
- 每一框只對整個網路送出一次。

狀態列會顯示「本機負責群組頻道」。群組使用期間，請保持 sink 上的 Talk 連線。



展示模式（選單「檢視」）：以虛構的無線電 ID 取代真實 ID（每次都相同），並隱藏序列埠名稱、韌體版本與暫存器數值。適合截圖、錄影與展示。本手冊的截圖皆在實際網路上以展示模式拍攝。

紀錄分頁

- 顯示連線、通話、訊息與網路事件。
- **儲存紀錄...** 把紀錄存成檔案，方便提出技術支援需求。
- **計數器** 顯示引擎的統計數字。
- **讀取暫存器** 供開發人員使用。

4. 透過閘道器通話 (Bluetooth LE)

Talk 也可以不接 USB 無線電，而是像手機 App 一樣，透過藍牙低功耗連到 BANFi 閘道器。在 **無線電序列埠或閘道器** 欄位輸入或選擇閘道器名稱 (BFi53-...)，按 **連線**。這台電腦連過的閘道器會出現在清單中。

- **第一次連線**：在閘道器上按一下 Button 1 (LED 會呈藍色呼吸燈)，讓電腦完成配對。之後會自動重新連線。
- **macOS**：請從允許使用藍牙的終端機 App 執行 Talk (系統設定 > 隱私權與安全性 > 藍牙)。
- **一台閘道器一個 App**：閘道器同時只接受一個藍牙連線。

透過閘道器時：

- **群組頻道與訊息**的使用方式與 USB 無線電相同，兩種 App 可以互相收聽與讀取。
- **點對點是「通話」**：選 **單一無線電 (點對點)**、選一台閘道器，按 **撥號**。對方的 App 會詢問使用者是否接聽。接聽後，兩台閘道器會在通話期間離開網路、改走直接連線 (需要幾秒鐘)，按 **掛斷** 後再回到網路。網路的 sink 不接受通話。
- **加入與離開網路**需要在閘道器上按 **Button 1**，由手持閘道器的人確認。閘道器成功加入新網路後會保留它；切換失敗會自動回到原網路。閘道器可以以成員或 sink 的角色加入。
- 閘道器不會向 App 回報連線品質，因此這些欄位維持空白。

5. 加密

Talk 以群組金鑰在 App 內封裝語音與訊息：

- AES-128 計數器模式；
- 5 位元組完整性檢查碼，作法與 ETSI TS 103 636-5 第 6.2.13 節相同。

relay 與 sink 傳遞的是封裝後的內容：可以轉送，但無法讀取。每個接收端都會拒收已經收過的框或訊息 (防重送)。

網路金鑰 (加入網路 表單中的金鑰) 是另一把金鑰，用來加密無線電之間的連線。建議兩者都使用：網路金鑰讓外人進不了網路，群組金鑰讓網路內的語音與訊息保持私密。

6. 需求與限制 (版本 1.2.0)

- **韌體**：網路中每台無線電都需要目前版本 (2026 年 10 月或更新) 的 DECT NR+ 韌體。2026 年 10 月起出貨的設備已內建；較舊的無線電請更新，更新方式請洽 BANFi 技術窗口。
- **閘道器**：網路中的閘道器，尤其是擔任 sink 的閘道器，需要 2026 年 10 月或更新的韌體。
- **距離 sink 較遠時**：距離 sink 超過一跳的無線電，群組通話會自動改用**長距語音**——較小的 8 kbps 語音框，能一次通過 relay。通話分頁會顯示是否啟用。
- **點對點語音**適用於相鄰的無線電：你的上層節點，或你下層的無線電。跨網路請使用群組頻道。一台 relay 同時服務多台無線電時，會分配連線時間給它們，因此對其中一台的點對點通話，送達的框數會比對擁有獨立連線的無線電少。
- **一次一人說話**：語音為半雙工。

7. 開發你自己的上位機軟體

Talk 分成三層，每一層都可以不依賴上層單獨使用。

apps/nrplus_talk.py	視窗 (Tkinter)
flsemi_samples/talk_engine.py	Talk：語音、訊息、群組頻道、網路—不含使用者介面
flsemi_samples/talk_ble.py	BleTalk：同上，但透過閘道器的 Bluetooth LE（點對點為通話）
flsemi_samples/hif_net.py	Network：狀態、加入、離開、重新加入、忘記、事件、探索
flsemi_samples/uart_node.py	Node：序列埠上的主機介面，收送資料封包
+ app_crypto.py（群組金鑰）、voice_codec.py（Opus、語音框）、audio_io.py（麥克風、喇叭）	

引擎在一個執行緒中獨佔序列埠。可從任何執行緒呼叫它，並從 `engine.out` 讀取發生的事件：

```
from flsemi_samples.talk_engine import Talk, GROUP
from flsemi_samples.uart_node import Node

eng = Talk("/dev/cu.usbmodemAAAA3", key_file="group_key.json")
eng.start()
eng.send_text(Node.BROADCAST, "hello everyone")
eng.discover()
eng.ptt_down(GROUP)          # 之後每 40 ms 呼叫 eng.talk_block(pcm)
eng.ptt_up()
while True:
    kind, d = eng.out.get()    # ("message", {...})、("voice", {...})、("members", {...}) ...
```

呼叫	作用
<code>send_text(dst, text)</code>	傳訊息給 <code>Node.BROADCAST</code> （所有人）或某個無線電 ID
<code>ptt_down(target)</code> / <code>talk_block(pcm)</code> / <code>ptt_up()</code>	對 <code>GROUP</code> 或某個無線電 ID 說話； <code>pcm</code> 為 40 ms、16 kHz、單聲道、16 位元
<code>on_voice = fn(talker, frame, mode)</code>	每個收到的語音框，用於播放（ <code>audio_io.Playout</code> ）
<code>discover(window_ms)</code>	請每台無線電回報 → 產生 <code>members</code> 事件
<code>join(network_id, carrier, role, key, key_index, secure, ft_carrier, save)</code>	加入網路
<code>leave()</code> 、 <code>rejoin()</code> 、 <code>save()</code> 、 <code>forget()</code>	與同名按鈕相同
<code>set_key_file(path)</code>	更換或移除（None）群組金鑰
<code>record_dir</code>	一個資料夾：每段收到的通話也會存成 WAV 檔

事件 (kind)	資料
status	id, role, joined, sink, network_id, carrier, parent, rssi, snr, children, saved, secured, key_index, build
event	joined、left、node joined below、node left below (加上另一台無線電的 ID)
members	{id, parent, sink, relay, children, hops, self} 的清單
message	src, sender, text, sealed, own (text 為 None 表示以你沒有的金鑰封裝)
voice	talker, mode (group/p2p)、state (start/end/sent)、frames, heard, seconds, file
floor	holder：群組頻道目前由別人使用
tx	訊息的結果：status 0 = 已送到下一台無線電，1 = 已發送給所有人，< 0 = 失敗
result	connect、join、leave...的結束，附 ok 與 error

透過閘道器時，BleTalk("BFi53-1a2b3c4d", key_file=...) 接受同樣的呼叫、產生同樣的事件，另外加上 call_start(dst)、call_accept()、call_reject()、call_hangup()，以及 invite (caller、sealed、can_open) 與 call (state、peer、reason) 事件。它就是手機 App 的參考模型。

網路上的格式與閘道器 App 相同，所以你的軟體、Talk 與手機 App 可以互相通話。

端點	內容
0x2075 訊息	文字，或 0xE2 1 金鑰索引 發送者 u32 計數器 u32 封裝後的文字 + 檢查碼
0x207B 群組頻道	成員→sink：L 1 flags (收聽中)、V 1 語音框；sink→成員：W 1 發話者 u32 語音框、F 1 持有者 u32 (發話權已被占用)
0x207C 點對點語音	一個語音框
0x2078 探索	D 1 seq window_ms 送給所有人；每台無線電回覆 d 1 seq flags id parent children

語音框：flags | seq u16 | codec (1 = 0pus) | 0pus 封包。

- flags 位元 0 表示一段通話的第一框，位元 1 表示最後一框。
- 封裝後的框，這 4 個位元組保持明文，但受到驗證保護。
- 群組語音框不超過 76 位元組。

移植建議

- 手機 App：沿用上述格式與 app_crypto.py 的群組金鑰檔格式，把序列埠換成閘道器的藍牙連線 (ble_gateway.py，見教學文件)。
- 嵌入式主機：把 uart_node.py (封包格式與 CRC) 與 hif_net.py 移植成 C。
- 一台無線電一個程式：兩個程式同時開同一個序列埠，會互相搶走資料。

8. 疑難排解

現象	檢查項目
「這個序列埠沒有無線電回應」	是否選了無線電的第二個序列埠；關閉其他使用該埠的程式；拔掉 USB 再插上
加入後沒有進入網路	網路 ID、載波與金鑰；金鑰索引；sink 是否開機且在通訊範圍內
沒有人聽得到群組頻道	網路中是否有 sink；所有人是否使用同一把群組金鑰；sink 是否為目前版本韌體
「本 App 無法開啟的加密訊息」	對方使用另一把群組金鑰，或較新的金鑰世代
麥克風打不開（macOS）	系統設定 > 隱私權與安全性 > 麥克風：允許終端機 App
語音斷斷續續	每台無線電是否為目前版本韌體（第 6 節）；左側的連線品質圖

仍無法解決，請洽 BANFi 技術窗口（banfiww.com）。

9. 授權

Talk 與範例程式依 FLSEMI 5-Clause License 提供（見 LICENSE）。你可以修改、用於商業產品並再散布，但僅限用於內含 FLSEMI 或 BANFi DECT NR+ 裝置的產品。

© 2026 譜羅科技(股)公司 BANFi Semiconductor Co., Ltd. 與 FL Semiconductor LLC 共同擁有本文件著作權。洽談你的專案：BANFi 技術窗口，banfiww.com。